



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**La pertinencia del uso de tecnología móvil, en el proceso de
producción artesanal de agave mezcalero en Santiago Matatlán,
Oaxaca**

Tesis

Que para optar por el grado de:

Maestro en Informática Administrativa

Presenta:

Francisco Zarco Magallón

Tutor:

Dra. Graciela Bribiesca Correa

Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, Marzo de 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), ya que sin su apoyo no hubiese sido posible la realización de este trabajo de investigación.

A la Dra. Graciela Bribiesca Correa, por su sabia dirección y pertinentes asesorías que llevaron a buen puerto este trabajo.

Al M. en E.A.A.D. Alfredo Corona Cabrera, por las facilidades y ayudas institucionales prestadas para el desarrollo de esta investigación.

A la División de Investigación de la Facultad de Contaduría y Administración de esta máxima casa de estudios, por la asistencia académica e institucional prestada, para el desarrollo de este trabajo y los que lo precedieron.

A los productores de mezcal artesanal Nicolás Hernández, Juana Escobar Bautista, Guillermo Gómez Jiménez, Germán Santiago Sernas y Gonzalo Martínez, por su valiosa participación.

Al Consejo Regulador del Mezcal, por conducto de Rita Sánchez Esquivel, por toda la información y facilidades prestadas en la realización de este trabajo de investigación.

Dedicatorias

A mis padres Humberto y Margarita, que me han apoyado en todo momento en mi vida académica.

A mis hermanos Humberto y Fernando y mis cuñadas Liz y Jenny, que me han brindado su cariño y apoyo incondicional en todo momento.

A mi sobrino Santiago, bienvenido a la familia.

A Héctor y Diana por su amistad incondicional, así como las charlas y reuniones que hemos tenido, ya que en ellas se desarrolló la idea que dio pie a esta tesis.

A la M.V.Z. Reyna María Luisa Pérez Martínez y sus hijos Juan Carlos y Reyna por sus asistencias académicas y su sincera amistad

A mis amigos, que se han convertido en una segunda familia para mí.

A los que se nos adelantaron, no digo adiós, sino nos vemos luego donde quiera que estén.

Al pueblo mexicano, que sin su trabajo y tesón diario, ni nuestras instituciones educativas ni nuestro trabajo de investigación existiría.

Índice temático

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| Primera parte: planteamiento de la investigación..... | 8 |
| Capítulo 1: Antecedentes | 9 |
| 1.1. Problemática de la investigación..... | 9 |
| 1.2. Pregunta de investigación | 22 |
| 1.2.1. Pregunta principal | 22 |
| 1.2.2. Preguntas secundarias | 22 |
| 1.3. Objetivos de investigación..... | 22 |
| 1.3.1. Objetivo principal..... | 22 |
| 1.3.2. Objetivos secundarios..... | 22 |
| 1.4. Hipótesis de la investigación | 23 |
| 1.4.1. Hipótesis principal | 23 |
| 1.4.2. Hipótesis secundarias | 23 |
| 1.5. Alcances de la investigación | 23 |
| 1.6. Contribución | 24 |
| 1.7. Metodología de Investigación..... | 24 |
| 1.8. Matriz de congruencia | 28 |
| 1.8.1. Aspectos principales de la investigación..... | 28 |
| 1.8.2. Aspectos secundarios de la investigación | 29 |
| Segunda parte: marco teórico | 30 |
| Capítulo 2: Esbozo del sector artesanal en México..... | 31 |
| 2.1. La artesanía: Definiciones y conceptos básicos | 32 |
| 2.2. La artesanía en México | 42 |
| 2.2.1. Antecedentes de la producción artesanal en México..... | 42 |
| 2.2.2. Situación de la actual de la artesanía en México..... | 48 |
| 2.2.3. El futuro de la artesanía en México: un panorama de claroscuros | 60 |
| Capítulo 3: El agave, el árbol de las maravillas..... | 66 |
| 3.1. El agave y su entorno..... | 66 |
| 3.2. Importancia socio cultural del agave | 73 |
| 3.2.1. El México Prehispánico..... | 73 |
| 3.2.2. La naturaleza divina y mitología vinculada con el agave | 75 |

| | | |
|---|---|-----|
| 3.2.3. | El agave en la época colonial | 78 |
| 3.2.4. | De 1821 a 1945..... | 80 |
| 3.2.5. | Importancia del agave en la economía y sociedad del México Contemporáneo (1946 a la fecha)..... | 84 |
| 3.3. | Derivados del agave..... | 87 |
| 3.3.1. | Descripción de algunos derivados del agave..... | 91 |
| 3.3.1.1. | Pulque..... | 91 |
| 3.3.1.2. | Mieles y azúcares | 93 |
| 3.3.1.3. | Fibras industriales..... | 94 |
| 3.3.1.4. | Pigmentos | 94 |
| 3.3.1.5. | Medicamentos y farmacéutica | 95 |
| 3.3.1.6. | Energéticos | 96 |
| 3.3.1.7. | Alimenticios..... | 96 |
| 3.3.1.8. | Destilados | 98 |
| 3.3.1.9. | Artesanías y otros usos | 99 |
| 3.4. | Las principales especies de agaves cultivados en México | 100 |
| Capítulo 4: El mezcal y los destilados de agave | | 103 |
| 4.1. | ¿Qué es el mezcal? | 103 |
| 4.2. | El mezcal a través del tiempo | 106 |
| 4.3. | Los destilados de agave..... | 108 |
| 4.3.1. | Destilados protegidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM)..... | 112 |
| 4.3.1.1. | Mezcal (NOM-070-SCFI-1994)..... | 113 |
| 4.3.1.2. | Tequila (NOM-006-SCFI-2012)..... | 115 |
| 4.3.1.3. | Bacanora (NOM-168-SCFI-2004)..... | 116 |
| 4.3.1.4. | Proyecto de Denominación de Origen “Komial” (NOM-199-SCFI-2015) 117 | |
| 4.3.2. | Destilados de agave sin Denominación de Origen | 118 |
| 4.4. | La fabricación del mezcal..... | 120 |
| 4.5. | Cadena productiva del mezcal | 121 |
| 4.6. | Importancia del mezcal en la sociedad mexicana actual | 126 |
| 4.7. | Regiones productoras de mezcal en México | 130 |
| 4.8. | Santiago Matatlán: La capital mundial del mezcal | 133 |
| Capítulo 5: La sustentabilidad; conceptos, situación actual y relación con el agave | | 139 |
| 5.1. | Definiciones de sustentabilidad..... | 140 |

| | | |
|---|--|-----|
| 5.2. | Antecedentes | 143 |
| 5.3. | Renovable no es sinónimo de infinito: Situación del medio ambiente en la actualidad..... | 147 |
| 5.3.1. | Panorama a nivel global..... | 147 |
| 5.3.2. | Panorama general en México | 151 |
| 5.4. | Marco normativo de la sustentabilidad en México | 153 |
| 5.5. | La agricultura y el desarrollo sustentable..... | 155 |
| 5.5.1. | La agricultura sustentable, principios de la FAO y panorama general a nivel global y nacional..... | 157 |
| 5.5.2. | La agricultura sustentable en México..... | 164 |
| Capítulo 6: Importancia de la información y las TIC en los procesos agrícolas | | 175 |
| 6.1. | Entendiendo la información: Conceptos, composición y procesos | 176 |
| 6.1.1. | “La alfabetización de datos” y aprovechamiento de la información | 179 |
| 6.1.2. | Las Tecnologías de la información y comunicación..... | 186 |
| 6.1.2.1. | Elementos que componen las TIC..... | 188 |
| 6.1.2.2. | La tecnología móvil..... | 189 |
| 6.1.2.3. | Impacto de las TIC en la sociedad contemporánea..... | 193 |
| 6.1.2.4. | Problemas, retos y desafíos en materia de TIC..... | 195 |
| 6.2. | Estado actual de los recursos TIC enfocados a entornos agrícolas en Latinoamérica y México | 197 |
| 6.2.1. | Estado actual de los recursos TIC enfocados a la agricultura en Latinoamérica..... | 199 |
| 6.2.2. | Estado actual de los recursos TIC enfocados a la agricultura en México...203 | |
| Capítulo 7: Estado del arte de la investigación actual | | 209 |
| 7.1. | Directrices del estado del arte y resultados preliminares..... | 210 |
| 7.1.1. | Resultados del análisis de información del rubro agave y mezcal..... | 212 |
| 7.1.2. | Resultados del análisis de información del rubro sustentabilidad..... | 217 |
| 7.1.3. | Resultados del análisis de información del rubro procesos agrícolas y agricultura..... | 221 |
| 7.1.4. | Resultados del análisis de información del rubro TIC..... | 223 |
| 7.2. | Análisis de datos y resultados preliminares | 226 |
| Tercera parte: propuesta de investigación | | 231 |
| Capítulo 8: Propuesta de investigación; diseño de un prototipo para la medición y control de variables por medio de dispositivos móviles..... | | 232 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 8.1. | Análisis y diagnóstico de acceso y uso de TIC utilizados en el proceso de siembra y corte de agave mezcalero en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca | 233 |
| 8.1.1. | Metodología aplicada para el análisis y diagnóstico | 233 |
| 8.1.2. | Análisis y diagnóstico..... | 233 |
| 8.1.2.1. | Análisis del uso de las TIC en Santiago Matatlán, Oaxaca | 233 |
| 8.1.2.2. | Problemas, necesidades y especificaciones detectadas en materia de recursos tecnológicos..... | 239 |
| 8.1.2.3. | Análisis de alternativas de herramientas de medición y control de variables agrícolas existentes en el mercado. | 241 |
| 8.1.2.4. | Diagnóstico | 243 |
| 8.2. | Propuesta de investigación | 244 |
| 8.2.1. | La regla de las tres E | 246 |
| 8.2.2. | Selección de la alternativa más viable | 248 |
| 8.2.2.1. | Definición y clasificaciones de hardware | 249 |
| 8.2.2.1.1. | El hardware libre | 250 |
| 8.2.2.1.2. | Principios y mejores prácticas del hardware libre..... | 252 |
| 8.2.2.1.3. | El movimiento “Open Source”..... | 254 |
| 8.2.2.1.4. | Historia del hardware libre | 256 |
| 8.2.2.1.5. | Ventajas y desventajas..... | 259 |
| 8.2.2.1.6. | Algunas de las plataformas de hardware libre más utilizadas..... | 263 |
| 8.2.2.1.7. | “Arduino”: La plataforma más viable | 265 |
| 8.2.2.1.8. | Un poco de historia de “Arduino” | 267 |
| 8.2.2.1.9. | Los diferentes modelos de tarjeta “Arduino” | 268 |
| 8.2.2.1.10. | “Arduino UNO”: Justificación de selección | 270 |
| 8.3. | Los componentes de la propuesta de dispositivo | 274 |
| 8.3.1. | Sensores de variables que integrarán el dispositivo | 275 |
| 8.3.2. | Componentes que integrarán el sistema de alimentación eléctrica del dispositivo..... | 281 |
| 8.3.3. | Configuración lógica de los circuitos y programación de la interfaz | 285 |
| 8.3.3.1. | Configuración lógica de los circuitos que componen el dispositivo | 285 |
| 8.3.3.2. | Construcción y configuración de la interfaz de usuario | 286 |
| 8.3.4. | Canal de comunicación a las señales radioeléctricas..... | 287 |
| 8.4. | Funcionamiento del dispositivo | 292 |
| 8.5. | Ficha técnica del dispositivo..... | 297 |

| | |
|--|-----|
| 8.6. Metodología para la construcción del dispositivo..... | 298 |
| 8.7. Pruebas del prototipo | 298 |
| Cuarta parte: resultados y conclusiones..... | 299 |
| Capítulo 9: Resultados de la investigación..... | 300 |
| 9.1. Factibilidad económica del dispositivo | 300 |
| 9.2. Resultados del funcionamiento del dispositivo..... | 302 |
| 9.2.1. Resultados generales | 302 |
| 9.2.2. Limitaciones detectadas..... | 303 |
| 9.3. Hallazgos de la investigación | 306 |
| 9.3.1. Hallazgos con respecto a las TIC | 306 |
| 9.3.2. Otros hallazgos de interés | 308 |
| 9.4. Recomendaciones | 308 |
| Conclusiones: “En lo ancestral hay futuro...” | 312 |
| Comprobación de la hipótesis de investigación | 312 |
| Respuestas de las preguntas de investigación..... | 314 |
| Respuesta de la pregunta primaria de investigación..... | 314 |
| Respuesta de la primera pregunta secundaria de investigación..... | 316 |
| Respuesta de la segunda pregunta secundaria de investigación | 317 |
| Comentarios finales | 318 |
| Fuentes..... | 323 |
| Anexos..... | 333 |

Índice de figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1: La producción artesanal es completamente manual, con un bajo grado de automatización, la elaboración de alimentos es un ejemplo de lo anterior | 34 |
| Figura 2: Estructura jerárquica en las organizaciones de carácter artesanal..... | 36 |
| Figura 3: Cadena productiva de la estructura artesanal..... | 38 |
| Figura 4: La alfarería es el mejor ejemplo del arte mestizo, el cual pasa de tener un carácter exclusivamente utilitario, a tener un valor agregado con los acabados artísticos con técnicas europeas..... | 46 |
| Figura 5: Distribución de la población mayor de 15 años que se dedica a la actividad artesanal..... | 51 |
| Figura 6: Distribución del número de artesanos a nivel nacional | 56 |
| Figura 7: Fisonomía del Agave..... | 70 |
| Figura 8: Diosa Mayahuel (izquierda) y Figura 9: Virgen de Guadalupe (derecha). Ambas son dos ejemplos de los atributos sagrados que tienen las agaváceas a lo largo de la historia. | 78 |
| Figura 10: Billeto emitido por el Banco Peninsular Mexicano en 1914. Este banco es un ejemplo de las instituciones financieras que nacieron al amparo de los empresarios del ramo de las agaváceas..... | 81 |
| Figura 11: La hacienda de “La providencia” en Tlaxcala, es un claro ejemplo de las haciendas pulqueras del altiplano mexicano | 82 |
| Figura 12: La producción de agave para distintos fines a nivel nacional | 85 |
| Figura 13: Fabricación de Pulque. El tlachiquero vierte el aguamiel del acocote en una tina, con el fin de dejarla reposar para obtener como producto final el pulque | 93 |
| Figura 14: Proceso de cocción de la Barbacoa en horno de agujero o tierra, utilizando pencas de maguey como cubierta..... | 97 |
| Figura 15: La forma más antigua de la palabra mezcal, se refiere a las piñas del agave cocidas, para ser directamente mascadas | 104 |
| Figura 16: El sitio arqueológico de Guachimontones en Jalisco, es un ejemplo de la deificación del mezcal. En este sitio se han encontrado destiladores de factura indígena | 107 |
| Figura 17: Distribución de los destilados de agave a nivel nacional | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figura 18: El mezcal típico es una bebida con alto volumen alcohólico, cristalina y de sabor ahumado e inconfundible..... | 114 |
| Figura 19: Proceso de fabricación del mezcal..... | 122 |
| Figura 20: Cadena productiva en la producción y comercialización de mezcal | 123 |
| Figura 21: El mezcal envasado para ventas nacionales e internacionales (En litros)..... | 126 |
| Figura 22: Consumo de bebidas espirituosas a nivel nacional en la República Mexicana | 127 |
| Figura 23: El mezcal en el mercado global de las bebidas espirituosas | 128 |
| Figura 24: Posicionamiento de la producción de mezcal entre los diferentes destilados de agave producidos en México (En millones de litros envasados)..... | 130 |
| Figura 25: Producción de mezcal por estado de la república (En porcentajes) | 132 |
| Figura 26: Distribución de las tierras aptas para la agricultura en Santiago Matatlán..... | 134 |
| Figura 27: Composición Morfológica del suelo del Municipio de Santiago Matatlán..... | 134 |
| Figura 28: Suelos aptos para la agricultura en Santiago Matatlán | 135 |
| Figura 29: La sustentabilidad como punto de equilibrio de factores..... | 142 |
| Figura 30: Transición de los datos a la información | 178 |
| Figura 31: Ciclo de la información según Mijaílov, Chernii y Guiliarevskii..... | 185 |
| Figura 32: El proceso de la Alfabetización de datos, según el modelo del MIT | 185 |
| Figura 33: Características de la tecnología móvil..... | 190 |
| Figura 34: Representación gráfica de los componentes, conexiones y usuarios de las TIC | 194 |
| Figura 35: Penetración de las TIC en las zonas urbanas y rurales de la región latinoamericana | 199 |
| Figura 36: Estado del arte de la investigación, representada por medio de un diagrama de Venn | 227 |
| Figura 37: Penetración de las TIC en los hogares oaxaqueños en comparación con la media nacional..... | 234 |
| Figura 38: Penetración de las TIC en los hogares de Santiago Matatlán, Oaxaca | 236 |
| Figura 39: Representación gráfica de la regla de las tres E..... | 247 |
| Figura 40: Clasificación de las tarjetas de “Arduino” y modelos disponibles por categoría | 270 |
| Figura 41: Tarjeta micro-controladora “Arduino UNO” | 271 |
| Figura 42: ¿Por qué “Arduino UNO” cumple con la regla de las tres E? | 273 |

| | |
|--|-----|
| Figura 43: Circuitos que conformarán el dispositivo en orden de aparición; sensor de movimiento, sensor de humedad de tierra, medidor de pH, sensor de humedad ambiental y temperatura, módulo Wifi y pantalla LCD | 276 |
| Figura 44: Componentes que integrarán el sistema de alimentación eléctrica del dispositivo en orden de aparición; celda solar portátil, pila de gel y transformador de voltaje | 281 |
| Figura 45: Antena amplificadora de señal | 291 |
| Figura 46: Instalación de una lata de bebida como amplificador de señal Wifi | 292 |
| Figura 47: Propuesta general de funcionamiento del dispositivo | 295 |
| Figura 48: Diagrama de flujo que muestra el proceso de monitoreo de variables | 296 |
| Figura 49: Construcción física del dispositivo..... | 305 |
| Figura 50: Fragmento de código fuente que se utilizó para configurar los circuitos del dispositivo | 305 |

Índice de cuadros

| | |
|---|-----|
| Cuadro 1: Número de trabajadores industriales, artesanos y ayudantes en el sector de población ocupada por entidad federativa. Tercer trimestre de 2011 | 55 |
| Cuadro 2: Usos tradicionales del Maguey o Agave..... | 89 |
| Cuadro 3: Especies de agave más cultivadas en el territorio nacional | 100 |
| Cuadro 4: Unidades de eslabones de la cadena productiva del mezcal | 125 |
| Cuadro 5: Porcentaje de municipios por estado con denominación de origen en la producción de mezcal..... | 131 |
| Cuadro 6: Especies de agaves utilizadas en la producción de Mezcal, endémicas de Santiago Matatlán..... | 136 |
| Cuadro 7: Fabricas, embotelladoras y marcas de mezcal del municipio de Santiago Matatlán..... | 137 |
| Cuadro 8: Marco legal federal en materia de sustentabilidad en México | 155 |
| Cuadro 9: Principios de la FAO encaminados hacia una agricultura y alimentación sostenible..... | 159 |
| Cuadro 10: Directrices recomendadas por la FAO, para el cumplimiento del objetivo estratégico | 161 |
| Cuadro 11: Resultados preliminares en materia de fuentes de los cuatro ejes de la investigación (Resultados a nivel global y nacional) | 211 |
| Cuadro 12: Resultados del estado del arte que representan un antecedente directo para esta investigación | 228 |
| Cuadro 13: Variables detectadas para la elaboración del prototipo de medición..... | 240 |
| Cuadro 14: Artefactos agrícolas que pueden utilizarse en el cultivo artesanal de agave mezcalero | 242 |
| Cuadro 15: Algunas de las plataformas más utilizadas en materia de desarrollo de hardware libre | 264 |
| Cuadro 16: Costo total de la construcción del dispositivo desglosado por componente .. | 301 |
| Cuadro 17: Uso y penetración de las TIC en Santiago Matatlán, Oaxaca | 316 |

Introducción

En el año 2000, el escritor mexicano Carlos Fuentes (p.23), con motivo de la llegada del nuevo milenio, describió con inusual exactitud las condiciones geográficas del territorio nacional:

“Un país de valles que se convierten en montañas que se convierten en desiertos, un país de orografía abrupta y comunicaciones difíciles. Un país cruzado por el trópico de cáncer y de norte a sur por las dos vertientes de la Sierra Madre coronada por los grandes volcanes: el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Citlaltépetl, el Nevado de Toluca...”

La anterior descripción, nos habla de lo variado y diverso que es el territorio nacional en cuestiones orográficas y climáticas, lo cual ha permitido que México albergue una riqueza sin igual en los poco más de 1 millón 900 mil kilómetros cuadrados que tiene de extensión territorial.

Algunas riquezas son vinculadas con el relieve, como es el caso de la minería y la extracción petrolera, que han propiciado la fundación de ciudades y generaron riquezas inimaginables tanto a mexicanos como a extranjeros.

Otras riquezas tienen que ver con su clima, como es el caso de los millones de hectáreas aptas para el cultivo tanto por temporal como por riego permanente, o las especies animales y vegetales endémicas de nuestro país, que han sido aprovechadas con usos diversos.

Dentro de este último punto encontramos al agave, una planta de hojas carnosas, que por sus características biológicas, le ha sido posible adaptarse a los climas más inclementes de nuestra geografía, lo que le ha permitido propagarse por distintas regiones del territorio nacional, motivo por el cual es uno de las imágenes más frecuentes en el paisaje mexicano.

Debido a que esta planta se encuentra presente en 60% del territorio nacional (CONABIO, 2009), así como su crecimiento es normal en territorios áridos o

calcáreos, esta ha sido aprovechada como un recurso básico en la subsistencia de numerosas comunidades mexicanas, desde tiempos inmemoriales.

El uso de ésta planta con fines alimenticios, se conoce por lo menos desde hace 9000 años (Vela, 2014), el cual era consumido por los primeros habitantes del septentrión americano y representaba uno de los pilares de su dieta básica junto con el maíz.

Conforme fueron pasando los años, la planta se convirtió en una fuente de los productos más diversos, para satisfacer las necesidades de los pobladores originarios de México como es el caso de medicinas, mieles, combustible, textiles, entre otros derivados, los cuales fueron descritos con admiración en el año de 1580, por el religioso Joseph de Acosta.

Uno de los derivados más conocidos a nivel mundial de las agaváceas, son los destilados, cuyo origen en honor a la verdad es incierto, debido a que de acuerdo con las investigaciones realizadas en los últimos años han descubierto destiladores con una antigüedad de 3500 años en Colima (Yañez, 2012), aunque es comúnmente aceptado que los destiladores filipinos introducidos por los hispanos en el siglo XVI, fueron el origen de esta bebida (Benet, 2012).

Aunque fue una bebida perseguida inicialmente por la corona española, y posteriormente estigmatizada como una bebida de mala calidad, consumida únicamente por las clases populares, esta llegó para quedarse, debido a que su popularidad se incrementó a partir del año 1950, con la aparición de películas que vinculaban esta bebida con la vida idílica en el campo mexicano.

Gracias a los anteriores factores, los destilados de agave se convirtieron en un identificador de la cultura mexicana a nivel internacional, convirtiéndose en las bebidas alcohólicas de México por antonomasia, razón por la que la UNESCO las designó patrimonio inmaterial de la humanidad dentro de la gastronomía mexicana desde el año 2010.

Lo anterior permitió un incremento en el consumo de esta bebida tanto a nivel nacional como internacional. Actualmente la economía completa de diversas regiones del país, depende completamente de la producción de destilados de agave, como es el caso de Tequila, Jalisco o Santiago Matatlán, Oaxaca, donde representa un 52% de los ingresos totales del municipio (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010).

La producción del mezcal, es un proceso largo y laborioso, en donde se han identificado seis etapas de dicho proceso por parte de los productores, las cuales son:

- El corte de la piña, cuyo origen puede ser agaves de parcela cultivados o agaves silvestres endémicos de las regiones.
- La cocción, que generalmente se lleva a cabo en hornos de leña.
- El triturado, que es realizado de forma manual mediante el uso de morteros manuales o molinos de tracción animal, con la finalidad de obtener el jugo de la piña de esta planta.
- La fermentación del jugo, que se realiza en grandes tinajas de madera, la cual puede verse enriquecida mediante la adición de ingredientes como pechugas de pollo o guajolote (mezcal de pechuga) o gusanos de maguey (mezcal de gusano)
- El destilado, realizado con destiladores de barro o alambiques de cobre.
- Y el envasado y venta.

Cabe señalar que algunos autores agregan o quitan etapas, dependiendo de los procesos de cada productor, sin embargo es imposible homologar todo en un proceso de producción estándar, considerando que las producciones artesanales pueden variar de un maestro mezcalero a otro.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Economía, el consumo de mezcal artesanal, representó una derrama de 11.2 millones de dólares para la economía nacional en el año 2012.

Sin embargo, la fama y el incremento de la producción no siempre han traído beneficios.

En el año 2007, el investigador Abisaí García, en colaboración con la Academia Mexicana de las Ciencias, realizó investigaciones de los efectos de la sobreexplotación de este recurso natural por la industria de los destilados de agave, arrojando resultados alarmantes: 18 especies de agave mezcalero se encuentran en peligro de desaparecer.

Los motivos principales son la sobreexplotación, el uso de agentes químicos para fertilizar la tierra y controlar las plagas, los cuales han tenido efectos nocivos en el entorno natural donde crecen estas plantas, la degradación de la calidad genética de la descendencia por favorecer la reproducción por clonación y la desaparición paulatina de fuentes de materia prima, generarían problemas cuyo impacto sería mayúsculo.

Además, se han identificado problemas de carácter social y económico, relacionados directamente con la sobreexplotación del agave, como es el caso de los mercados desventajosos para los pequeños productores, normas de regulación deficientes.

La anterior aseveración, no resulta exagerada, ya que en caso de extinguirse una especie de agave, la producción de destilados se vería afectada significativamente, generando una disminución considerable en los recursos de las regiones productoras, lo que podría ocasionar una baja en la calidad de vida de los habitantes de la región.

Además del impacto económico, se debe tomar en cuenta la irreparable pérdida para el patrimonio biológico y cultural de nuestro país, por lo cual es necesario tomar las medidas necesarias, con el fin, de revertir esta tendencia negativa.

A lo largo de los años, se han hecho esfuerzos significativos desde diversos ámbitos, para ayudar a la preservación de esta especie vegetal, que recibió el mote de “el árbol de las maravillas”, tratando de modificar un enfoque de carácter

voraz de quienes pretenden obtener el mayor número de ganancias, a partir de comprometer el medio ambiente, por uno sustentable, en donde exista el equilibrio entre el medio ambiente, la sociedad y la economía.

Dentro del contexto anterior, se han realizado investigaciones encaminadas a que la producción de agave se encuentre dentro del trinomio antes citado, basados en estándares internacionales, identificando variables y patrones, con la finalidad de revertir la anterior tendencia negativa, arrojando información significativa que permite vislumbrar algunas áreas de mejora y oportunidad en el proceso de producción de mezcal artesanal.

Todo esto ha generado enormes volúmenes de información de carácter cualitativo, la cual tiene como característica principal contar con un alto grado de abstracción y subjetividad, cualidades que dificultan su aprovechamiento en la toma de decisiones eficaces, eficientes y efectivas que permitan la implementación de un proceso de producción de agave mezcalero sustentable, permitiendo de esta forma la conservación de esta extraordinaria planta.

Considerando la premisa de que *“si no se puede medir no se puede controlar, si no se puede controlar, no se puede mejorar”*; es necesario contar con información de carácter cuantitativo, que por su naturaleza concreta, nos arroja información que es medible y por consiguiente controlable, lo cual nos ayudará a mejorar los procesos de toma de decisiones y producción de agave mezcalero, ayudando a convertir la producción de agave y mezcal artesanal en un proceso sustentable.

Por tal motivo, es necesario contar con los aparatos e instrumentos de medición adecuados, que proporcionen información cuantitativa y acorde a la realidad ambiental, económica y social de la región.

Lo anterior no es tarea fácil, debido a que en el mercado existe un gran volumen de dispositivos, instrumentos y sistemas cuya aplicación se encuentra enfocada a las labores agrícolas. Sin embargo, muchos de estos, presentan problemas y deficiencias significativas como: el precio elevado, la medición de variables aisladas y por consiguiente la necesidad de comprar una gran cantidad y variedad

de estos instrumentos, la dificultad de manejo, o su enfoque a procesos agrícolas no sustentables.

Los anteriores factores pueden traer como resultado el sesgo de la información, aspecto que puede generar afectaciones en la calidad de la toma de decisiones o simplemente rechazo por parte de los usuarios, los cuales al no ver satisfechas sus necesidades en materia de costo – beneficio, simplemente los desechan.

Además, se debe tomar en cuenta que debido a la fisonomía particular del agave, es virtualmente imposible la estandarización de variables, por lo que es necesario crear dispositivos de medición especializados, que ayuden a medirlas y controlarlas.

De los motivos anteriores, nace la pertinencia de generar un instrumento adecuado, que permita la medición de las principales variables que impactan en el ciclo de vida del agave mezcalero, como es el caso de la humedad del ambiente y del suelo, la presencia de plagas y el pH del suelo, variables que nos permitirán determinar potenciales factores de desequilibrio en el entorno natural del ciclo de esta planta.

El anterior prototipo, debe contar con las siguientes características:

- Bajo costo de producción y mantenimiento.
- Resistencia estructural, considerando que debe estar al aire libre y por consiguiente sometido a las inclemencias del clima.
- Fácil manejo por parte de los usuarios.
- Complementario a todos los recursos tecnológicos con los que cuentan los productores actualmente.

Considerando las anteriores características, se determinó buscar una plataforma que cumpliera con la regla de las 3E: regla en donde la suma de la Eficiencia, la Eficacia y la Economía dan la viabilidad al dispositivo.

Dentro de este contexto, se determinó que la plataforma Arduino UNO, cumplía con dicha regla. Por su economía, arquitectura y configuración libre, experiencia

en entornos agrícolas y sistema operativo multiplataforma, permitía una optimización de recursos, debido a la reducción de desperdicios físicos y lógicos, lo que se traduce en una disminución de costos de producción del dispositivo.

Por otro lado, las características citadas en el párrafo anterior, otorgan la flexibilidad de modificar la plataforma en sus configuraciones físicas y lógicas de tal forma que se pueda construir un prototipo acorde a las necesidades identificadas en la producción de agave mezcalero artesanal.

Considerando que la plataforma cumplía con los requisitos antes mencionados, se procedió a la construcción de un prototipo cuyo objetivo es monitorear las variables de humedad del suelo y ambiente, pH del suelo y detectar plagas, con la finalidad de encontrar anomalías en el entorno, y en caso de encontrarlas, mandar alertas a los productores, a través de sus dispositivos móviles, de tal forma que les permita tomar mejores decisiones basados en su experiencia y conocimientos tradicionales.

Con apoyo del prototipo, en un mediano y largo plazo, ayudará a revertir la tendencia negativa actual de la potencial extinción de algunas especies de agave, con el fin de lograr el abastecimiento de materia prima, para la producción del mezcal de forma sustentable.

Es importante aclarar que este dispositivo no resolverá todos los problemas en la producción del agave; sino que arrojará información para que productores y autoridades, puedan diseñar estrategias más efectivas para contribuir a alcanzar la sustentabilidad de la producción artesanal de este producto.



Fuente: Colección del autor

PRIMERA PARTE: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Capítulo 1: Antecedentes

“Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado”

Albert Szent-Györgyi (1893 – 1986)

El siguiente capítulo tiene por objeto, exponer el proceso del diseño de la metodología utilizada en esta investigación, la cual se compone de los siguientes aspectos: la problemática, las preguntas de investigación, los objetivos y los alcances de esta investigación. De la misma forma, se explican las etapas desarrolladas, para alcanzar los objetivos de la investigación propuesta en el presente trabajo.

1.1. Problemática de la investigación

La sustentabilidad o sostenibilidad, es definida como *“satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas (Brundtland, 1987, p.23)”*.

Dicho concepto, está compuesto por el trinomio Sociedad – Medio Ambiente – Economía (Brundtland, 1987), en donde cada uno de los factores se encuentra íntimamente conexo entre sí; por lo que si existiese un desequilibrio en alguno de los factores, este repercutiría de forma negativa en los otros dos.

En los últimos años, la armonía de este sistema se ha trastocado de forma significativa en diferentes ejemplos: alteración del medio ambiente, incremento de la brecha de desigualdad entre ricos y pobres, ruptura o desaparición de cadenas económicas por la extinción o agotamiento de insumos en los entornos naturales, reducción de la calidad de vida de la sociedad como resultado de lo anterior, son

sólo algunos de los efectos del modelo social y económico que muestran signos de agotamiento y donde la naturaleza, está pasando factura de este desequilibrio.

Un ejemplo significativo de la anterior situación, es la producción de agave y mezcal de forma artesanal, donde se resumen los desequilibrios sustentables en cada una de las fases que componen este proceso productivo.

Las agaváceas, son una familia de plantas cuyas hojas crecen en forma de corona y su tallo se encuentra a ras de suelo; protegidas por espinas y películas rígidas que protegen a las pencas (nombre con el que también se conocen a las hojas), característica que les da la oportunidad de almacenar grandes volúmenes de agua, lo que les permite crecer a lo largo y ancho del territorio americano, incluso en lugares donde otro tipo de plantas no sobrevivirían (García, 2007).

Por ello, desde tiempos prehispánicos, las agaváceas, han representado un pilar fundamental dentro de la vida cotidiana de los mexicanos, ya que han brindado innumerable cantidad de productos que han facilitado la vida cotidiana de los habitantes de nuestro territorio, y de la misma forma se han forjado imperios comerciales a partir de los derivados obtenidos del agave, por ello recibió el título de *“la más útil de las producciones que la naturaleza ha concedido a los pueblos de la América Septentrional”* por parte del sabio sajón Alexander Von Humboldt (2012 [1811]).

La anterior aseveración no resulta exagerada, ya que sus usos son innumerables y diversos dentro del aspecto alimenticio (mezcal [tanto en piña cocida como en destilados], pulque, quiotes, flores), medicinal (su brea es utilizada como antibiótico y las pencas quemadas son utilizadas como carbón activado en el tratamiento de quemaduras), utilitario (las pencas son empleadas como tejas en las casas rurales del Estado de México e Hidalgo, sus fibras son utilizadas en la elaboración de cordelería e hilos) o energético (las pencas secas son utilizadas como leña, su brea es inflamable), tan solo por citar algunas de los ramos en donde puede utilizarse este tipo de plantas.

El cultivo y posesión de tierras de cultivo de este tipo de plantas, ha sido sinónimo de poder y riqueza, a tal grado que en el siglo XIX surgieron sistemas económicos basados en el cultivo de algunas especies de agaves y los empresarios amasaron fortunas inimaginables, tanto que para el año 1900, se habían constituido como una oligarquía con recursos financieros cuantiosos, cuyos integrantes fueron conocidos como la aristocracia pulquera en los estados de Hidalgo, México y Tlaxcala, y la casta divina en el caso de la península de Yucatán.

Sin embargo, a pesar de esta riqueza, se generaron desigualdades mayúsculas en dichas regiones, donde los beneficios económicos recaían exclusivamente en los hacendados, terratenientes, empresarios y políticos; mientras que los trabajadores se encontraban en un estado de pobreza y virtual esclavitud, a tal grado que para 1910 la situación ya era insostenible y el descontento estalla por medio de la vía armada.

Uno de los usos más conocidos alrededor del mundo de esta familia de plantas, es la elaboración de bebidas destiladas, que durante la época virreinal fueron conocidos como “vinos mezcales”, y con el paso del tiempo, su nombre fue acotado a mezcal, o al lugar de origen como es el caso del Tequila, por citar un ejemplo.

A lo largo de la historia, las anteriores bebidas han sido parte fundamental de la formación de la identidad de la sociedad mexicana, ya que de acuerdo con los investigadores Daniel Zizumbo, Patricia Colunga, Fernando González del INAH en Colima (Yañez, 2012) y de Mari Carmen Serra Puche en Tlaxcala (Benet, 2012) el agave cocido fue utilizado como alimento desde hace por lo menos 9000 años, y la fabricación de destilados inició hace 3500 años en regiones como Colima, el Valle de Tequila y Tlaxcala.

Aunque desde la época colonial hasta el primer tercio del siglo XX, los destilados de agave fueron vistos, como bebidas de ínfima categoría, existiendo una preferencia por los vinos y destilados importados, a partir de la década de 1930, gracias al cine mexicano en su edad de oro, los “vinos mezcales” se han

convertido en un identificador de lo mexicano a escala internacional, a tal grado que en el año 2010, fue incluido como patrimonio inmaterial de la humanidad, por la UNESCO dentro de la gastronomía mexicana.

Para producir una botella de mezcal de forma artesanal, es necesario pasar por un proceso largo y laborioso, que inicia desde el cultivo de la planta y su corte, cuando esta cuenta con una edad entre 7 y 8 años hasta el embasado, pasando por las etapas de cocción, triturado, fermentación y destilación; etapas donde el agregado de ingredientes adicionales y el uso de gran variedad de instrumentos, da como resultado, una bebida incolora de sabor ahumado y un volumen alcohólico de 45° G.L. en promedio.

Hoy en día, esta clase de destilados, se encuentran diseminados a lo largo y ancho de la República Mexicana y son elaborados con distintas especies de agaváceas, dando como resultado productos con personalidades y sabores únicos, que son tan diversas como sus nombres: Tequila en Jalisco, Bacanora en Sonora, Sisal en Yucatán, aguardiente comiteco en Chiapas, Sotol en Chihuahua y Mezcal en el resto del país, aunque actualmente solamente pueden bautizar de esa forma a sus destilados, las entidades mencionadas en la NOM-070-SCFI-1994¹.

Lo anterior ha permitido, incrementar de forma significativa los volúmenes de venta a escalas nacionales e internacionales, a tal grado que la fabricación de destilados, se ha convertido en el pilar de las economías de algunas regiones del país, como es el caso de Santiago Matatlán en Oaxaca o el Valle de Tequila en el estado de Jalisco.

Para ejemplificar mejor esta situación, basta con echar un vistazo a la información del municipio de Santiago Matatlán, Oaxaca, el cual es conocido como la capital mundial del mezcal, donde el cultivo del agave y la producción de mezcal, aportan 52% de los ingresos totales del municipio (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010).

¹ NOM-070-SCFI-1994: Clave de identificación que se refiere a la Norma Oficial Mexicana expedida por la entonces Secretaría de Comercio y Fomento Industrial en 1994, la cual se encarga de regular la producción de mezcales, estableciendo las características, ingredientes y regiones autorizadas para producir este destilado. Se ahondará más acerca de esta NOM en el capítulo 4.

Tan sólo la siembra y corte de los agaves, aporta poco más de 18 millones de pesos anuales, contra los 7 millones de pesos que brindan a las arcas municipales otro tipo de cultivos en el territorio de este municipio, localizado en los valles centrales de este estado sureño (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010).

Hoy en día el mezcal es una bebida que tiene tendencias al alza, debido a que presenta elevadas cuotas de crecimiento en producción y ventas, considerando que tuvo crecimientos de 458% en materia de ventas nacionales y de 128% en exportaciones, en el periodo comprendido entre los años 2011 y 2016 (Consejo Regulador del Mezcal, 2017).

Lo anterior se traduce en una derrama aproximada de 102 millones de dólares, cifra que tiende a crecer, considerando que existe un incremento de la demanda de este tipo de bebidas espirituosas², tanto en mercados nacionales e internacionales (Consejo Regulador del Mezcal, 2017).

Sin embargo, la fama no siempre se ha traducido en aspectos benéficos para el entorno natural, donde crecen los agaves mezcaleros, debido al incremento de la demanda de bebidas específicas (desde 1950 Tequila y en años recientes el mezcal) ha incrementado la demanda de materia prima para la fabricación de destilados, lo que se ha traducido en un estado de desequilibrio entre el medio ambiente, la sociedad y la economía.

Desde el punto de vista ambiental, el incremento de la producción de destilados de agave, ha traído como consecuencia el surgimiento de malas prácticas, como el corte de plantas jóvenes no aptas para fabricar destilados, uso de otros agaves – e incluso otros azúcares de origen no agaváceo – para suplir la escasez de materia prima, lo que ha impactado de forma negativa en la calidad del producto final, y peor aún, en el entorno natural donde crecen estas excepcionales plantas.

² De acuerdo con la Secretaría de Economía, una bebida espirituosa se refiere a toda aquella bebida destilada que cuenta con más de 15% de volumen alcohólico. El término espirituoso se refiere a las propiedades terapéuticas que tenían los destilados en el cuerpo, basados en las teorías de la medicina antigua, en donde el cuerpo estaba compuesto de espíritus, fluidos y humores, según información de la M.V.Z. Reyna María Luisa Pérez Martínez.

De acuerdo con el investigador Abisaí García Mendoza (2007), 18 especies de agave mezcalero se encuentran en peligro de extinción, a causa de la sobreexplotación por parte de la industria de los destilados, los cuales cada día requieren de cantidades mayores de piña de agave, materia prima base de este tipo de bebidas espirituosas.

La extinción de una especie de agave, implicaría el desequilibrio de los otros dos factores, como resultado de un efecto dominó en la industria de los destilados, considerando que la extinción de una o varias especies de agave, se traduciría en una reducción significativa de la producción de mezcal o tequila y por consiguiente, en una disminución de los ingresos a los pobladores de las regiones productoras.

En caso de presentarse una crisis de dicha naturaleza, sería lamentable la sustitución de azúcares de agave con otro tipo de azúcares y materias fermentables, lo cual implicaría una reducción de la calidad del producto, con potenciales resultados negativos en los mercados de exportación, caracterizados por sus rigurosos esquemas de control de calidad en materia alimentaria.

Un ejemplo de lo anterior, es la crisis presentada en la década de 2000, con una significativa reducción en las exportaciones de tequila, debido a que se llegó a sustituir hasta en un 49% los azúcares propios del agave azul, con otro tipo de azúcares, ante el descenso de la producción de agave azul, materia prima de la antes citada bebida (Macías & Valenzuela, 2009).

La dispensa por escasez de materia prima, en el caso del tequila, así como una creciente falta de regulación por parte de las secretarías de Economía, Hacienda y Salud, ha traído como consecuencia, un incremento en la producción de bebidas a base de agave, las cuales cuentan con altos volúmenes de azúcares no aptos para el consumo humano para conservar los sabores y consistencias de las bebidas, en sustitución de los azúcares de los agaves, que ponen en riesgo la salud y la vida a los consumidores finales y que desafortunadamente cuentan con gran mercado, debido a que sus precios son ínfimos, permiten que este tipo de

productos, se encuentren al alcance de la mano de los públicos en situación de pobreza y juveniles principalmente (Rincón, 2015).

A pesar de esto, el problema se encuentra lejos de estar resuelto, ya que dicho rango de azúcares se encuentra contemplado dentro de la Norma Oficial Mexicana reguladora del tequila, lo que nos habla de que de no hacer algo, no sólo se produciría una bebida de baja calidad, sino que además se trataría de una bebida adulterada con anuencia oficial, lo que por experiencia resultaría contraproducente para el mercado, considerando que los mercados extranjeros, son exigentes en materia de calidad, tanto en el producto, como en los procesos.

Por otro lado, desde un punto de vista social, la disminución de ingresos, implicaría un empeoramiento de la calidad de vida de los habitantes de dichas zonas geográficas, lo que potencialmente daría pie al surgimiento de otros problemas vinculados con este aspecto como es el caso de la migración, el desempleo y el subsecuente incremento de la delincuencia, fenómenos que se presentan ante las crisis de carácter económico.

Si tomamos en cuenta, que tan sólo en el caso de Santiago Matatlán, la economía del municipio depende de la cadena productivo del mezcal, desde el cultivo de las plantas, hasta el envasado y distribución de los destilados; por lo que la extinción de una especie de agave, implicaría la drástica reducción de la producción, lo que daría un duro golpe a una comunidad donde el ingreso promedio entre los habitantes es de 2 salarios mínimos y el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es de 0.629/1.00 (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010).

Además si consideramos, que las condiciones morfológicas del terreno del municipio imperan los suelos pedregosos y arenosos (INEGI, 2010), el cultivo de otro tipo de frutas y verduras resultaría extremadamente costoso y difícil; por lo que no resultan exageradas las consecuencias planteadas.

Lo anterior resultaría algo sumamente grave, sin contar el hecho de que la desaparición de una especie vegetal, implicaría inestabilidad para la cultura e idiosincrasia de los pueblos que han hecho uso de las bondades de los agaves,

desde hace por lo menos 9000 años, perdiéndose un tesoro biológico de forma irremediable.

Ante este panorama se debe plantear la industria del ramo, una forma de explotación y producción de destilados de agave con un modelo de tipo sustentable y con un monitoreo constante, mediante el uso de herramientas ya existentes o nuevas herramientas, para evitar la pérdida de una fuente ancestral de riqueza biológica ligada directamente con la sociedad mexicana.

Aunado a la problemática descrita en líneas anteriores, existen otros factores de carácter ambiental, social y económico que han impactado en este proceso productivo.

Entre los más importantes, se encuentra la contaminación de suelos y agua debido al uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes químicos en los cultivos de agave y la deforestación de los escasos recursos forestales del municipio de Santiago Matatlán, ante el incremento de demanda de leña, utilizada en la cocción de las piñas y destilado del líquido, situación que se replica en las diferentes regiones productoras de este tipo de bebidas alcohólicas, así como el mal manejo de residuos sólidos y líquidos (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010).

Las relaciones de carácter oligopsónico³ entre productores y distribuidores de mezcal, donde los sembradores de los agaves y los dueños de los pequeños palenques son los que reciben los menores beneficios de este proceso, han deteriorado los tejidos sociales y cadenas productivas, a tal grado que la relación entre distribuidores y productores se ha tornado tensa (Macías y Valenzuela, 2009; p.463).

También es importante destacar, que las normas que regulan la producción y distribución de mezcal, tienen lagunas significativas, las cuales han causado estragos en los recursos económicos y culturales de todo el país, como es el caso

³ Estado de comercio imperfecto, en donde el comprador o los compradores pueden imponer condiciones a los vendedores, debido a que no existe un mercado más amplio, ocasionando que los beneficios recaigan únicamente en los compradores en detrimento de los vendedores.

de la denominación de origen mezcal, la cual ha sido criticada por académicos como Mari Carmen Serra Puche, la cual señala que mezcal es un término genérico propio de nuestro país, por lo que limitarlo a siete estados de la República Mexicana, es un despropósito, ya que la denominación de origen no toma en cuenta los aspectos históricos y culturales de los pueblos productores de este tipo de bebidas (Benet, 2012).

Aunque este problema, pretende corregirse con la Norma Oficial Mexicana NOM-199, la cual pretende denominar *komil*, a todo destilado de agave fuera de las normas NOM-070 (mezcal), NOM-006 (tequila), NOM-168 (bacanora) y la NOM-159 (sotol)⁴, esta solución, ha sido duramente criticada por investigadores y productores de mezcal en parte porque el término *komil* no existe en lenguas indígenas, en parte porque al diseñar las anteriores normas oficiales mexicanas, no fueron consultados los productores ni académicos especialistas en la materia, por lo que ha sido catalogada como “*ocurrencia*” por parte de productores y académicos (González S. , 2016)

La suma de problemas, ha traído como consecuencia un estado de desequilibrio ambiental, económico y social significativo, que de no atenderse de forma rápida y oportuna, las consecuencias pueden resultar en daños irreparables en los factores que componen el trinomio de la sustentabilidad.

Para poder abordar este problema, es necesario contar con información clara y oportuna, de tal forma que se pueda crear un panorama más completo y por consiguiente, se puedan tomar decisiones, encaminadas a corregir el estado de desequilibrio que atraviesa la industria mezcalera hoy en día y por consiguiente, alcanzar un estado de equilibrio sustentable en el proceso de fabricación de tan emblemático producto.

⁴ Las NOM antes citadas se refieren a la destilación de bebidas con denominación de origen de acuerdo a la Secretaría de Economía, este tema se abordará a profundidad en el capítulo 4 de este escrito. En el caso de la NOM-199, únicamente se trata de un proyecto que no ha sido aprobado, por lo que no es vinculante al día de hoy.

Lo anterior no sólo se basa desde un punto de vista ambiental o de moda, sino como un cambio radical en el paradigma de consumo, dónde los consumidores, principalmente en los países desarrollados, ya no sólo toman en cuenta la calidad y precio del producto, sino aspectos como si su proceso de producción fue amigable con el ambiente, así como si las utilidades de la venta de estos productos recaen en las comunidades de donde son originarios estos productos.

Esta tendencia, ayudaría a abrir un nicho de oportunidad entre los productores, los cuales además de ofrecer un producto de calidad fabricado con saber originario de nuestra patria, entregarían al consumidor un producto producido con técnicas amigables al medio ambiente, lo que le daría un valor agregado, a la ya de por sí apreciada bebida, eso sin contar los beneficios ambientales, sociales y culturales que ello traería a los productores de este tipo de bebidas.

Sin embargo, lo anterior no es tarea fácil, debido a que existe muy poca información del sector artesanal, ya que de acuerdo con el Congreso de la Unión (Sales, 2011), existen numerosos factores que dificultan definir el número de artesanos y el tipo de artesanías que se producen en nuestro país.

Algunos de esos factores son la falta de consenso en la definición de lo que es artesanía, temor por los artesanos a nuevos impuestos y acciones punitivas por parte de las autoridades fiscales, muchas de las personas que desempeñan esta actividad no la tienen como actividad primaria, por sólo citar algunos de los problemas en materia de la información económica y social (Sales, 2011).

También se debe tomar en cuenta que al tratarse de producción agrícola, los volúmenes de información obtenidos de los campos de cultivo, son extremadamente altos, ya que tan sólo en el 2008 se sembraron 503.8 millones de plantas de agave de las diferentes especies empleadas en la fabricación de destilados, lo que equivale a 1125.1 millones de toneladas de piña de agave, materia prima de estas bebidas espirituosas (SAGARPA, 2009).

Los anteriores datos, nos dan una idea del gran trabajo que implica la recolección y almacenamiento de datos, así como la dificultad que significa transformar dichos

elementos en información, con la finalidad de que sean convertidos en significado para que puedan ser empleados por autoridades, académicos y demás personas interesadas.

Por otro lado, mucha de la “información” no podría considerarse como tal, ya que lo que se tiene actualmente en muchos casos es una colección de datos dispersos e inconexos en materia económica, social y ambiental, los cuales se encuentran diseminados en una gran variedad de estudios, censos y bases de datos de diferentes instituciones gubernamentales, académicas y empresariales, de tal forma que es necesario clasificarla, contextualizarla y analizarla, con el fin de que puedan obtenerse estudios con un mayor grado de significado, lo que permitirá mejorar la calidad de la toma de decisiones por parte del gobierno, academia y sociedad en su conjunto (la cual incluye a productores, empresarios y demás personas no englobadas en los dos rubros anteriores).

Cabe señalar que en los procesos de recolección de datos y transformación de los mismos en información, aplicados en las producciones agrícolas y artesanales, es habitual que se incurran en errores como el centrarse exclusivamente en parámetros y paradigmas de origen extranjero, en pos de la homologación de información con los estándares internacionales (Trujillo, 1990).

Lo anterior no es estrictamente algo malo por sí mismo, sin embargo el no considerar que México sea un país multi-diverso en aspectos como la geografía, el clima, la hidrografía y la sociedad, puede dar como resultado obtener información incompleta, ya que excluiría a todo aquel individuo y organización que no cumpla con los parámetros establecidos en dicho proceso de estandarización.

Otro error habitual en autoridades y académicos, el asumir que todo conocimiento de los pueblos originarios, así como la carencia de automatización, es sinónimo de atraso y pobreza, lo que trae como resultado una visión reduccionista y sesgada de la realidad, por lo que es habitual que basándose en las anteriores premisas se tienda a minimizar, y en última instancia excluir, el conocimiento y tecnologías de los pueblos originarios (Trujillo, 1990).

Al hablar de la estandarización, se debe considerar que es un proceso propio de las formas de producción automatizadas e industrializadas, donde se pretende conseguir la mayor cantidad de productos con características casi idénticas, por lo que para llegar a estos niveles, es necesario contar con conocimiento explícito con la finalidad de encontrar y asignar parámetros y criterios que permitan homologar la producción (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Por otro lado, aunque es verdad que los procesos artesanales, se identifican por una ausencia de conocimiento explícito, caracterizado por la formalización y codificación de dicho conocimiento, es cierto que es rica en conocimiento tácito, resultado de la experiencia, el cual ha sido transmitido (principalmente de forma práctica y oral), así como perfeccionado de generación en generación.

Considerando que la mayoría de la producción del mezcal y destilados de agave, aún se elaboran de forma artesanal o semi-artesanal en gran parte de la república, el conocimiento explícito es casi inexistente, sin embargo existe una riqueza excepcional en conocimiento tácito, el cual se ha ido acumulado y perfeccionando a lo largo de 9000 años.

Por tal motivo, uno de los retos que se pasa por alto, es traducir el valioso conocimiento tácito resguardado por las comunidades a conocimiento explícito, de tal forma que conceptos que guardan alto grado de abstracción, puedan traducirse en indicadores y variables cuantificables, que ayuden a diseñar variables e indicadores, que faciliten el proceso de medición y control de dichas variables.

Lo anterior es sumamente importante, considerando que una de las premisas fundamentales de la administración de empresas y proyectos es "*si no se puede medir, no se puede controlar*", por consiguiente es necesario contar con las herramientas adecuadas, que midan variables que arrojen información significativa en la resolución de los problemas antes descritos, de tal forma que dichas mediciones puedan traducirse en información útil que permita mejorar la toma decisiones encaminados a lo descrito en la línea anterior.

En los últimos años se han desarrollado herramientas, mecanismos y técnicas de diferentes tamaños, complejidades y precios, que permiten la recolección y almacenamiento de grandes volúmenes de datos; así como procesos, algoritmos y dispositivos que facilitan la transformación de los datos en información, a tal grado que actualmente se habla de sociedades del conocimiento o digitales por parte de autoridades y círculos académicos de diferentes niveles.

Es innegable el avance en materia de tecnologías y tratamiento de la información, así como en comunicaciones, sin embargo es habitual que se asuma que dichos adelantos por sí solos resolverán el problema, cuando en realidad se trata de medios que simplifican dichas tareas, las cuales requieren la participación de personas debidamente preparadas tanto en la recolección de datos, como en la transformación de datos en información, así como en su interpretación, con la finalidad de que la información obtenida sea realmente fidedigna, oportuna y efectiva.

Dentro de este contexto, se observó que en los procesos de producción de agave y mezcal artesanal, la mayoría de los indicadores y herramientas utilizadas en los entornos agrícolas (empleadas habitualmente en el proceso de recopilación de datos), cuentan con problemas significativos para los pequeños y medianos productores (clasificación donde se encuentran englobados la mayoría de los productores de mezcal artesanal), debido a su costo, su dificultad de manejo o simplemente porque éstas no se ajustan a las necesidades de los productores.

Considerando que el agave, es una planta con fisonomía y necesidades únicas, pensar en la homologación, implicaría obtener datos descontextualizados, cuya interpretación, se traduciría en información sesgada y por consiguiente, en una toma de decisiones erróneas.

Por tal motivo, es necesario crear herramientas y mecanismos de recolección e interpretación de la información, de tal forma que los datos obtenidos del medio ambiente, se convierta en información, que debidamente interpretada, informará a los productores de potenciales desequilibrios en el entorno ambiental y basados

en esta, les permita tomar una serie de decisiones para corregir y prevenir situaciones de esta índole.

1.2. Pregunta de investigación

1.2.1. Pregunta principal

¿Cómo contribuir a alcanzar la sustentabilidad de las etapas de siembra y corte del proceso de producción artesanal de agave mezcalero a través de la tecnología móvil?

1.2.2. Preguntas secundarias

- ¿Con cuáles recursos tecnológicos cuentan las comunidades dedicadas al proceso de producción del agave mezcalero?
- ¿Cómo implementar las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso de producción sin alterar su esencia artesanal?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo principal

Hacer una propuesta para contribuir a alcanzar la sustentabilidad de las etapas de siembra y corte del proceso de producción artesanal del agave mezcalero a través del uso de TIC.

1.3.2. Objetivos secundarios

- Identificar los recursos tecnológicos con los que cuentan las comunidades dedicadas al proceso de producción de agave mezcalero artesanal.
- Hacer una propuesta para implementar las TIC en dicho proceso productivo, sin alterar su esencia artesanal.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis principal

El uso de las TIC, particularmente la tecnología móvil, contribuirán a alcanzar la sustentabilidad de las etapas de siembra y corte del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, por medio de la implementación de un dispositivo móvil, lo que permitirá la medición y control de las variables significativas de dicho proceso.

1.4.2. Hipótesis secundarias

- Las comunidades dedicadas a la producción de agave mezcalero artesanal, cuentan con recursos TIC (Por ejemplo teléfonos celulares, computadoras, equipos de cómputo), que pueden ser aprovechados como herramientas para contribuir a alcanzar la sustentabilidad de dicho proceso productivo.
- La implementación de las TIC en este proceso artesanal, no afectará ni modificará la tendencia artesanal del mismo, en virtud de que su única tarea será la recolección de información y envío de alertas para la mejora de toma de decisiones.

1.5. Alcances de la investigación

Esta investigación, se encuentra centrada en la producción de agave mezcalero y mezcal, mediante procesos artesanales localizados en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, debido a que la mayoría de los talleres enfocados a la producción de este tipo de destilados, se encuentran localizados en esta región del Suroeste de México.

Considerando que se trata de un proceso con numerosos pasos, el desarrollo de este trabajo se enfocará en **la etapa de siembra y corte**, con la finalidad de medir la factibilidad de extenderlo a las demás fases.

Cabe señalar, que a pesar de que ésta investigación se encuentra enfocada a la producción de agave mezcalero, los resultados obtenidos sentarán el precedente para determinar si es factible implementar este tipo de tecnologías en otro tipo de cultivos con características similares.

1.6. Contribución

La principal contribución de esta investigación, es el desarrollo de herramientas enfocadas a la recolección de información, para mejorar su procesamiento, dentro de un contexto regional único, en virtud de que el contexto agrícola latinoamericano, en el cuál se encuentra inmerso nuestro país, es completamente distinto al existente al de los países desarrollados, de donde provienen la mayor parte de las propuestas tecnológicas existentes en el mercado.

1.7. Metodología de Investigación

Esta investigación es de tipo mixto, con alcance observacional, exploratorio y descriptivo; semi experimental y transversal (Sampieri, 2011) (Quinn, 1990) (Tamayo, 2008), (Ramírez, 2000) (Razo, 2002) (Yin, 2003). Asimismo, para el estudio del fenómeno (desequilibrio en la sustentabilidad del proceso de producción artesanal de agave mezcalero), se determinó, utilizar el método de caso colectivo de conveniencia (Quinn, 1990), ya que permitirá en una comunidad de productores artesanales de agave mezcalero: observar, explorar, definir y describir los factores y relaciones de impacto en la sustentabilidad.

El desarrollo de la siguiente investigación, se realizó en cuatro etapas, las cuales tuvieron diferentes actividades y se describen a continuación:

Primera etapa: Investigación de carácter documental

Con la finalidad de obtener el panorama actual de la situación de las TIC en los entornos de producción artesanal, explicando cuáles son sus usos y su impacto en la actualidad en los talleres de producción artesanal de estos productos, se

procedió a la recolección de información en fuentes secundarias (información documental).

Se consultaron diversas fuentes de carácter documental las cuales se citan a continuación:

- Estudios de diversas universidades, enfocados a la conservación de las agaváceas y producción de destilados fabricados a base de agave.
- Organizaciones reguladoras y gremios de productores enfocados a la producción y regulación de los destilados de agave.
- Entidades gubernamentales de cualquiera de los tres niveles (Municipal, Federal y Estatal).
- Organismos públicos descentralizados.
- Organismos oficiales de carácter internacional (Fondo Monetario Internacional, UNESCO, Congreso de la Unión, Comisión Económica para América Latina, Banco Mundial, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, etc.).
- Otro tipo de organizaciones, principalmente Organismos No Gubernamentales (Greenpeace, WWF y Oxfam México).

El objetivo de esta etapa, es obtener un punto de referencia que permita contextualizar y comparar los resultados de esta investigación, con la información de otras investigaciones que se llevaron a cabo con anterioridad, lo que permitirá establecer la pertinencia y vigencia de este documento.

Se hizo uso de herramientas de carácter cuantitativo y cualitativo, con la finalidad de obtener y procesar la información obtenida. En esta primera etapa, se encontraron resultados con alcance observacional, descriptivo y exploratorio (Sampieri, 2011) (Quinn, 1990) (Tamayo, 2008) (Ramírez, 2000) (Razo, 2002) (Yin, 2003).

Segunda etapa: Investigación de campo

En esta etapa de la investigación, se llevó a cabo una investigación de campo para determinar la pertinencia y viabilidad de esta investigación. Para ello, se procedió a recopilar información por medio de una encuesta, acerca del uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC), entre los productores, con la finalidad de determinar qué tipo de recursos son los más utilizados por estos y de la misma forma, definir cuántos de los productores hacen uso de los recursos TIC en sus actividades laborales cotidianas.

Todo lo anterior tiene el objeto de proponer un **dispositivo digital enfocado a medir y controlar variables significativas en la etapa de siembra y corte (la humedad, presencia de plagas, pH del suelo)** en los terrenos donde se cultiva y cosecha el agave mezcalero de forma artesanal; es conveniente observar, las variables del medio ambiente, con la finalidad de detectar las variaciones oportunamente y aplicar las medidas necesarias, que permitan generar un producto sustentable de calidad a largo plazo.

Con la información arrojada de esta etapa, se identificó la pertinencia y viabilidad de esta investigación. Nos basamos en los datos que permitieron describir las necesidades e inquietudes de las personas que se dedican a la producción de este tipo de destilados de forma artesanal.

Se consideró esta etapa como una investigación de carácter transversal y exploratoria, debido a que se está estudiando una comunidad de productores artesanales de agave mezcalero y mezcal artesanal, en un solo intervalo temporal con la finalidad de encontrar cómo es el estado actual del problema (Quinn, 1990).

También se hizo uso del método de investigación de prototipado semi experimental (Quinn, 1990) debido a que el prototipo, fue probado en el entorno donde debe funcionar, arrojando información que permite detectar sus áreas de mejora, así como otros aspectos que permiten establecer su factibilidad económica y social. Aunque lo anterior tiene rasgos de una investigación de tipo experimental, esta no llega a ser un proceso completamente experimental debido

a las limitantes temporales y al no contar con dos grupos de investigación, como lo señala el método experimental.

Tercera etapa: Análisis de la información

Esta fase de investigación, consiste en la comparación entre los resultados de la información documental, con los resultados arrojados por la investigación de campo, a fin de identificar sus diferencias y concordancias.

Lo anterior permitió crear un panorama realista de la situación que atraviesan los productores de agave mezcalero artesanal y mezcal, con la finalidad de poder definir, si la investigación que se hizo de carácter documental, es completa o presenta áreas de mejora y oportunidad, que puedan ser aprovechadas en un futuro por otros investigadores.

Para esta etapa de investigación, que está enfocada principalmente hacia el procesamiento de la información, se hizo uso de herramientas de tipo cualitativo, con el fin de comparar y cotejar la información que se obtuvo en las dos etapas anteriores.

La herramienta utilizada en esta etapa de la investigación, fue el método de caso colectivo de conveniencia, considerando a que se está trabajando con una comunidad específica, lo que representa una muestra significativa de los productores de mezcal del país, en un solo periodo de tiempo (Quinn, 1990); lo anterior, tiene el objetivo de observar, explorar, definir y describir, los factores que se relacionan con la producción sustentable del proceso productivo descrito con anterioridad.

Cuarta etapa: Interpretación de resultados y planteamiento de las propuestas de investigación

La última etapa de esta investigación consistió, en que una vez utilizadas las herramientas pertinentes, se obtuvieron los resultados mediante el uso de dichas herramientas y la comparación de resultados, para lo que se procedió a la

interpretación de los mismos, con la finalidad de encontrar su significado y aplicación en el entorno de investigación.

Basados en esta información, se procedió a realizar una propuesta de investigación, que permitiese responder de forma satisfactoria las preguntas de investigación planteadas al principio de este documento, así como alcanzar los objetivos expresados en esta investigación.

Además de lo anterior, el análisis de la información en cuestión, permitió la discusión de la información y el desarrollo de las conclusiones a las que se llegó en esta investigación.

Lo anterior, permitirá ratificar, actualizar y/o complementar, la información arrojada con anterioridad, resultado del desarrollo de investigaciones futuras.

1.8. Matriz de congruencia

1.8.1. Aspectos principales de la investigación

| | |
|--|--|
| Pregunta principal de investigación | ¿Cómo contribuir a alcanzar la sustentabilidad de las etapas de siembra y corte del proceso de producción artesanal de agave mezcalero a través de la tecnología móvil? |
| Hipótesis resultante | El uso de las TIC, particularmente la tecnología móvil, contribuirán a alcanzar la sustentabilidad de las etapas de siembra y corte del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, por medio de la implementación de un dispositivo digital que pueda medir y controlar las variables significativas de dicho proceso. |
| Objetivos principales | Hacer una propuesta para contribuir a alcanzar la sustentabilidad de las etapas de siembra y corte del proceso de producción artesanal del agave mezcalero a través de un dispositivo digital. |
| Conclusiones | Las TIC, ayudan a alcanzar el equilibrio sustentable de la producción de agave mezcalero artesanal, por medio de la medición, monitoreo y control de las variables del entorno, permitiendo mejorar la toma de decisiones en dicho proceso. |

1.8.2. Aspectos secundarios de la investigación

| | |
|---|---|
| Primera pregunta secundaria de investigación | ¿Con cuáles recursos tecnológicos cuentan las comunidades dedicadas al proceso de producción del agave mezcalero? |
| Hipótesis resultante | Las comunidades dedicadas a la producción de agave mezcalero artesanal, cuentan con recursos en TIC, que pueden ser aprovechados como herramientas para contribuir a alcanzar la sustentabilidad de dicho proceso productivo. |
| Objetivo secundario | Identificar los recursos tecnológicos con los que cuentan las comunidades dedicadas al proceso de producción de agave mezcalero artesanal. |
| Conclusiones | Las comunidades cuentan con dispositivos móviles y acceso a las TIC, los cuales pueden ser aprovechados en el control y monitoreo de variables en el proceso de producción de agave mezcalero de forma artesanal |

| | |
|---|--|
| Segunda pregunta secundaria de investigación | ¿Cómo implementar las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso de producción sin alterar su esencia artesanal? |
| Hipótesis resultante | La implementación de las TIC en este proceso artesanal, no afectará ni modificará la tendencia artesanal del mismo, en virtud de que su única tarea será la recolección de información y envío de alertas para la mejora de toma de decisiones. |
| Objetivos secundarios | Hacer una propuesta para implementar las TIC en dicho proceso productivo, sin alterar su esencia artesanal |
| Conclusiones | La medición y control de variables por medio de un dispositivo digital, no es un proceso invasivo, que altere la forma de producción artesanal, debido a que no interviene directamente en ninguno de los pasos del proceso productivo, ya que se limita a obtener información para mejorar la toma de decisiones y no se pretende la automatización o mecanización de este proceso. |



Fuente: Colección del autor

SEGUNDA PARTE: MARCO TEÓRICO

Capítulo 2: Esbozo del sector artesanal en México

“México tiene el rostro de la creación...”

Carlos Fuentes (1928 – 2012)

Los medios de producción artesanal, históricamente han sido la primera forma de transformación de insumos para la satisfacción de necesidades que ha utilizado el ser humano. Aunque esta forma de producción, ha servido como hito para la aparición de nuevos paradigmas económicos y productivos, la producción artesanal aún persiste por diferentes motivos como la preservación de tradiciones o la imposibilidad de mecanizar algunas tareas o procesos productivos son algunos ejemplos de esto.

Existen numerosos ejemplos de lo anterior alrededor del mundo, como es el caso del cultivo y cosecha de berros en Francia, donde este proceso se hace manualmente debido a la imposibilidad de mecanizar la colecta de este vegetal sin dañarlo; o también la fabricación de alfombras típicas de Irán, las cuales se siguen elaborando a mano por tradición y como una forma de preservar su identidad cultural.

México, que es un país con ingenio, dedicación y cultura, es un claro ejemplo de la producción artesanal en sus comunidades, además existen otros factores, que han permitido la subsistencia de esta forma de producción como, la conservación de los recursos naturales (el agua, la tierra, el aire, etc.), para el beneficio de las generaciones actuales y como una herencia de las generaciones venideras.

Actualmente existe una creencia, de que uno de los factores que ha permitido la preservación de la producción artesanal en nuestro país, es la necesidad de las comunidades, las cuales al no poder financiar la modernización de la maquinaria y demás elementos que participan en el proceso productivo, tienen que recurrir a los

procesos manuales, con el objetivo de transformar las materias primas y obtener satisfactores a un precio bajo y con los recursos que tienen a la mano.

La preservación de los procesos productivos artesanales, va más allá del bajo costo de producción, aunque es verdad que muchas de las comunidades de nuestro país se encuentran sumidas en la pobreza, representa la inversión de una cantidad significativa de tiempo y esfuerzo.

Afortunadamente existe un sector del mercado, que se está enfocando, al consumo de productos orgánicos y artesanales, lo cual promueve el desarrollo sustentable de las comunidades. Ante esta situación, se abre un nicho importante de desarrollo para estos pueblos, que promueven la agricultura bajo este esquema, que puede ser aprovechado para intentar salir de la pobreza.

Por tal motivo, es necesario comprender el papel que juega la producción artesanal en las cadenas productivas de nuestro país y en consecuencia, desmentir algunas creencias erróneas de su inviabilidad, a fin de generar un contexto, que permita entender la importancia de la producción artesanal en la economía.

2.1. La artesanía: Definiciones y conceptos básicos

Establecer una definición para artesanía no es una labor fácil, debido a que es posible que se pueda incurrir en una confusión de conceptos debido a su ambigüedad y similitud con conceptos como arte popular, manualidad, trabajo manual u oficio artístico (Etienne-Nugue, 2009).

Si además consideramos que expresiones como las recetas de cocinas o sustancias utilitarias como maquillajes también son artesanías (Etienne-Nugue, 2009), la dificultad de dar una definición clara sobre lo que es artesanía se incrementa.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), la artesanía es “la

producción de artículos de forma manual, aunque apoyados con el uso de distintas herramientas los cuales pueden ser utilitarios, estéticos, artísticos, creativos, vinculados a la cultura, decorativos, funcionales, tradicionales, simbólicos y significativos religiosa y socialmente” (UNESCO, 1997).

Otro concepto de artesanía es todo aquel trabajo resultado de la transformación de las materias primas, realizado mediante la aplicación de conocimientos empíricos que se transmiten de generación en generación, de forma manual y en pequeñas cantidades, lo que le da un toque único y exclusivo al producto final (Navarro, 2002).

De acuerdo con la acepción tradicional, artesanía se refiere a todo aquel oficio manual que se ejerce de forma independiente o con ayuda de algún miembro de la comunidad, el cual puede ser la familia, amigos o un conjunto de ambos agrupados en un colectivo que recibe el nombre de gremio (Etienne-Nugue, 2009).

La palabra artesanía, es derivada del vocablo italiano “*artigianato*”, que describe la actividad manual realizada por un individuo o un conjunto de individuos, que ejercen una actividad manual especializada, debido a que el conocimiento era transmitido de generación en generación solo entre los miembros de la familia o gremio (Etienne-Nugue, 2009).

Tomando en cuenta los conceptos anteriores, se observa, que la artesanía siempre será un proceso manual sin excepción; lo cual queda plasmado en la misma etimología de la palabra sin importar el idioma: en inglés la palabra artesanía se expresa como “*handicraft*” y en alemán como “*handwerk*”, en ambos casos se observa una vinculación con la palabra “*hand*”, la cual en ambos idiomas significa mano, lo que confirma que se trata de que siempre se tratará de un proceso manual (Figura 1) (Etienne-Nugue, 2009).

Por tanto se debe entender que la artesanía son los productos que se obtienen, en cambio el artesano, es la persona que participa en este proceso de producción, el cual mediante la aplicación de conocimientos que se transmiten de generación en generación, ya sea por familiares o miembros de la comunidad, se encargan de

producir bienes de consumo de forma manual y especializada, permitiendo al nuevo artesano ganar experiencia y el conocimiento necesario para transmitir dicho aprendizaje a las nuevas generaciones, repitiendo este ciclo una y otra vez, lo que le permitirá ascender en la escala social(Etienne-Nugue, 2009).

Figura 1: La producción artesanal es completamente manual, con un bajo grado de automatización, la elaboración de alimentos es un ejemplo de lo anterior



Fuente: Colección del autor

La experiencia, representa para el artesano, una oportunidad de ascenso en la escala jerárquica, dentro de las organizaciones artesanales, además de una forma de expandir las redes sociales de los individuos de la comunidad, ya que era común que los artesanos excepcionalmente hábiles, ascendieran en la pirámide organizacional y también, algunas veces se emparentan con la familia de los dueños de las organizaciones, de tal forma que la familia se incrementa y por consiguiente, perdura la estructura familiar.

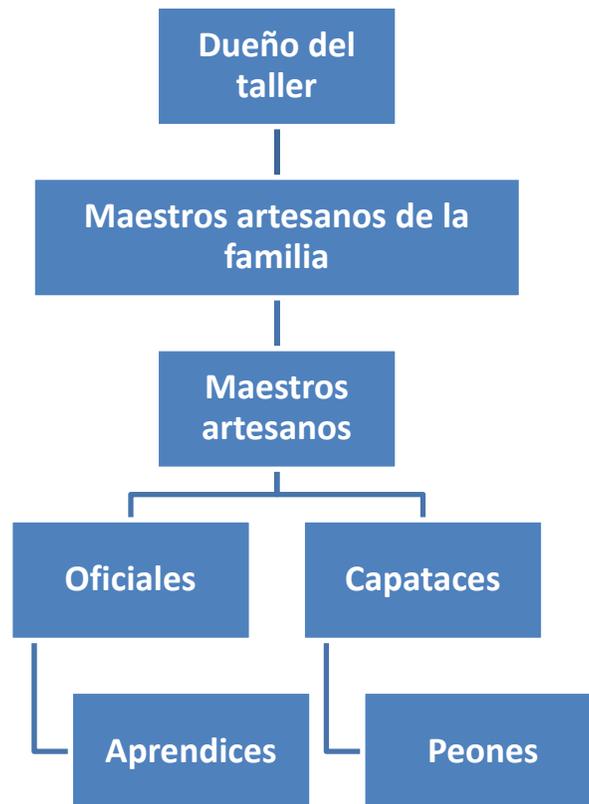
Considerando que es sumamente difícil la producción de un gran volumen de satisfactores, para un conjunto reducido de individuos (como es el caso de la estructura familiar), los artesanos se aglutinaron en las primeras corporaciones de carácter productivo dando paso al surgimiento de agrupaciones que eran especialistas en la producción de bienes específicos y generaron el embrión de los establecimientos industriales modernos.

El mejor ejemplo de lo anterior son los gremios, los cuales son definidos como una “corporación formada por maestros, oficiales y aprendices de una misma profesión y oficio” (Navarro, 2002). Lo anterior nos habla ya de un grado de jerarquización y distribución del trabajo (Figura 2), con la finalidad de hacer más eficiente e incrementar la producción de la agrupación, lo cual, aunque lejos de una estructura moderna como la conocemos en la actualidad, sienta las bases de las corporaciones modernas.

Los participantes en esta estructura jerárquica fueron los siguientes:

- *Dueños del taller:* Los artesanos con mayor experiencia y generalmente fundadores del mismo. También podía darse el caso de que se trataba de la descendencia en primera línea de parentesco, ya que las costumbres dictaban que los hijos o familiares en primera línea, heredaban la propiedad de las propiedades y medios de producción. Era el único autorizado en mantener contacto con otros gremios y actores externos, además del manejo de las ganancias y pagos que eran manipulados directamente por él.
- *Maestros artesanos de la familia:* Son los artesanos encargados de enseñar los procesos a sus subordinados, al ser miembros de la familia, gozan de ciertas prerrogativas y privilegios que no poseen los demás integrantes de los gremios.
- *Maestros artesanos:* Artesanos con experiencia por el tiempo de trabajo, encargados de transmitir sus conocimientos a los aprendices, pueden ascender en la estructura por medio de la integración a la familia por matrimonio.

Figura 2: Estructura jerárquica en las organizaciones de carácter artesanal



Fuente: Elaborado con datos de Navarro (2002) y Valdeón (2004).

- *Oficiales y capataces*: Son los encargados de vigilar que se cumpla el trabajo en tiempo y forma, además de controlar la calidad de los productos que se elaboran en el gremio u obraje. Las amonestaciones y castigos, eran parte de las funciones que desempeñaban, además eran los encargados de mantener orden en los establecimientos, así como brindar información de las nuevas funciones y actividades a sus subordinados.
- *Aprendices*: Son los miembros más inexpertos y que se agregan al gremio por necesidad o recomendación. No cuentan con goce de sueldo y estos tienen que aprender actividades y procesos, a fin de ser ascendidos a oficiales y capataces, para lo cual deben ganar la confianza de sus superiores.
- *Peones*: La clase más baja, no gozan de salario y se encargan de funciones repetitivas y tediosas, o de actividades cuyo fin es mantener en buen estado las instalaciones.

A pesar de que la revolución industrial, modificó la anterior jerarquía y perfeccionó los procesos enfocados a mejorar la distribución del trabajo, estas estructuras persistieron hasta nuestros días, de tal forma que algunas de las empresas más importantes de alcance global, la alta dirección se encuentra conformada por familiares o amigos (un ejemplo de esto es Bimbo).

En un inicio, el alcance de los gremios se limitó a un alcance regional, donde las materias primas y la mano de obra, eran abastecidas por integrantes de la misma comunidad, los cuales muchas veces llegaban a ser familiares o amigos, de tal forma que esta estructura además se convertía en una forma de convivencia y cohesión social entre los integrantes de la comunidad.

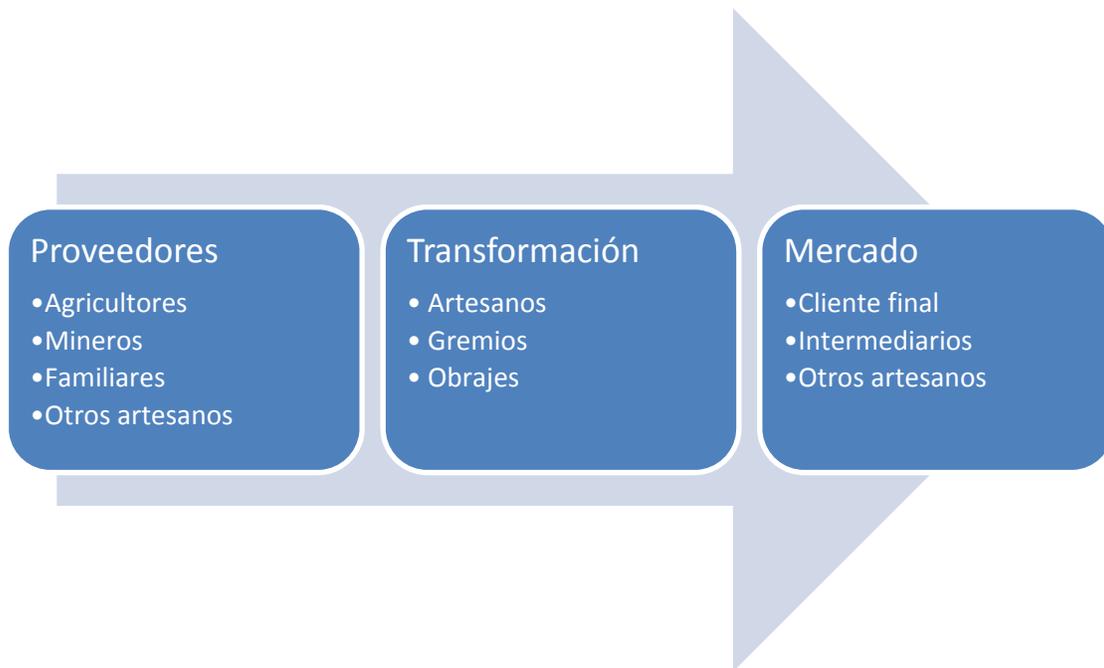
La interrelación con otros gremios y agrupaciones, como es el caso de los consulados de comerciantes y mercaderes⁵, permitió la constitución de complejas estructuras de abastecimiento, transformación y distribución, que es el antecedente de lo que en la actualidad llamamos cadenas productivas (Figura 3).

La aparición de este esquema de producción, las cuales abastecían materia prima de lugares más lejanos y aumentaban el alcance de los consumidores finales, permitió que se pudiesen elaborar productos más complejos, y que estos pudieran sobrepasar las fronteras de la región, llegando a lugares lejanos, donde las lenguas y costumbres eran completamente distintas a las de su lugar de origen.

El conjunto de estas agrupaciones que se encontraban interrelacionadas entre sí, además de establecer cadenas de producción complejas, que abastecían, transformaban y distribuían las materias primas y productos, también sirvieron como un núcleo de socialización, ya que muchas veces los elementos de estas cadenas, se encontraban relacionadas por lazos sociales significativos como la consanguineidad o la amistad.

⁵ Consulado comercial: Organización donde se aglutinaban los comerciantes y mercaderes, con fin de tomar acuerdos o establecer un frente unificado por causas comunes. Se puede decir que este tipo de corporaciones es el precedente de las modernas cámaras de comercio.

Figura 3: Cadena productiva de la estructura artesanal



Fuente: Elaborado con datos de Navarro (2002) y Valdeón (2004).

Las interrelaciones, llegaron a incluir a nuevos integrantes expandiendo las redes sociales, a tal grado que el conjunto de gremios, sirvieron como origen de comunidades, que se convirtieron en ciudades, que a partir de la edad media recibieron en nombre de “*burgos*”, que además dio origen a una nueva clase social, que aspiraba el ascenso paulatino por medio del incremento de las riquezas por medio del comercio: los burgueses (Valdeón, 2001).

Desafortunadamente, estas aportaciones se fueron diluyendo en las densas nieblas del pretérito, opacadas por las aportaciones de las Revoluciones Industriales, las cuales permitieron la generación de mayor volumen de productos y por consiguiente de riquezas, aunque a costa de un alto sacrificio social y ambiental, como se verá en subsiguientes capítulos.

Actualmente, es común observar que uno de los errores más habituales, es considerar que la artesanía es únicamente un producto final elaborado de forma manual, el cual es pintoresco y está vinculado con la tradición, el turismo y las carencias educativas y sociales.

La artesanía es algo que va más allá, es un modo de producción, es una forma de vida, un medio para satisfacer necesidades, un medio de generación de valor en la sociedad y sobre todo un sistema de cohesión que aglutina a elementos tan dispares que conforman las comunidades y sociedades.

El origen de la producción artesanal, está vinculado de forma directa con el origen y evolución de la civilización, ya que se trata del primer modo de producción conocido como tal; el modo de producción artesanal, es primitivo, debido a que presenta una nula automatización, siendo suplida por la habilidad de los trabajadores, el conocimiento técnico es adquirido de forma empírica y posteriormente transmitido por los elementos más experimentados; el uso de tecnología se utiliza al uso de herramientas básicas o maquinarias elementales, de tal forma que la cantidad de unidades obtenidas en la producción resulta realmente baja (Navarro, 2002).

A pesar de lo anterior, debido a las limitaciones en materia de recursos materiales y conocimientos técnicos, fue el primer modo de producción del que se tiene registro, ya que las primeras artesanías conocidas son las piedras talladas con fines utilitarios como manos de mortero para permitir la transformación de algunos insumos o afiladas con el fin de ser utilizadas como arma o herramienta (Etienne-Nugue, 2009).

La producción artesanal, fue predominante durante la edad antigua, la edad media y el renacimiento, hasta la llegada de la máquina de vapor en el siglo XVIII, invento que cambió de forma radical los paradigmas de la industria, y que permitió hacer más eficaces y eficientes los procesos productivos, dando pie a una nueva etapa, conocida como la revolución industrial, donde la mecanización y automatización de los procesos sería la constante.

Sin embargo, a pesar de la poca eficiencia de los procesos llevados a cabo en el modo de producción artesanal, y que los productos resultantes no se comparan en volumen con los que se verían a partir de la revolución industrial, es innegable que este modo de producción sentó las bases de la mecanización y automatización,

mediante el desarrollo de habilidades, competencias y herramientas necesarias en la transformación de materias primas en satisfactores.

A pesar del radical cambio de paradigma que fue relegando el proceso artesanal, debido a las innovaciones que surgieron en la revolución industrial, que dieron como resultado un significativo incremento en la producción y una drástica reducción de costos de producción, con el subsecuente incremento de ganancia (Navarro, 2002), la artesanía subsistió, relacionándose este concepto con las formas artísticas o tradicionales de una comunidad, cultura o país, debido a que los productos finales siempre serán exclusivos y únicos, ya que tienen el sello de cada fabricante, a diferencia de los productos industrializados, los cuales a simple vista resultan idénticos.

En todas las partes del mundo, es posible encontrar productos obtenidos de forma artesanal, aunque en algunas latitudes esto es más difícil, debido a que este modo de producción y tradición, se ha visto desplazado por los modelos más eficientes y eficaces, en la búsqueda de incrementar la producción, y por consiguiente obtener un mayor margen de utilidades en un corto plazo.

Existen países donde la producción artesanal forma parte del día a día, que las personas ignoran que el producto que tienen en frente se trata de una artesanía, a pesar de que si se contempla con detenimiento, pueden existir productos parecidos, más no iguales.

Ante esta realidad, la forma de producción artesanal se encuentra amenazada por los embates de la industrialización y globalización, donde la generación de valor se encuentra en el volumen de producción y ventas, de tal forma que quedan de lado valores como la identidad o el toque particular que tienen cada producto obtenido.

Considerando que la artesanía es considerada como el origen de los sistemas de producción modernos, además de que el resultado de esta, es la consecución de productos que representan la expresión de los valores, el arte, la religión, la cultura, el entorno y la cotidianidad de distintos lugares del mundo, la UNESCO su

convención realizada en el año de 2003, consideró que las técnicas de producción artesanal tradicionales, representan la mejor expresión del patrimonio intangible de la humanidad, ya que es uno de los raros ejemplos donde se conjuga el desarrollo de conocimientos y tecnologías, con la expresión del alma de los pueblos de una forma diversa.

Sin embargo, este tipo de expresión se encuentra amenazado en nuestros días, debido a la imposición paulatina de un paradigma neoliberal y globalizante donde las ganancias y beneficios macroeconómicos, son lo único importante, dejando de lado la expresión popular y los conocimientos tradicionales, los cuales constituyen una parte fundamental de la identidad de los pueblos.

A pesar de estas amenazas, existen numerosos pueblos en el mundo, los cuales gracias a su voluntad, trabajo y esfuerzo, han resistido los embates del mundo globalizado, preservando una buena parte de sus expresiones culturales y sociales, por medio de la artesanía, ya que representa además de un modo de producción, un mecanismo de cohesión y pertenencia a la comunidad, debido a que sus estructura productivas, permiten la generación de redes sociales⁶ que fortalecen la comunicación y cooperación entre los distintos integrantes de los pueblos.

México es un caso paradigmático de lo anterior, ya que se trata de uno de los países con mayor tradición artesanal que aún perdura en nuestros días en amplias regiones del país, donde sus técnicas artesanales son extremadamente complejas y ricas, debido a que en esta tradición convergen cuatro raíces que además de enriquecer el conocimiento y los productos obtenidos, han forjado la identidad de nuestra nación.

⁶ Red Social: De acuerdo con la teoría de J.A. Barnes, dada a conocer en el año de 1954, una red social es definida como un conjunto de relaciones complejas entre todos los integrantes de los sistemas sociales que conforman la sociedad, de tal forma que se señala que todos los habitantes del planeta se encuentran interrelacionados por diferentes criterios, ya sea parentesco, amistad o profesión, entre otros criterios.

Dichas raíces son la indígena, que procede de los pobladores originarios de nuestro territorio nacional; la europea, la cual viene de los primeros conquistadores y colonizadores españoles que introdujeron herramientas, procesos y productos; la africana, originaria de los esclavos traídos por los europeos con el fin de sustituir la mano de obra indígena y la asiática, como resultado de los intercambios económicos por medio de la nao de China o de Filipinas⁷.

Aunado a la diversidad de climas, recursos y culturas que son originarias de nuestro país, se puede observar que México, es uno de los países más ricos en materia artesanal sobre la faz de la tierra.

2.2. La artesanía en México

2.2.1. Antecedentes de la producción artesanal en México

Debido a la posición geográfica de la República Mexicana, la cual se encuentra situada entre dos mares, con un relieve atravesado por dos grandes cadenas montañosas ha permitido que dentro de su territorio exista una gran variedad de climas, que por momentos resultan contradictorios y que ha causado maravilla de propios y extraños.

Cuenta una anécdota que cuando el rey emperador Carlos I de España y V del Sacro Imperio Romano Germánico, preguntó al conquistador español Hernán Cortés como eran las nuevas posesiones de la corona de Castilla, el conquistador tomo un duro pergamino del escritorio del soberano, lo hizo un puño y con un gesto teatral lo depositó de nuevo en su escritorio al tiempo que decía, “*Esto es México*”.

⁷ Nao de China o Filipinas: Conjunto de navíos que salían del puerto de Acapulco con destino a puertos de Filipinas, Japón o China, con el objeto de obtener mercancías y materias primas originarias de estas regiones. Lo anterior permitía abastecer de productos como la seda y el té a la metrópoli española.

De acuerdo con Carlos Fuentes (2000, p. 23), México es *“un país de valles que se convierten en montañas que se convierten en desiertos, un país de orografía abrupta y comunicaciones difíciles. Un país cruzado por el trópico de Cáncer y de norte a sur por las dos vertientes de la sierra madre coronada por los grandes volcanes: el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Citlaltépetl, el Nevado de Toluca.”*

Con la descripción anterior, podemos hacernos una idea de que así como la diversidad de climas es grande en nuestro país, también es grande la cantidad de recursos naturales que se pueden aprovechar a lo largo y ancho de la geografía de nuestro país, los cuales son igual de diferentes que sus habitantes: vegetales, minerales, tierras fértiles, recursos energéticos y un clima particularmente bondadoso.

Ante esta riqueza biológica y material, no es de extrañarse que en nuestro país se haya establecido una industria artesanal particularmente grande, que estuvo ligada a la par con la llegada de los primeros pobladores al suelo mexicano hace miles de años.

De los ejemplos artesanales más antiguos, los testimonios de la Sierra de San Francisco en la península de la Baja California, son el mejor ejemplo expresados en herramientas rudimentarias, que en un futuro sentarían la base de los morteros que actualmente conocemos como *“Molcajetes”* y *“Metates”*, los cuales fueron utilizados para obtener pigmentos y las primeras harinas de semillas y raíces comestibles hace aproximadamente 10 000 años (Vara F. G., Sierra de San Francisco: Mensajes de la Prehistoria, 2002).

La transición de los pobladores de cazadores recolectores a comunidades sedentarias, permitió la formación de las primeras formas de producción artesanal organizada, las cuales estaban enfocadas en obtener productos utilitarios que permitieran satisfacer las necesidades de estos núcleos poblacionales, de tal forma que se sentaron las bases de la producción agrícola con fines alimenticios y la producción de herramientas y artículos de uso cotidiano como es el caso de

vasijas, “coas⁸”, cuchillos de pedernal y otros artículos utilizados en el día a día de los pobladores originarios del territorio nacional.

Conforme pasó el tiempo, la evolución de las estructuras jerárquicas y de distribución del trabajo, permitió la creación de un mercado interno y diversificado, el cual producía artículos con fines diversos de gran belleza, como es el caso de joyas elaboradas a partir de piedras verdes, braseros ceremoniales y cerámica decorativa.

Un ejemplo de esto es el establecimiento de obrajes en la ciudad prehispánica de Teotihuacán en el altiplano central, donde de acuerdo con las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia en los últimos años, dichos establecimientos realizaban actividades productivas que presentaban similitudes con los procesos de fabricación en serie propios de la Revolución Industrial, aunque estas actividades eran realizadas de forma rudimentaria y no mecanizada (Vara F. G., 2002).

Estos paradigmas productivos, que se cree que surgieron alrededor del siglo I o II de nuestra era, se difundieron entre todos los pueblos de Mesoamérica, creando una red comercial, donde la producción artesanal se había convertido en uno de los pilares fundamentales de la economía de la sociedad precortesiana, con la particularidad de que el entorno, había favorecido el surgimiento de soluciones ingeniosas y avanzadas para su tiempo.

Cuando se produjo el encuentro entre el mundo europeo y el indígena, se produjo un choque no sólo de costumbres y tradiciones, sino también de paradigmas y sistemas económicos. Aunque el comercio, los obrajes y los mercados indígenas fueron objeto de admiración de los primeros europeos, la estrecha visión de éstos últimos, y la cerrazón ante nuevos paradigmas, dio como resultado una lucha incesante, con el objeto de imponer los puntos de vista europeos.

⁸ Coa: Instrumento similar a una lanza con una punta punzocortante de pedernal, y en años recientes metal, utilizado para realizar agujeros en el suelo, con la finalidad de depositar semillas para su siembra. Fue uno de los instrumentos básicos en los procesos agrícolas de las sociedades Mesoamericanas precolombinas.

Sin embargo, la erradicación de las estructuras indígenas fue imposible por diversos motivos, en parte la realidad social y del entorno era completamente distinta a la del viejo continente, por otra parte es imposible cambiar la idiosincrasia de los pueblos de la noche a la mañana, por lo que las estructuras artesanales indígenas perduraron durante la época colonial, a tal grado que algunas formas de producción artesanal aún persisten en nuestros días.

A las formas de producción artesanal indígenas, se sumaron algunas las formas de producción artesanal europeas, las cuales fueron difundidas principalmente por los primeros evangelizadores, en un afán de reorganizar las estructuras laborales en el territorio de la ahora Nueva España, las cuales se encontraban colapsadas como parte del impacto de la conquista española.

El afán inicial de los misioneros, era la formación de estructuras sociales donde la enseñanza de nuevas actividades artesanales, junto con la predicación del evangelio y el aprendizaje de la cultura e idioma castellano, permitiese la paulatina asimilación de la cultura europea por parte de los habitantes originarios del territorio recién conquistado.

De esta forma nacieron experimentos como los pueblos hospitales establecidos por Fray Vasco de Quiroga en los alrededores de la Ciudad de México y Michoacán en el siglo XVI, o el sistema misional que se constituyó en el norte del país, cuyos impulsores fueron principalmente los misioneros jesuitas a lo largo de los siglos XVII y XVIII.

En ambos casos, el resultado fue una tradición artesanal mestiza que aún subsiste hasta nuestros días (Figura 4), como es el caso de las plantaciones de dátiles en la península de la Baja California o los pueblos de Santa Clara del Cobre y Santa Fe de la Laguna, ambos en Michoacán, donde la producción de artesanías en cobre y madera, son el sostén de la economía de estos pueblos desde tiempos de "Tata Vasco".

Figura 4: La alfarería es el mejor ejemplo del arte mestizo, el cual pasa de tener un carácter exclusivamente utilitario, a tener un valor agregado con los acabados artísticos con técnicas europeas



Fuente: Colección del autor

Aunque la Constitución de Cádiz en 1812 y la Constitución Federal de 1824 abolían las estructuras gremiales, estas permanecieron inmutables durante buena parte del siglo XIX, las cuales se fueron diluyendo con la aparición de adelantos tecnológicos como la máquina de vapor que permitieron la optimización y automatización del trabajo.

El año 1823, fue un hito en la historia de la industria nacional, debido a la introducción de las primeras máquinas de vapor en el estado de Yucatán, por parte de empresarios británicos, a fin de mecanizar y optimizar la producción de

hilos y cordelería, siendo “*La aurora de la industria yucateca*”, la primera fábrica moderna de México (Bernecker, 1992).

Otros procesos que se modernizaron, fueron los relacionados con la minería, con la introducción de la primera maquinaria impulsada por vapor en las minas de Mineral del Monte en Hidalgo, en el año de 1825, por empresas de capital inglés.

Sin embargo, la inestabilidad social, la lejanía con el continente europeo y el poco interés por realizar inversiones de alto riesgo, por parte de los empresarios extranjeros, hicieron que la revolución industrial llegara a nuestro país con un siglo de retraso, lo que permitió la preservación de las estructuras gremiales hasta el porfiriato, cuando se inicio la industrialización de nuestro país.

Con el triunfo de la revolución, se inicia el deseo de iniciar una modernización e industrialización más agresiva de nuestro país, por lo que muchos de los establecimientos gremiales, se transformaron en las primeras industrias del país, las cuales perdieron su carácter artesanal, en búsqueda del incremento de producción y utilidades.

Pero al mismo tiempo en la década de 1920, en un afán nacionalista y de búsqueda de la identidad mexicana, el gobierno dio un impulso sin precedentes a la producción de artículos arquetípicos de lo que en realidad es lo mexicano, por lo que algunas industrias artesanales tuvieron un “boom” significativo, de tal forma que muchos objetos cuya finalidad inicial fue la utilitaria, se convirtieron en artículos suntuarios por sus finos acabados, lo que les abrió la puerta a los mercados globales.

Para 1950, la industrialización ocupaba un papel preponderante en nuestro país, alcanzando la producción de productos que se identifican con lo mexicano, sin embargo a pesar de estos embates, la producción artesanal se mantuvo en diferentes regiones del país, en parte por la carencia de recursos para modernizar las herramientas, en parte por una voluntad inquebrantable de mantener las tradiciones y costumbres que han perdurado por lo menos durante treinta siglos y que han moldeado la identidad del pueblo mexicano.

2.2.2. Situación de la actual de la artesanía en México

La producción de artesanías, se ha convertido en uno de los identificadores de México en el mundo, por su calidad, colorido y complejidad en el resultado final, convirtiéndose en uno de los productos más demandados y conocidos por habitantes de otros países.

De acuerdo con el Congreso de la Unión (Sales, 2011), en un intento de delimitar la industria artesanal, los artesanos mexicanos, han sido clasificados en tres categorías, de acuerdo a su origen y forma de aprendizaje de la actividad artesanal que desempeñan:

- *Artesano tradicional*: el aprendizaje se lleva a cabo de dos formas, por conocimiento empírico o por la transmisión del conocimiento de generación en generación. Generalmente su creación es utilitaria, ya sea con fines cotidianos (como es el caso de las herramientas) o como forma de llevar a cabo tradiciones o costumbres arraigadas en la comunidad (un ejemplo de esto los fabricantes de artículos que se utilizan en las festividades religiosas). Es parte de la comunidad y utiliza las materias primas que están a su alcance en la región, se agrupan generalmente en estructuras gremiales de núcleo familiar.
- *Artesano formal urbano*: busca la creación de objetos con fines utilitarios, sin embargo, el es consciente , de que la añadidura de elementos artísticos, puede dar un valor agregado a su creación, por lo que depura su técnica y experimenta con materias primas que son originarias de lugares más lejanos que la región de donde es oriundo el artesano.
- *Artesano formal de academia*: recibe una formación en una institución educativa, mediante el uso de conocimientos codificados y sistematizados. Este tipo de artesanos, convierte los instrumentos de consumo, en obras de valor artístico, de tal forma que aunque no pierden su valor utilitario, su valor real se encuentra en la creación estética y artística que se ha asignado a la pieza en cuestión.

México, tiene artesanos de los tres tipos con reconocimiento internacional, debido a la calidad de sus creaciones, además de su valor estético y artístico, el cual es incalculable, ya que han sido parte esencial en la formación de la nacionalidad mexicana, lo que hace que sus creaciones sean difíciles de cuantificar en términos monetarios.

Sin embargo, a pesar de que representa un elemento indisoluble de la idiosincrasia y de la economía de amplias regiones del país (sobre todo las rurales), no existen datos exactos de la situación actual de la producción artesanal de México, lo anterior se debe a múltiples factores:

- *La artesanía no es la principal fuente de ingresos de numerosas familias:* esta actividad, muchas veces se preserva por tradición o herencia del pueblo, sin embargo los artesanos, muchas veces tienen otro trabajo en otros sectores productivos, debido a que aportan una mayor cantidad de recursos, los cuales son utilizados para el sostén de las familias.
- *No existe un consenso sobre la consideración de la artesanía como actividad económica en las encuestas oficiales:* las encuestas oficiales de actividades económicas elaboradas por el INEGI y la Secretaría de Economía, además de otros organismos oficiales, sólo toman en cuenta la actividad primaria que sirve como sostén de las familias; por tal motivo otras actividades que aportan ingresos secundarios, son descartadas de las metodologías, lo que trae como resultado una disminución significativa de datos, reduciendo la confiabilidad de los estudios realizados.
- *Falta de consenso de que es la artesanía:* por otro lado la falta de una definición por parte de los organismos oficiales, excluye muchas actividades de este ramo. Muchas veces la definición varía radicalmente de organismo a organismo, por lo que es extremadamente complicado encontrar información homologada al respecto.
- *Temor por parte de los productores:* otro factor, es el temor por parte de los artesanos y productores a la implementación de políticas impositivas por parte de las autoridades (principalmente las fiscales), cuyas medidas son

percibidas como draconianas e inquisidoras, lo que hace que exista un recelo a declarar esta actividad como un fuente de sustento.

- *Poco interés por parte de las autoridades en la materia:* desde la adopción del modelo económico neoliberal en el año de 1982, se ha centrado un especial interés por parte de las autoridades en el estudio de las variables macroeconómicas, las cuales se centran principalmente en las industrias transnacionales y la producción a gran escala. Por tal motivo en automático la producción artesanal queda descartada, considerando que el volumen de utilidades no es tan representativo comparado con otras industrias de la transformación automatizadas.
- *Falta de un censo de artesanos confiable:* no existe en la actualidad un dato que refleje cual es el número real de artesanos que existe en el país, debido en parte a los motivos planteados en los puntos anteriores.

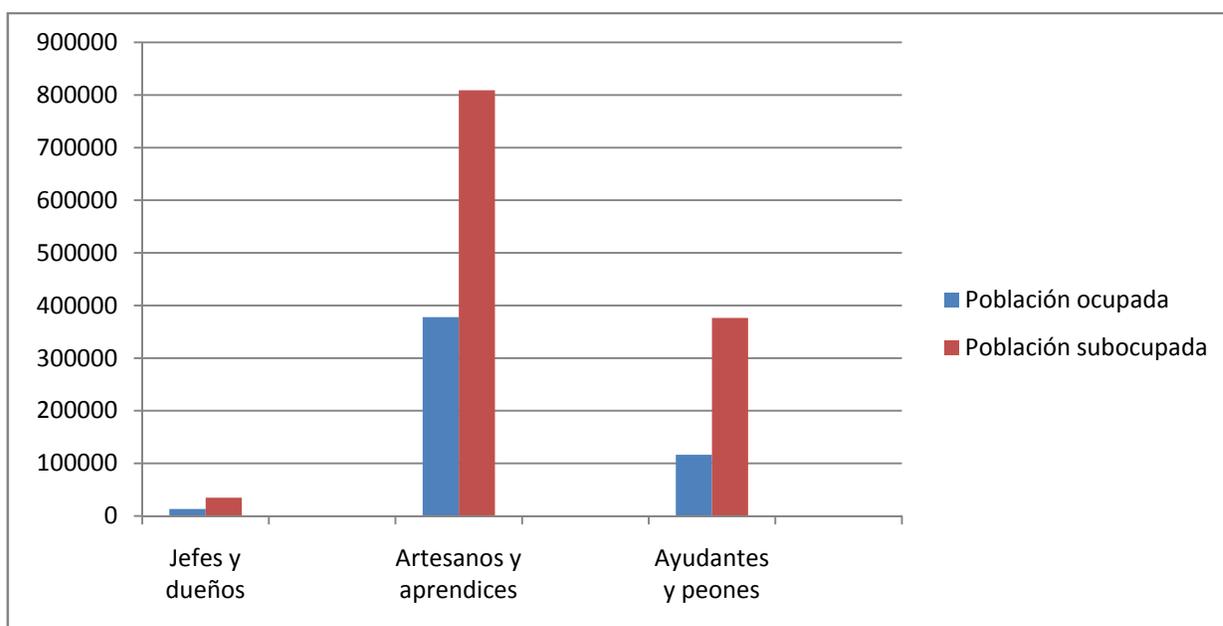
Aunque la suma de estos factores, dificulta emitir un juicio exacto, de la situación actual del sector artesanal en México, existen datos que nos permiten aproximarnos a la realidad de este sector económico, en materia de volumen de trabajadores empleados, derrama económica e importancia social de este sector.

El Congreso de la Unión (Sales, 2011), estimaba en el año 2002 que existían un total de 12 millones de artesanos mexicanos, posteriormente, en el año 2004, la UNESCO, dentro de este mismo informe reportaba que existía una reducción alarmante en el número de artesanos en 6.8 millones. El INEGI, en un estudio entregado en el año 2005 a la Cámara de Diputados, señaló que en México había un total de 4 millones de artesanos.

Dentro de este informe el INEGI menciona en el año 2011, que existían poco más de 1 millón 800 mil artesanos, de los cuales únicamente 507 368 personas mayores de 15 años utilizaron los talleres artesanales como medio de subsistencia primario para satisfacer las necesidades de ellos y sus familias, dedicándose a esta actividad de tiempo completo (Sales, 2011).

El resto, que ocupa un total de 1 290 547 personas, se encuentran subempleados, esto quiere decir, que además de la actividad artesanal, utilizan otra actividad productiva para obtener recursos, los cuales son utilizados para satisfacer sus necesidades propias y de sus familias (Figura 5) (Sales, 2011).

Figura 5: Distribución de la población mayor de 15 años que se dedica a la actividad artesanal



Fuente: Elaborada con datos del Congreso de la Unión (Sales, 2011).

Los estados que concentran el mayor volumen de subocupación son: El Estado de México, Tamaulipas, Jalisco, Guanajuato y Nuevo León; en estos casos se observa que se trata de estados, donde la tendencia es el incremento de la industrialización en sus territorios, lo que ha fungido como factor para que algunos de sus habitantes abandonen la actividad artesanal, como medio primario de subsistencia (Sales, 2011).

De la mano con el proceso industrialización de la economía nacional, también existe una tendencia de transformar los establecimientos artesanales a talleres semi-industrializados, mediante la adopción de maquinaria y procesos, propios de la producción industrial, con el fin de incrementar la producción de este tipo de locales.

De seguir esta tendencia, la actividad artesanal se encontraría en un peligro latente, que de perderse, representaría un fuerte golpe no sólo a la economía de nuestro país, sino a la cultura y a la esencia de lo que nos hace mexicanos, perdiéndose parte de la memoria de nuestro pueblo, la cual ha sido preservada en procesos antiquísimos, de los cuales algunos son testimonios vivos de las formas de organización y producción indígenas que tienen una antigüedad de por lo menos 30 siglos.

Este problema se agrava, ante la falta de datos exactos, fidedignos y oportunos, ya que no existe información actualizada desde hace por lo menos 3 años, y la que existe por momentos llega a ser contradictoria o exagerada, debido a lo heterogéneo de las metodologías y criterios que se han utilizado en la consecución de datos para obtener información.

Por lo anterior es necesario generar metodologías, criterios y plataformas de información que homologuen y almacenen esta información, a fin de evitar lagunas y malas interpretaciones, de tal forma que se mejore la calidad de la información, y por consiguiente la toma de decisiones.

Un ejemplo de esto, es la información entregada por distintas instancias gubernamentales acerca de la situación artesanal en México, en el año 2014 el Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías, reportó que existían 12 millones de artesanos (Romero A. , 2014); en cambio el INEGI, reportó que el número era de poco más de la mitad.

Por tal motivo, la generación de información confiable de la producción artesanal, es un pendiente que queda por resolver por parte de los censos económicos y las bases de datos creadas ex profeso para este fin.

Uno de los principales problemas que atraviesa la artesanía, es el paulatino envejecimiento de la mano de obra, ya que de acuerdo a los estudios, aproximadamente un 80% de los artesanos tiene una edad que oscila entre los 40 y los 80 años, lo que habla de una desmovilización de las nuevas generaciones en

el aprendizaje de estos conocimientos ancestrales como forma de vida (Sales, 2011).

Es sumamente grave, el hecho de que el conocimiento tradicional, depositado en las personas mayores, se pierda como resultado del entorno social y los embates de un sistema económico donde lo que importa es el mayor volumen de utilidades en el menor tiempo posible; en las regiones más pobres la necesidad obliga a los artesanos a emplearse en trabajos, que a pesar de los exiguos salarios, la periodicidad de su entrega permite tener una fuente de ingresos constante, la que se utiliza en la manutención propia y de sus familias.

Existen otros casos, donde los mismos artesanos, en busca de mayores ingresos, ceden a las exigencias económicas y modernizan sus herramientas y proceso, en pos de obtener un mayor volumen de ganancias, perdiendo de esta manera su carácter artesanal y único, pasando a ser una producción homologada en serie, que aunque les aportará mayores ganancias en menor tiempo, esto será a costa del sacrificio del conocimiento tradicional, cuyo valor es incalculable.

A pesar de lo anterior, la tradición aún persiste con rigor, ya que apenas un 5% de los artesanos declara que hace uso de técnicas modernas de fabricación y diseños innovadores, así como canales de distribución modernos. Un 65% sigue elaborando las artesanías con pocas o nulas diferencias en comparación de la producción de sus antepasados y un 30% menciona que aunque utiliza las técnicas tradicionales, también ha incorporado de alguna forma nuevos elementos que le permita mejorar la distribución o la calidad del trabajo (Hernández, Domínguez, & Caballero, 2007)

Los motivos por los cuales un artesano rechaza la innovación, enfocada a su producción son diversos, entre los más importantes destaca el desconocimiento de las personas que hacen las recomendaciones del contexto en el que viven los artesanos, por otro lado el costo, la dificultad de aprendizaje o la sensación de imposición, hacen que este tipo de mejoras sean vistas con recelo.

Dentro de las principales innovaciones que han sido aceptadas con menor dificultad, el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), de las cuales las más utilizadas han sido los teléfonos celulares, el correo electrónico y las plataformas de “*social media*”⁹, que han sido aprovechadas por los artesanos, como un medio de comunicación que permite rebasar las fronteras, así como un escaparate que abre al mundo sus creaciones, rompiendo las barreras geográficas imperantes hasta ese momento.

Dentro de este contexto, se estima que 98% de las empresas enfocadas a la producción artesanal en nuestro país, son pequeñas y medianas, aglutinadas principalmente dentro de una estructura familiar o gremial, las cuales se encargan de la transformación de gran variedad de materias primas cuyo origen es diverso, ya que pueden ser animal, vegetal o mineral (Sales, 2011).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del INEGI de 2010, el estado de Oaxaca es el estado que tiene la mayor cantidad de artesanos del país registrados, con un total de 58 398 personas clasificadas dentro de este rubro, le siguen los estados de Guerrero con 39 107 artesanos, el Estado de México con 34 687 personas, Jalisco tiene 32 504 habitantes empleados en la producción artesanal y Yucatán cuenta con 29 310 habitantes (Figura 6 y Cuadro 1).

⁹ Social media: Plataforma de comunicación, que se basa en la teoría de la red social, la cual es utilizada como medio de esparcimiento y socialización por parte de sus usuarios. En últimos años, se ha diversificado su uso siendo el principal los fines comerciales.

Cuadro 1: Número de trabajadores industriales, artesanos y ayudantes en el sector de población ocupada por entidad federativa. Tercer trimestre de 2011¹⁰

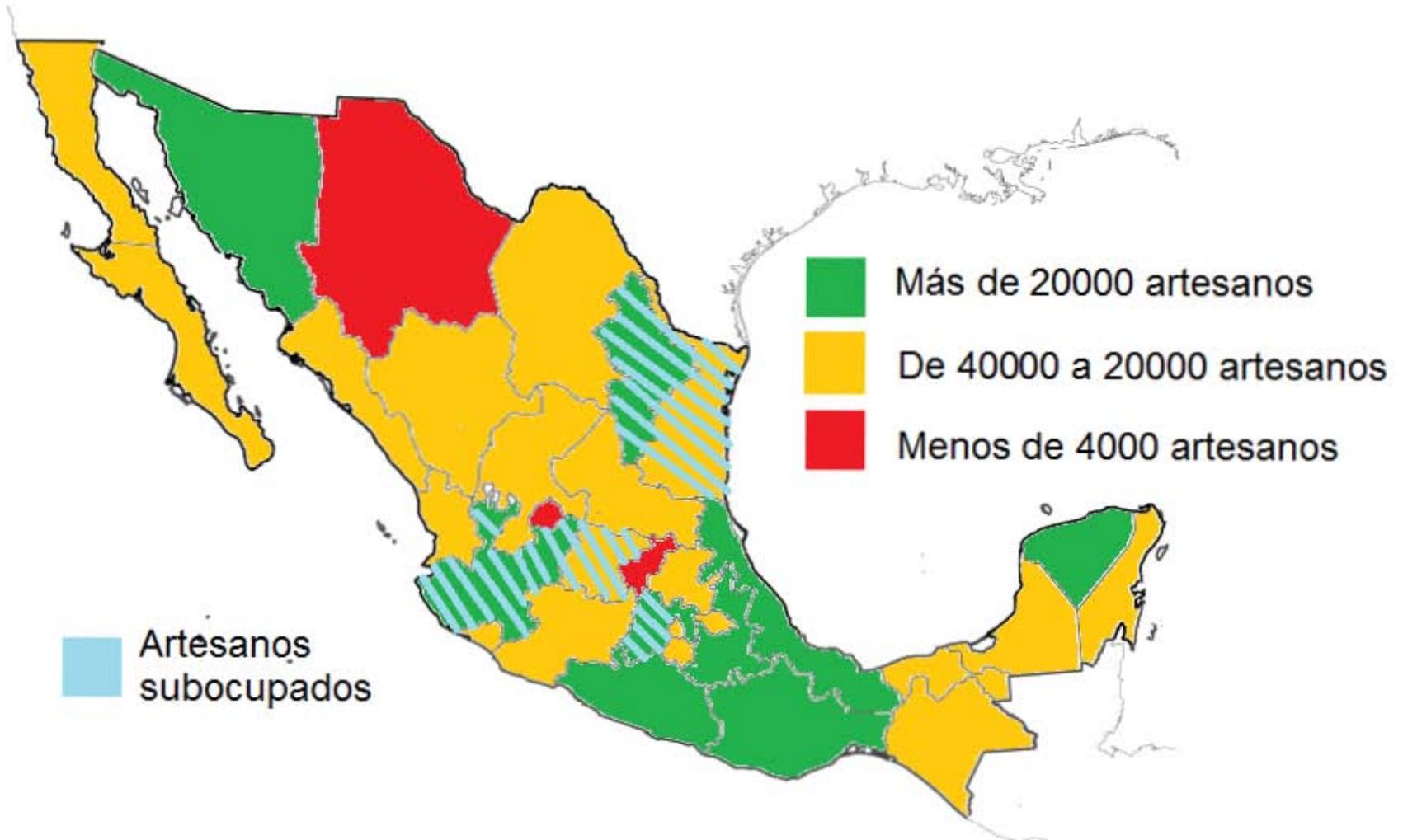
| Estado | Número de trabajadores | Entidad | Número de trabajadores |
|---------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Aguascalientes | 1610 | Morelos | 4961 |
| Baja California | 6512 | Nayarit | 6028 |
| Baja California Sur | 5148 | Nuevo León | 23350 |
| Campeche | 5905 | Oaxaca | 58398 |
| Ciudad de México | 7736 | Puebla | 28354 |
| Coahuila | 19594 | Querétaro | 2836 |
| Colima | 4395 | Quintana Roo | 13290 |
| Chiapas | 12821 | San Luis Potosí | 10658 |
| Chihuahua | 2812 | Sinaloa | 14259 |
| Durango | 4739 | Sonora | 25329 |
| Guanajuato | 13383 | Tabasco | 5256 |
| Guerrero | 39107 | Tamaulipas | 28027 |
| Hidalgo | 10511 | Tlaxcala | 10157 |
| Jalisco | 32504 | Veracruz | 24958 |
| Estado de México | 34687 | Yucatán | 29310 |
| Michoacán | 11640 | Zacatecas | 9093 |

Fuente: Congreso de la Unión (Sales, 2011)

Basado en las estadísticas anteriores, determinar qué estado es el que tiene la mayor industria artesanal del país, sería una labor complicada y quizás infructuosa, debido a que la realidad multicultural y biodiversa de nuestro país, hace que cada estado tenga algo que ofrecer, ya sea en alimentos, objetos utilitarios o creaciones ceremoniales o artísticas, a pesar de que estas no sean muy atractivas a los turistas o consumidores de gusto refinado.

¹⁰ Estas estadísticas solamente engloban la producción de arte popular y alimentos en menor medida, excluye la creación de otros productos que se producen de forma manual. Además cabe señalar que existe un gran número de artesanos fuera de este registro, debido a que están fuera de los programas de apoyo.

Figura 6: Distribución del número de artesanos a nivel nacional



Fuente: Elaborado a partir de datos del Congreso de la Unión (Sales, 2011)

Dentro de las categorías utilitarias, se encuentra que su consumo está delimitado prácticamente al ámbito doméstico, los cuales siguen siendo ampliamente utilizados por una buena parte de la población del país como es el caso de algunos instrumentos utilizados en la limpieza del cuerpo (fibras de zacate), la producción de textiles, alimentos, utensilios de cocina u otros similares.

Desafortunadamente, al ser artículos cotidianos cuyo uso queda restringido principalmente a las comunidades que los fabrican, su importancia en la economía no son tomados en cuenta por la mayoría de los estudios realizados hasta el día de hoy, debido a que se consideran ejemplos marginales que no se encuentran en todo el país.

Además de la falta de apoyo en este sector, tienen que hacer frente a la competencia de productos similares, los cuales son producidos de forma masificada, donde las empresas reciben subvenciones federales y exenciones fiscales, lo que coloca a los artesanos en una situación competitiva desventajosa, donde la distribución inequitativa de los apoyos,

El resultado de esta visión reduccionista e incompleta, es la presentación de estudios parciales que únicamente dan una visión a nivel macroeconómico del impacto del arte popular en el extranjero, pero alejados del impacto real de la industria artesanal a nivel interno y externo.

En un intento de apoyar a los productores de la industria artesanal, principalmente los productores de arte popular, se han implementado programas de apoyo gubernamental, enfocados a la satisfacción de necesidades primarias como la compra de materias primas y el pago a los trabajadores, de la misma forma que apoyo financiero, logístico y legal, de tal suerte que los productores puedan colocar sus productos en mercados internacionales (Sales, 2011).

Entre las instituciones surgidas ex profeso para este fin se encuentra el Fondo Nacional para el Fomento de la Artesanía (FONART), cuyo fin es el apoyo y promoción del trabajo de los artesanos de nuestro país y el programa Pro México, diseñado para que los mexicanos puedan colocar sus productos en el extranjero.

Las aproximaciones realizadas en estos años, calculan que la aportación por concepto de exportaciones de artesanía, asciende a poco más de 5339 millones de dólares, siendo los principales mercados destino los Estados Unidos y la Unión Europea (Sales, 2011).

Esta tendencia va incrementando paulatinamente año con año, debido a la valoración y reconocimiento, convirtiéndolas en un mercado sumamente atractivo con un potencial de crecimiento extraordinario. Gracias a esto se han abierto nuevos mercados como es el caso de Canadá, Colombia, Australia, Japón, la República Popular de China, entre otros países (Forbes México, 2014).

En la actualidad, según información proporcionada por el programa Pro México (2017), el sector artesanal es considerado como una actividad privilegiada, la cual es un importante nicho de oportunidad, debido al valor agregado que da el artesano a los productos que salen de sus talleres.

Siguiendo esta línea de información que proporciona el programa, menciona que al ser objetos de interés de propios y extraños, estos son bien recibidos por una diversidad mayúscula de personas, por lo que la instalación de tiendas de artesanías, es una actividad altamente viable para los artesanos.

De acuerdo con Pro México (Forbes México, 2014), el costo de exportación de los artículos artesanales, tiende a ser menor que el de los artículos perecederos, debido a que el costo de embarque y distribución es menor, de tal suerte que el artesano puede obtener un mayor margen de utilidades por concepto de ventas en el extranjero.

Los principales artículos de exportación han sido la alfarería, la orfebrería, los textiles bordados a mano, los muebles, los alimentos y los artículos clasificados dentro de las artes decorativas, siendo los estados de Oaxaca y Puebla, los principales lugares de origen de este tipo de artículos (Sales, 2011).

Sin embargo, a pesar de las buenas intenciones de este programa, la información arrojada demuestra que los resultados aún son exigüos: cerca del 12% del

universo de estas organizaciones tiene acceso a los mercados internacionales (Sales, 2011), de los cuales la mayoría se dedica a la producción de artículos decorativos o del folklore popular, dejando de lado otros tipos de producciones artesanales.

Además, la complejidad de obtener estos apoyos debido a las trabas burocráticas, la centralización y las cantidades máximas de apoyo (que no sobrepasan de los 30 mil pesos), aunado a las trabas administrativas para colocar los productos en los mercados formales, hacen que estos programas sean insuficientes y exista la percepción generalizada de desatención y poco interés por parte de las autoridades competentes (Sales, 2011).

Uno de los principales problemas, dentro de este contexto es la hiper-dependencia del mercado estadounidense, ya que el 91% de las exportaciones se realizan a nuestro vecino del norte, mientras que el segundo lugar, que son los países que conforman la Unión Europea, apenas recibe un 2.7% de las exportaciones, a pesar de que somos el principal abastecedor de artesanías de Latinoamérica (Sales, 2011).

Aunque Pro México, habla de un incremento de ventas a otros mercados, estos tienen un papel raquítico y de una mala planeación en los programas de exportación, donde las estadísticas dan a entender que el único mercado importante es el de los Estados Unidos, lo que es extremadamente peligroso, considerando que si en determinado momento el principal comprador dejase de aportar el flujo comercial habitual, puede poner en riesgo ese sector productivo por la disminución de ventas.

También es importante hacer notar que las anteriores estadísticas únicamente engloban el ramo de las creaciones artísticas populares, por lo que se desconoce realmente cuanto es la aportación monetaria real de la producción artesanal de productos utilitarios, arte popular, herramientas y otro tipo de artesanías.

La falta de una definición oficial de qué es considerado producto artesanal, de acuerdo a las directrices de la UNESCO, hace que la distribución de aranceles y

apoyos para los artesanos, sea inequitativa beneficiando a los productores de arte popular, pero afectando a otros artesanos que producen artículos cuyo valor recae en lo utilitario.

Aunado a lo anterior, los últimos estudios realizados por el FONART, señalan que aunque el mercado de las artesanías posee una tasa de crecimiento de 4% anual, la producción no es considerada como rentable y existen retos significativos en este ramo, como la constitución de programas debidamente diseñados y estructurados que se adapten a la realidad de los artesanos, mejorar la promoción comercial y establecer estructuras que sean más eficientes en la producción y distribución de los bienes que salen de los talleres artesanales (Romero A. , 2014).

A pesar de este panorama complejo y por momentos desalentador, la producción artesanal en los últimos años ha tenido un cierto grado de florecimiento dentro de los mercados internacionales y nacionales, de tal forma que su potencial, debidamente canalizado y con las políticas públicas adecuadas que se adapten a la realidad de los productores, pueden constituirse en algo más que un escaparate enfocado a turistas y visitantes.

Por lo que, para poder llegar a esta visión, es necesario atravesar y superar, una serie de retos y desafíos de variada dificultad, de tal forma que se pueda materializar la explotación de este potencial en un mediano y largo plazo.

2.2.3. El futuro de la artesanía en México: un panorama de claroscuros

Tomando en cuenta el panorama anterior, se puede observar que existen retos significativos por parte de los artesanos, instituciones y académicos, con el objeto de generar un punto de equilibrio entre la consecución de utilidades y la preservación del saber tradicional.

Algunos de estos retos son de carácter interno, otros externos, lo que genera un panorama complejo en un corto plazo, el cual se ha visto complicado por el crecimiento de problemáticas que no fueron tratadas de forma oportuna, y que en la actualidad, representan obstáculos significativos para las instituciones

reguladoras del sector artesanal y principalmente a los artesanos, los cuales ven un panorama más incierto y complicado.

Las problemáticas y retos que se detectaron, los cuales han influido en la obstaculización de la producción artesanal, fueron los siguientes:

- Falta de información actualizada y homologada, para la creación de un panorama real de la situación actual de la artesanía mexicana.
- Falta de directrices y conceptos basados en las recomendaciones de la UNESCO, lo que ha dado como resultado una serie de medidas erróneas, las cuales no satisfacen las necesidades de los artesanos a cabalidad.
- Ausencia de un marco jurídico eficiente, el cual aunque se encuentra implícito en el artículo 1 de nuestra constitución política, generalmente se encuentra sujeto a las decisiones de organismos como FONART y Pro México, que desafortunadamente se encuentran dirigidos por personas con poca experiencia referente al marco de las estructuras productivas tradicionales y populares.
- Homologación de la artesanía, perdiendo su esencia, ya que los apoyos gubernamentales se dirigen a la producción de artículos consumidos por turistas y visitantes, lo que aumenta el peligro de la desaparición de los artículos utilitarios y la diversidad de la tradición artesanal mega diversa.
- Exceso de buenas intenciones, debido a que aunque se han generado un sinnúmero de proyectos de preservación del arte popular y la producción artesanal, el desconocimiento de las recomendaciones internacionales y el poco interés en conocer la situación real de los artesanos mexicanos, ha dado como resultado una serie de normas y apoyos, que en vez de apoyar la producción artesanal original, coloca a la producción en una situación aún más comprometedora. Tomando un dicho popular *“el camino al infierno está empedrado de buenas intenciones”*.
- Poco interés por parte de las autoridades en apoyar otras actividades artesanales que no estén ligadas con el sector turístico o artístico.

- Apoyos excesivos a los sectores productivos ligados con las variables macroeconómicas, descuidando los pequeños talleres, los cuales también tienen aportaciones significativas a un mercado global, más allá de los valores artísticos y folklóricos.
- Incremento de la automatización en la producción de artículos “artesanales”, los cuales sustituyen el conocimiento tradicional, por técnicas y herramientas modernas, pretendiendo obtener una mayor cantidad de ingresos por medio del sacrificio de los medios tradicionales de producción.
- Falta de un mercado interno fuerte, debido a que este se encuentra estancado por falta de apoyos o estos son insuficientes y generalmente se enfocan a la automatización de los procesos productivos o a otros rubros que no son vistos como prioritarios por los artesanos.
- Disminución de la continuidad de la tradición a las nuevas generaciones, debido a que la actual situación financiera y social, exige medios de subsistencia que aporten recursos seguros a las familias, muchos artesanos alientan a sus descendientes a abandonar esta actividad económica en búsqueda de mejores oportunidades de crecimiento económico y laboral. Por otro lado algunas tradiciones se han extinto debido a que los depositarios de este saber ancestral han fallecido, sin dejar testimonio de este conocimiento.
- Competencia interna desleal, muchos productos artesanales decayeron de forma significativa, debido a las campañas negras emprendidas por los círculos industriales, los cuales con retóricas vehementes difundidas por los medios masivos de comunicación, pretendieron extinguir los establecimientos artesanales, mediante el desprestigio o la transmisión de una imagen donde el consumo de lo artesanal, significaba que el consumidor era una persona de ínfima categoría o mal gusto.
- Desigual distribución de los apoyos, lo que aunado a lo anterior, ha colocado a los artesanos en una lucha desigual contra los productores industriales, los cuales han recibido una cantidad exagerada de beneficios

como exenciones fiscales, subsidios y apoyos económicos por parte de las autoridades de los tres niveles de gobierno.

- Exceso de dependencia del mercado de los Estados Unidos, debido a que en la actualidad, el entorno político y económico enrarecido por las inestables relaciones entre los gobiernos de ambas naciones, hacen que el mercado estadounidense ya no sea una alternativa viable, debido a la modificación de las restricciones legales y arancelarias. Los artesanos exportadores, actualmente se encuentran sumidos en la incertidumbre, ya que de llegar a aceptarse muchos de estos aranceles, representaría un duro golpe a sus ingresos y el potencial cierre de cientos de talleres y obrajes.

Más allá de los problemas que existen, es posible encontrar nichos de oportunidad que permitan posicionar a la producción artesanal, como una fuente de generación de riqueza de primer orden, que permita satisfacer necesidades de los habitantes de nuestro país como de otras partes del mundo.

Por tal motivo, es necesario atender los retos expresados anteriormente, de tal forma que se evite una paulatina complicación de estos problemas y se elimine el potencial surgimiento de nuevas problemáticas, como resultado de la indiferencia y desatención de la situación actual.

Para ello es necesario tomar medidas urgentes en materia de recopilación y tratamiento de la información, las cuales servirán como parte aguas para el rediseño de una nueva política pública que sea más eficaz y eficiente. Algunas de estas recomendaciones se citan a continuación:

- Homologar criterios y metodologías de recopilación, procesamiento y difusión de la información.
- Ordenar y categorizar la información existente, a fin de que pueda ser utilizada de forma más eficiente en el rediseño de directrices y normas en un futuro.

- Establecer un marco normativo y de regulación del mercado artesanal que encuentre su sustento en las directrices de la UNESCO y no en criterios basados exclusivamente en una óptica mercantilista y macroeconómica.
- Rediseñar los programas de apoyo con base en los dos puntos anteriores, de tal forma que los beneficios toquen la mayor cantidad de artesanos posibles.
- Rediseñar el esquema fiscal nacional de tal forma que el pago de impuestos y apoyos sea más equitativo que hoy en día.
- Reactivar el mercado nacional interno, con el fin de disminuir la dependencia de las exportaciones al extranjero (sobre todo a los Estados Unidos), y que de esta forma exista una relación simbiótica de armonía entre consumidores nacionales y productores de bienes y servicios.
- Diversificar los mercados de exportación, con el fin de reducir la hiperdependencia a la economía de nuestro vecino del norte y minimizar los impactos de la actual turbulencia económica. Para esto existe un mercado ampliamente extenso los cuales están a la espera de ser aprovechados por los artesanos mexicanos.
- Simplificar los procesos administrativos y burocráticos, de tal forma que todos los productores tengan la oportunidad de expandir la comercialización de sus artículos a regiones más allá de sus lugares de origen.
- Disminuir el papel del intermediario, de tal forma que el artesano pueda recibir la mayor cantidad de beneficios de su trabajo, los cuales le corresponden por derecho.
- Cambio de visión de la artesanía, debe de dejar de verse lo artesanal como un mercado estrictamente indisociable al turismo o a los visitantes, ya que es más que eso, es una forma de vida, un medio de cohesión social y una forma de subsistencia.
- Los programas deben rediseñar sus objetivos y ser dirigidos por personas con conocimiento de causa, de tal forma que estas pasen a ser algo más que agencias exportadoras, y se conviertan en medios de difusión y

preservación del conocimiento tradicional y artesanal de la República Mexicana.

Aunque a primera vista puede resultar un plan ambicioso y utópico, es posible materializarlo en un mediano y largo plazo, debido a la aparición de múltiples variables ligadas a un radical cambio de paradigma vinculado con el agotamiento del actual modelo económico.

Actualmente más personas rechazan la masificación de los productos por diversos motivos, como es el caso de la falta de identidad propia de los mismos o una disminución radical de la calidad de los artículos producidos en serie, han hecho que se voltee hacia la producción artesanal, como un medio de satisfacción de las necesidades de los consumidores.

La devastación y los daños ambientales causados por la explotación de materias primas, por parte de las empresas con producción industrial, homologada y automatizada, han incrementado el paulatino repudio hacia este tipo de artículos, dando como resultado, el incremento de la exigencia de bienes y artículos que sean producidos de tal forma que exista un equilibrio entre economía, medio ambiente y sociedad.

Capítulo 3: El agave, el árbol de las maravillas

*“Con su fibra le dieron un manto,
y supieron en él esconder
el sutil jeroglífico santo
que cuenta a los nuevos las glorias de ayer...”*

Fragmento de “Los Magueyes”

Amado Nervo (1870 – 1919)

Dentro de las numerosas riquezas biológicas que se encuentran dentro del territorio mexicano, las agaváceas, tienen un lugar de honor en el plano histórico y económico de nuestro país, debido a sus extraordinarias cualidades biológicas que les permite adaptarse casi a cualquier terreno, así como, por los numerosos derivados que pueden obtenerse a partir de esta planta.

El siguiente capítulo tiene como fin explicar las características biológicas y del entorno de donde es oriunda esta especie vegetal, lo que brindará al lector un contexto del porqué se ha convertido en uno de los cultivos más importantes del país y a partir de ello, sus derivados se han vuelto parte esencial de la sociedad y economía mexicana a lo largo de 90 siglos.

3.1. El agave y su entorno

Existen numerosas especies vegetales dentro del territorio nacional, una de estas especies, que ha sido más observada en los diferentes paisajes que conforman el territorio nacional, son los agaves.

También conocidos de forma coloquial como magueyes, son plantas cuya compleja anatomía, les ha permitido adaptarse a la gran variedad de climas y tipos de suelo de la República Mexicana.

De acuerdo con la taxonomía de Carl Von Linneo, plasmada en su tratado "*Species Plantarum*", la palabra agave deriva del griego y significa "noble" o "admirable" (Vela, 2014), nombre que describe el asombro de los primeros botánicos e investigadores, al conocer la capacidad de adaptación de esta planta, en un entorno dispar y complicado, que podría resultar hostil para otro tipo de plantas.

Los magueyes o agaves (nombre derivado de su clasificación científica), pertenece a la familia "*Agavaceae*", compuesto por 9 géneros, dentro de los cuales el género agave engloba a estas plantas, cuya característica particular, son sus hojas suculentas, fibrosas y carnosas, finalizadas en espinas, que sirven, de acuerdo con palabras de Fernando Benítez (Vela, 2014, p.42): "*como una armadura impermeable y de numerosas espinas que mantiene alejados a sus enemigos*".

Las anteriores características de su fisonomía, les permite protegerse de las inclemencias del clima y de las plagas que habitan las regiones donde crecen (Vela, 2014).

De acuerdo con la clasificación de Linneo (Linneo, 2007 [1753]), las especies que conforman el género agave, ascienden a un número de 200, las cuales presentan variaciones significativas como especie: como el tipo de floración la cual puede ser por espiga o qurote, la reproducción puede ser por bulbilo o semilla, la forma de las hojas o pencas, entre otras diferencias (García, 2007).

Siendo una planta suculenta, esta tiene la capacidad de almacenar grandes cantidades de líquido en sus hojas, garantizando su supervivencia en los largos periodos de estiaje, que son habituales en las regiones desérticas y semidesérticas del territorio mexicano.

Las hojas crecen en forma de espiral o corona, las cuales se encuentran aglutinadas en un tallo de forma esférica, que recibe el nombre de piña, donde además de las hojas, se encuentra adherida la raíz al suelo (García, 2007).

Esta especie vegetal, cuenta con una antigüedad que oscila entre los 25.8 y 11.7 millones de años, periodo temporal cuando surgieron los primeros ancestros de los agaves, sin embargo los agaves propiamente dichos, con las características que conocemos en la actualidad, tienen una antigüedad de por lo menos 10 millones de años (Vela, 2014).

La fisonomía de la planta se compone de los siguientes elementos (Figura 7):

Raíz: órgano de la planta que generalmente se encuentra fijado al suelo, que sirve de sostén para el tallo y la absorción de nutrientes localizados en el suelo (Navarro, 2006, p.12979).

Piña: es el tallo del agave, a diferencia de otras plantas, se encuentra a ras de suelo, por lo que da la apariencia de que las hojas o “pencas”, surgen de la raíz de la planta. Es la parte más importante de la planta ya que sirve de almacén de nutrientes y azúcares necesarios para la supervivencia de la planta (Espinosa, 2015). Por los motivos anteriores, esta parte de la fisiología del agave, es la materia prima de los destilados cuya base son los azúcares, recibe el nombre de piña, ya que al retirar las pencas del tallo, da la apariencia de dicha fruta tropical.

Penca: son las hojas de la planta, su composición es fibrosa y carnosa, protegidas por una cutícula o película extremadamente dura y finalizadas en espinas puntiagudas, son ideales para soportar las inclemencias del clima, como defensa de depredadores y almacén de líquidos, lo que le permite sobrevivir los largos periodos de estiaje característicos del norte y el altiplano mexicano. Crecen en forma de espiral alrededor del tallo o piña, dándole esa forma característica de corona (García, 2007).

Púas: son las espinas localizadas al final del ápice de la penca u hoja, extremadamente duras y afiladas sirven como mecanismo de defensa y sellado de las pencas, a fin de evitar la pérdida de humedad (Vela, 2014).

Quiote: es una protuberancia del tallo que se eleva por encima de las pencas, a tal grado que alcanza alturas que oscilan entre los 7 y 10 metros. La siguiente

estructura sirve de soporte para la floración del maguey o agave (Verduzco, Predo, & Mercado, 2008).

Flores: aparato reproductor de la planta (Navarro, 2006, p. 6228). En el caso del maguey esta planta tiene su base en el quiole y la floración se da en la mayoría de las especies únicamente una vez en todo su ciclo de vida (Verduzco, Predo, & Mercado, 2008). La florescencia del agave puede darse de dos formas:

Como brotes que salen del quiole, dando impresión que se trata de ramas que surgen del quiole. Este tipo de floración es la más habitual entre las plantas de esta familia.

En forma de espiga, en donde el quiole en vez de parecer un tallo, da la impresión de tratarse de una flor gigante que sale de las amenazantes hojas o pencas de esta planta.

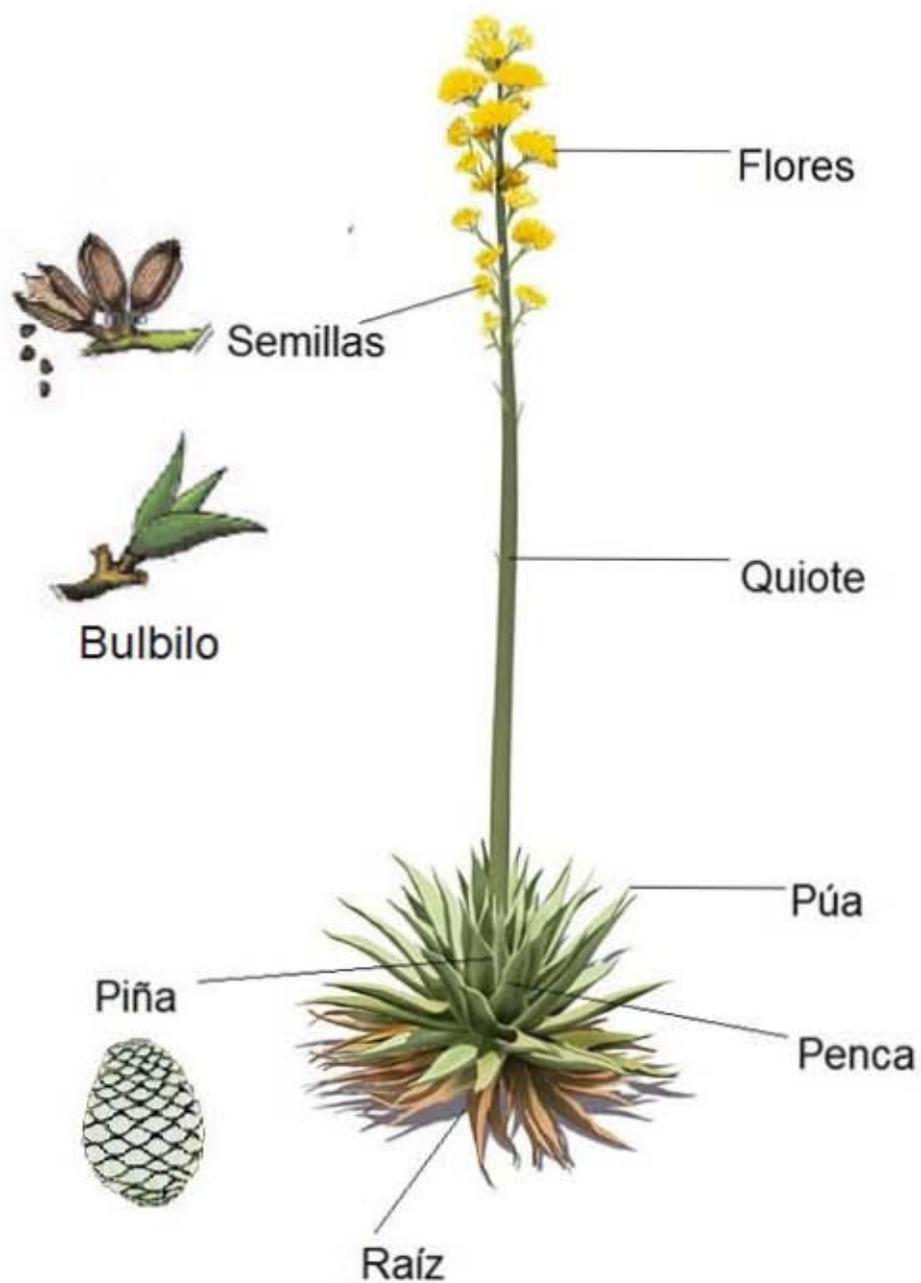
Semillas: órgano reproductor de la planta utilizado para la inseminación de la misma (Navarro, 2006, p. 14115). La reproducción por este medio, necesita de polinizadores – como es el caso de abejas o aves – para poder inseminar las flores de otras plantas. De acuerdo con Abisaí García (2007), este mecanismo de reproducción permite generar variedad genética de las plantas, dando nuevas características a esta última, que le permiten adaptarse a las nuevas amenazas del entorno, ya que las semillas pueden guardar información genética correspondiente a los cambios detectados por la planta.

Bulbilo: órgano de multiplicación de una planta, la cual parece un fragmento de la misma planta. Al plantarlo se obtiene una planta con características idénticas a la planta madre, por lo que la reproducción por bulbilo se considera asexual o por clonación (García, 2007). Sin embargo este tipo de reproducción, presenta el inconveniente de degradar la calidad genética de la planta, haciéndola presa fácil de depredadores, plagas, sobreexplotación o cambios significativos en el entorno.

Habitualmente tienen un ciclo de vida de entre 7 y 70 años de vida, dependiendo de la especie que se trate, siendo la edad de su madurez un rango entre los 6 y 15

años de vida, cumplida esta edad, de la piña, comienza a nacer un tallo que tiene una altura promedio de 4 a 6 metros, el cual presenta floraciones y que reciben el nombre de quiole.

Figura 7: Fisonomía del Agave



Fuente: Imagen de Paul Mirocha. Esquema basado en el diagrama de CONABIO (2006).

Su reproducción puede ser de forma sexuada, por medio de semillas o asexuada, por medio de bulbilos¹¹ que crecen en la planta, sin embargo este tipo de reproducción representa el problema de la degradación de la calidad genética de la descendencia, eliminando la información de su entorno y haciendo a la planta resultante, presa fácil del clima y las plagas (García, 2007).

Este tipo de plantas crece principalmente en los terrenos pedregosos o arenosos, en territorios con poca precipitación pluvial. Aunque puede resistir las lluvias sin problema, el exceso de humedad puede matar a la planta. Los suelos donde prefiere su crecimiento, es principalmente en aquellos que poseen un pH neutro, por lo que cualquier cambio en la acidez del suelo puede matar a la planta (García, 2007).

Los agaves, pueden sobrevivir en ambientes donde las temperaturas oscilan entre los 0°C y los 45°C, sin embargo la temperatura ideal para la supervivencia de la planta es un promedio de 20°C, con una precipitación pluvial moderada (Ramírez J. , 1995).

Esta especie es endémica del continente americano, y se encuentra distribuida desde Texas, Arizona y los estados del norte de México, territorios del septentrión continental, hasta los territorios de Tierra del Fuego, ubicadas en la región meridional de América (Acosta, 2011 [1580]).

Existe una gran variedad de especies de esta planta, teniendo un total de más de 200 variedades de esta planta, México, tiene la fortuna de albergar la mayor cantidad de estas variedades, ya que cuenta con un 75% del total de las variedades de agaváceas (Vela, 2014).

De acuerdo con datos de la CONABIO (2009), su presencia se extiende por 60% del territorio nacional, predominando los paisajes de los llanos semiáridos del

¹¹Bulbilo: Pequeño hijuelo de la planta que crece en su estructura que sirve como medio de reproducción.

altiplano mexicano y algunos estados del occidente y suroeste de México como en el caso de Jalisco, Guerrero y Oaxaca.

También es un elemento habitual en los paisajes del estado del agreste bajo y norte del país, como es el caso de los estados de Guanajuato y Zacatecas.

Sin embargo, dada la capacidad de adaptación de esta especie puede crecer en bosques de pino y encino y selvas secas caducifolias, como es el caso de los estados de Nayarit, Querétaro o Chiapas.

Gracias a esta capacidad de adaptación a los diferentes entornos de la República Mexicana, los habitantes de las regiones donde crece ésta formidable planta, han aprovechado cada componente de su anatomía en la producción de objetos, alimentos y otros derivados útiles.

Los estados de la República Mexicana, que concentran la mayor variedad de estas plantas son Oaxaca, Chihuahua, Durango, Jalisco y Sonora, estados que se caracterizan por sus climas semidesérticos o desérticos, o los suelos pedregosos calcáreos, los cuales son óptimos para el crecimiento de este tipo de plantas (Ramírez J. , 1995).

El estado de Oaxaca, es el que tiene la mayor variedad de estas plantas, albergando 30 especies de agave dentro de su territorio, de acuerdo con las investigaciones realizadas por Abisaí García Mendoza en 2004 (García, 2007).

Existen otros factores, además de la humedad o el pH del suelo, que influyen en el crecimiento de la planta, como la altitud y la presión atmosférica, variables que influyen en el desarrollo de la planta.

Las plantaciones efectuadas en altitudes comprendidas entre los 1 000 y 1 800 metros sobre el nivel del mar, se consideran aceptables para la obtención de un producto de mejor calidad, siempre bajo condiciones de exposición total al sol. Por el contrario, en lugares bajos o en cañadas, las condiciones de temperatura y de humedad favorecen que las hojas basales envejecan prematuramente y propicien un producto de baja calidad (Macías & Valenzuela, 2009).

Esta planta es rica en nutrientes que pueden ser aprovechados por el ser humano, principalmente carbohidratos, los cuales pueden encontrarse en forma de mieles o si se llegase a fermentar, se pueden encontrar levaduras y azúcares de tipo alcohólico.

Gracias a su riqueza nutricional, además de su adaptabilidad a distintos entornos naturales, incluyendo algunos considerados como no aptos para la agricultura, así como, su presencia en diversas regiones del país, hacen del agave, un elemento básico para la subsistencia del ser humano, desde tiempos inmemoriales debido a que pueden satisfacer sus diferentes necesidades, con los derivados de sus componentes biológicos.

3.2. Importancia socio cultural del agave

3.2.1. El México Prehispánico

Desde tiempos prehispánicos, las agaváceas, han representado un pilar fundamental dentro de la vida cotidiana de los mexicanos, ya que han brindado una innumerable cantidad de productos que han facilitado la vida cotidiana de los habitantes de nuestro territorio, por ello recibió el título de *“la más útil de las producciones que la naturaleza ha concedido a los pueblos de la América Septentrional”* por parte del sabio sajón Alexander Von Humboldt (2012 [1811]).

Al estar presente en buena parte del territorio nacional, recibió numerosos nombres entre los pueblos indígenas del territorio nacional: *“métl”* o *“mexcamétl”* entre los hablantes de lengua náhuatl, *“tocamba”* en lengua purépecha o *“guada”* entre los otomís, hablan de la importancia que jugó en la sociedad indígena precortesiana (CONABIO, 2009).

Sus usos prácticos se conocen desde hace nueve mil años, cuando los primeros pobladores sedentarios del Septentrión Americano, comenzaron a domesticarlo con el objeto de explotar los múltiples productos que se pueden obtener a partir de sus hojas fibrosas, piña, tallo, fluidos y otras partes de su fisonomía (CICEANA - IBUNAM, 2008).

Las agaváceas, fue uno de los tres géneros vegetales que fueron explotados por los seres humanos, desde las épocas de cazadores recolectores, junto con los nopales y los mezquites, de los cuales se explotaban sus frutos, tallos y flores como alimentos (González L. , 1981).

El primer uso conocido de esta planta era de uso alimenticio, ya que los primeros pobladores consumían las mieles de su piña, de la misma forma, la piña era cocida en hornos de suelo, para posteriormente masticar la piña cocida, de forma similar como se hace con la goma de mascar de nuestros días, convirtiéndose en un pilar de la dieta básica de los primeros pobladores de Mesoamérica (Vela, 2014).

Además de la anterior forma de consumo, la sabia del tallo o piña de la planta puede consumirse como bebida, la cual se obtiene raspando esta parte del maguey y el jugo obtiene el nombre de aguamiel, jugo rico en carbohidratos, lo que lo convirtió en uno de los pilares de la dieta cotidiana de los primeros pobladores de Mesoamérica (Vela, 2014).

De acuerdo con el historiador Lauro González Quintero (1981), el agave, junto con los nopales y mezquites, fueron el hito que sentaron las bases para transformar a la sociedad de nómadas, cuyo sustento era la caza y la recolección, a una sociedad sedentaria cuyo medio de subsistencia se basaba en la agricultura.

Ante la ausencia de medios de almacenamiento de semillas y otros instrumentos, aunado a las características naturales propias del agave, los pobladores pudieron haber utilizado las hojas como herramientas y medio de almacenamiento, así como una forma de transporte para las semillas y provisiones, de acuerdo con las hipótesis del mismo González Quintero (1981), basándose en los descubrimientos arqueológicos en regiones como Tehuacán, Puebla o los Valles Centrales de Oaxaca.

La reproducción por bulbilo, la cual no requiere grandes y complicados cuidados, permitió crear una agricultura incipiente, pero efectiva, logrando ser una de las primeras plantas domesticadas por el ser humano, siendo el Agave "*Atravierns*", la

especie más cultivada del altiplano central, de la cual se desconocen ejemplares en estado silvestre.

Conforme fue pasando el tiempo, se descubrieron numerosos usos prácticos de la planta, evolución que fue de la mano con los descubrimientos y avances tecnológicos que se fueron dando en esos años.

Dentro de sus usos prácticos más significativos encontramos: los textiles (tejidos, mantas, calzado, costales y anexos), el constructivo (Impermeabilizante y tejas para techo), el medicinal (cataplasmas o como materia prima para obtener penicilina), el energético (leña y brea altamente inflamable), el doméstico (juguetes, agujas, cuerdas, jabones y utensilios de cocina), así como otros usos variados y diversos (cercas para delimitar terrenos, papel, cuerdas, etc.) (Hernández L. , 2015).

Su presencia en gran parte de la geografía nacional y la gran cantidad de derivados así como, la resistencia a las inclemencias de los distintos climas donde crece el agave, hizo que esta planta fuese reverenciada por los habitantes del México prehispánico, a tal grado que se le daban atributos divinos, los cuales persisten hasta nuestros días.

3.2.2. La naturaleza divina y mitología vinculada con el agave

Durante la época prehispánica, e incluso hasta nuestros días, el uso diverso que se le ha dado al agave, ha hecho que se le otorguen origen y atributos divinos o por lo menos vinculados con la espiritualidad de los diversos pueblos que conforman el complejo crisol de la sociedad mexicana.

El origen de las agaváceas es divino, de acuerdo al imaginario de los pueblos del altiplano central. Según un relato indígena, la planta es la diosa Mayahuel (Figura 8), la cual fue enviada a la tierra por el dios Ehécatl (una de las advocaciones de Quetzalcóatl), para alegrar la existencia de los hombres.

Al enterarse su abuela Tzitzimitl, que había abandonado su hogar, está bajo a la tierra, encontrándola convertida en planta junto con Ehécatl; llena de ira despedazó la planta, dando muerte a Mayahuel. Ehécatl, sepultó los restos de la diosa, y del suelo nació una planta maravillosa: El maguey (Vela, 2014).

Por tal motivo se le otorga el patronazgo a la diosa Mayahuel sobre el Maguey y la embriaguez, en virtud de que la mayor cantidad de los licores y bebidas con contenido alcohólico del México indígena, eran procedentes de las agaváceas.

En la península yucateca, entre los pueblos Mayas, se le vinculó con el dios Itzamná, dios de la creación, el cual estando dormido fue herido por la penca de la planta en su mano, el dios viendo la herida, decidió castigar a la planta por medio de azotes. El resultado del castigo fue una fibra suave y resistente, la cual fue tejida por sus ayudantes, dando como resultado un fino atuendo.

La planta fue perdonada, y esparcida por todo el territorio bajo tutela del dios, repartiendo sus beneficios entre los dioses, semidioses y los hombres.

Los anteriores relatos, hablan con elocuencia de la importancia en la idiosincrasia de la sociedad indígena, a tal grado que algunos de sus derivados fueron utilizados con fines ceremoniales, como es el caso del pulque, cuyo consumo era reservado a las fechas solemnes del calendario mesoamericano y frecuentado únicamente por las clases sacerdotales, guerreras y gobernantes, dado su origen divino.

Otro derivado utilizado con fines religiosos, fueron las agujas, obtenidas de las espinas del agave, las cuales eran utilizadas en los rituales de auto sacrificio, donde los devotos se realizaban cortadas rituales con estas agujas a fin de ofrendar su propia sangre a los dioses, ya que el maguey era considerado como un canal de comunicación a dicho mundo sobrenatural.

Aunque la llegada de los conquistadores españoles, significó un cambio radical en la sociedad indígena, el papel de las agaváceas en el plano espiritual perduró hasta nuestros días.

Un ejemplo de lo anterior son las mariofanías¹² de la Virgen de Guadalupe en el Cerro del Tepeyac (Figura 9), en la Ciudad de México o la Virgen de los Remedios en el Municipio de Naucalpan, Estado de México.

En el primer caso, la tradición cuenta que la Virgen de Guadalupe se apareció al Tameme¹³ de nombre Juan Diego Cuauhtlatatzin, quién dio aviso al obispo de México Fray Juan de Zumárraga, el cual escéptico de dichas apariciones, solicitó al indígena una prueba de sus dichos.

La prueba, según cuenta la historia fue la formación de la imagen sagrada en el ayate¹⁴ de Juan Diego, prenda cuya confección es de fibras de maguey, habitual en este tipo de textiles de origen prehispánico.

Para el segundo caso, la Virgen de los Remedios, era una imagen de factura hispana de principios del siglo XVI, traída por Hernán Cortés. Al sufrir el conquistador hispano su primera derrota en Tacuba, sus tropas abandonaron todos aquellos objetos que no fueran indispensables.

Dentro de esta última catalogación se encontraba dicha imagen, la cual fue escondida por un oficial español en un maguey, y fue olvidada en ese sitio por 20 años, hasta que en 1540, el indígena Juan Ce Cuautli, encontró de forma milagrosa dicha imagen intacta.

El lector podrá observar que en ambos casos, se trata de dos de las imágenes más veneradas por los católicos de México y que la relación de las agaváceas es estrecha, pareciendo por momentos que se ha trasladado la tradición indígena a la española, la cual persiste hasta hoy en día.

De cualquier forma, el agave ha trascendido las prohibiciones y el intento de borrar todo rastro del pasado indígena anterior a la conquista, convirtiéndolo en un elemento indisociable del alma mexicana.

¹²Mariofanía: Concepto teológico cristiano que se refiere a las apariciones de la virgen María o al descubrimiento de imágenes o representaciones de la misma.

¹³ Tameme: Palabra náhuatl que significa cargador

¹⁴ Ayate: Tela de hilos de maguey

Figura 8: Diosa Mayahuel (izquierda) y Figura 9: Virgen de Guadalupe (derecha). Ambas son dos ejemplos de los atributos sagrados que tienen las agaváceas a lo largo de la historia.



Fuente: Códice Borbónico y colección del autor

3.2.3. El agave en la época colonial

En los primeros años de la conquista, esta planta se encontraba consolidada como uno de los pilares de la dieta Mesoamericana, lo que implicaba numerosas implicaciones políticas y sociales.

La presencia de esta planta era de vital importancia, a tal grado que la posesión de estas plantas era sinónimo de poder, un ejemplo de esto fue la Guerra del Mixtón de 1541, entre hispanos e indígenas de la región occidental de México, donde la destrucción de las plantaciones de “mezcales y mezquites” garantizó la sumisión del bando indígena a la corona de Castilla y León (Bracho & Armendáriz, 2013).

Maravillados por el potencial de esta especie vegetal, su explotación persistió casi inalterada durante toda la época colonial y hasta la independencia, con la producción ininterrumpida de múltiples artículos utilitarios como lazos,

combustibles y textiles, los cuales eran producidos tanto con técnicas precolombinas como con técnicas de fabricación traídas del continente europeo.

La variedad de usos y su capacidad de adaptación en diferentes entornos, la convirtieron en una fuente de interés para científicos a lo largo de la época colonial. Un ejemplo de ello, es la descripción que hizo de la planta el religioso jesuita Joseph de Acosta en el año de 1580, en su Historia Natural y Moral de las Indias (p.153):

“El árbol de las maravillas es el magüey, de que los nuevos o chapetones (como en las indias les dicen) suelen escribir milagros, de que da agua y vino y aceite y vinagre y miel y arropo y hilo y aguja y otras cien cosas... [Sic]”

De la misma forma que Acosta se maravilló con esta planta, otros eruditos europeos y novohispanos realizaron investigaciones con respecto a la historia y usos de esta planta como es el caso de Fray Bernardino de Sahagún (Siglo XVI), el también jesuita Francisco Xavier Clavijero (Siglo XVIII) o el sabio prusiano Alexander Von Humboldt (Siglo XIX), los cuales sentaron un precedente invaluable para las investigaciones que se realizan de forma ininterrumpida hasta nuestros días.

Aunque se trata de una planta con gran variedad de usos, algunos de sus derivados alimentarios, como es el caso del pulque y los destilados, fueron prohibidos o restringidos por el gobierno virreinal, a fin de proteger los monopolios reales de la corona hispana (como era el caso del vino de uva y los destilados españoles), obligando a las colonias a comprar los productos producidos por la metrópoli a precios elevados.

Sin embargo, a pesar de las prohibiciones, la plantación de agaváceas y explotación de sus derivados, era algo común en los albores de la guerra de independencia.

La revolución industrial y la mejora de los procesos productivos en las industrias del viejo continente, hicieron patente la necesidad de importar insumos de alta resistencia, y las agaváceas fueron una de esas materias primas.

3.2.4. De 1821 a 1945

El siglo XIX marcó un cambio para las industrias relacionadas con las agaváceas, principalmente la explotación de pulque en el ramo alimenticio y de las fibras del henequén. Lo anterior fue resultado de la llegada de la revolución industrial a Europa y los Estados Unidos en primera instancia, quienes incrementaron la demanda de fibras resistentes, necesarias para los procesos manufactureros en diferentes industrias.

Lo anterior, hizo que esta industria incipiente y de carácter familiar, se convirtiese en una fuente de riquezas inimaginables hasta ese momento, a tal grado que esta especie recibió el mote de “oro verde”, permitiendo crear instituciones financieras sólidas como fue el caso del Banco Peninsular Mexicano, fundado en 1908 de la fusión del Banco Mercantil de Yucatán y el Banco Yucateco, donde sus principales accionistas eran hacendados y empresarios henequeneros (Gómez, 2011)(Figura 10).

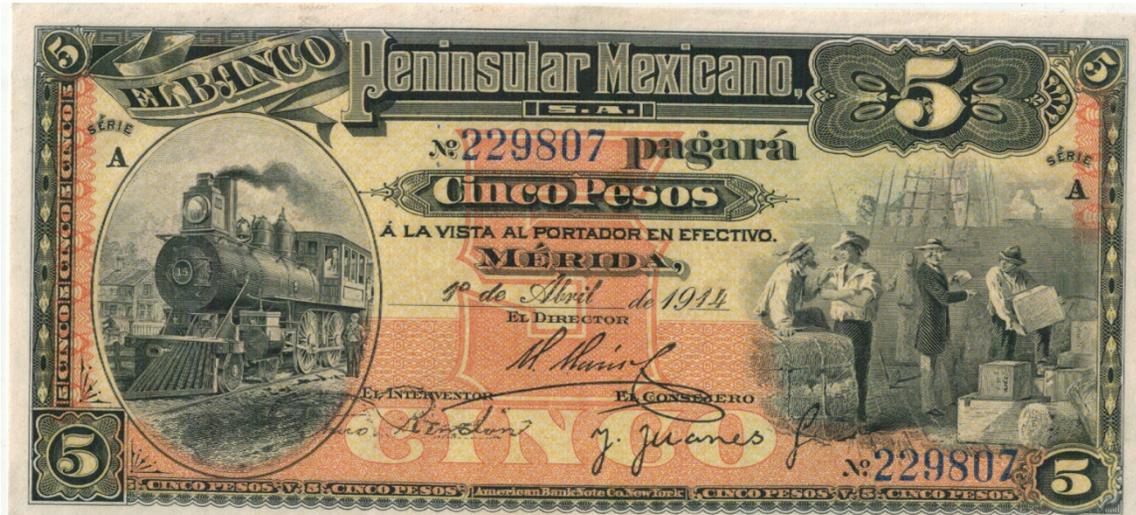
En 1852, ante el incremento en la demanda de cuerdas para navíos y la invención de la engavilladora McCormick, incrementa la demanda de las fibras de esta planta, sin embargo, la industria era pequeña y artesanal, por lo que no alcanzaba a cubrir la demanda de fibras.

La primera fábrica de hilados y cordeles de henequén, fue establecida en el año de 1857 en la ciudad de Valladolid, Yucatán llamada la industrial, a la que seguirían otras fábricas en años posteriores, para 1880, el henequén se convirtió en la industria pilar de la economía Yucateca (Granados, 1993).

Para el año 1880, la explotación del henequén como planta industrial, era algo cotidiano, con un mercado seguro alrededor del mundo, considerando que la

resistencia de las fibras de henequén, lo hacían ideal para producir cuerdas industriales y textiles para producir costales, empaques o fibras industriales.

Figura 10: Billeto emitido por el Banco Peninsular Mexicano en 1914. Este banco es un ejemplo de las instituciones financieras que nacieron al amparo de los empresarios del ramo de las agaváceas



Fuente: Colección del Autor

Sin embargo la reforma agraria de 1937 y el cultivo de esta planta en otras latitudes del planeta, que fue sembrada en tierras de Bahamas, Sudáfrica y el Brasil, ocasionaron una disminución significativa en la demanda de dichas plantas (Ramírez M. C., 2002).

Para la explotación de las industrias vinculadas con las agaváceas, fue necesario cultivar miles de hectáreas de las distintas especies de los agaves, las cuales se encontraban aglutinadas alrededor de las haciendas en diferentes partes del país.

La anterior aseveración, no es exagerada, ya que en 1908, el periodista estadounidense John Kennet Turner, reporta que las extensión de las tierras de cultivo, tan sólo de las haciendas henequeneras, ascendían a un total de 6 millones de hectáreas en manos de 50 familias.

Otro ejemplo célebre, son las pulqueras (Figura 11), localizadas en el altiplano mexicano, principalmente en los actuales estados de Hidalgo, México y Tlaxcala.

Otras haciendas que florecieron a partir del siglo XIX, fueron las haciendas destiladoras de los estados de Jalisco, Guanajuato y Zacatecas.

Figura 11: La hacienda de “La providencia” en Tlaxcala, es un claro ejemplo de las haciendas pulqueras del altiplano mexicano



Fuente: Colección del autor

La riqueza emanada de las industrias de los alcoholes de agave y las fibras de henequén, fue tal, que los propietarios de grandes extensiones de tierras cultivadas con estas agaváceas, se consolidarán como una élite social, con un elevado poder económico, que les permitió realizar toda clase de excesos al amparo de las autoridades municipales, estatales y federales; en consecuencia al estallar el conflicto armado revolucionario en 1910, la aristocracia pulquera del

centro de México y la casta divina¹⁵ de la península yucateca, se convirtieron en blanco del odio popular.

El estallido de la primera guerra mundial en 1914, representó una época de bonanza para la industria relacionada con las agaváceas, que contrastaba con el caos interno del país.

La constante llegada de capitales externos, permitió a la casta divina, subsistir de forma inalterada hasta la llegada del general Salvador Alvarado en el año de 1916, el cual expropió el monopolio de las fibras de henequén, como “bien de interés nacional”, controlando los precios del mercado de las fibras, hasta que ante las reclamaciones del gobierno de Estados Unidos, motivadas por los precios de dichas fibras, provocaron la destitución de Alvarado como gobernador de Yucatán en 1917 (Vara F. G., 2001).

En el caso de los derivados alimenticios como es el caso del pulque o los destilados, estos fueron vistos con recelo, tanto por el gobierno porfiriano como por el revolucionario, los cuales trataron de acabar con estos productos que asociaban con la miseria como con la degradación de la sociedad; sin embargo al ser productos que se encontraban al alcance de los bajos estratos de la sociedad, el gobierno en el periodo de 1877 a 1920, hizo ciertas concesiones a los productores, experimentando un incremento en las ventas de ambos productos que para 1900, se decía que había más pulquerías que panaderías en la Ciudad de México y los destilados se comenzaban a exportar a Europa vía el puerto de San Blas, entonces parte del estado de Jalisco.

Los años posteriores a la revolución mexicana y a la primera guerra mundial, se caracterizaron por la disminución de utilidades del mercado vinculado con las agaváceas, principalmente por la disminución de la demanda de cuerdas de henequén utilizadas por los soldados en los frentes de combate, además la aparición de los polímeros sintéticos derivados del petróleo de forma masiva a

¹⁵ Nombre con el que se conocieron a los terratenientes henequeneros de la península yucateca entre 1852 y 1938

inicio de la década de 1920 y la propaganda negativa sobre la higiene de los derivados alimenticios, mermaron la industria, por lo que para 1925, la riqueza emanada de las agaváceas era una sombra de lo que había sido en los últimos años del siglo XIX y principios del siglo XX.

Sin embargo algunos productos tuvieron un resurgimiento y popularidad debido al nuevo ambiente bélico imperante en la década de 1940, que demandaba una gran cantidad de cuerdas de henequén para ataduras de los navíos de guerra y la difusión de los medios de comunicación, principalmente el cine, a partir de la década de 1940, de los destilados de agave como es el caso del Tequila.

En los últimos años ha resurgido la industria alrededor de las agaváceas que ha generado notables utilidades a diferentes estados del país, ejemplos de esto es la explotación de inulinas u otros azúcares industriales en Zacatecas y Jalisco, en cambio la industria de los destilados de agave se ha fortalecido en estados como Jalisco, de donde es originario el Tequila y Oaxaca, de donde proviene el mezcal.

3.2.5. Importancia del agave en la economía y sociedad del México Contemporáneo (1946 a la fecha)

Actualmente el agave ha tenido un resurgimiento en la sociedad mexicana del siglo XXI, siendo tan importante, que la economía de algunas regiones se sustenta en el cultivo y producción de derivados de agave como es el caso de Santiago Matatlán en Oaxaca o Tequila en Jalisco.

De acuerdo con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, las hectáreas sembradas de agaváceas con fines diversos, pasaron de 1 246 790 toneladas en el año 2010 a 1 846 345 toneladas en el año 2015, lo que representó un incremento en el cultivo de agaváceas de 48.09%¹⁶ (SIAP, 2017).

¹⁶ La información del SIAP sólo se refiere a la producción los estados productores de Tequila y Mezcal con denominación de origen, por lo que se excluyen las producciones de otros tipos de agave como el pulquero, el de los destilados bacanora y sotol, así como el henequén yucateco.

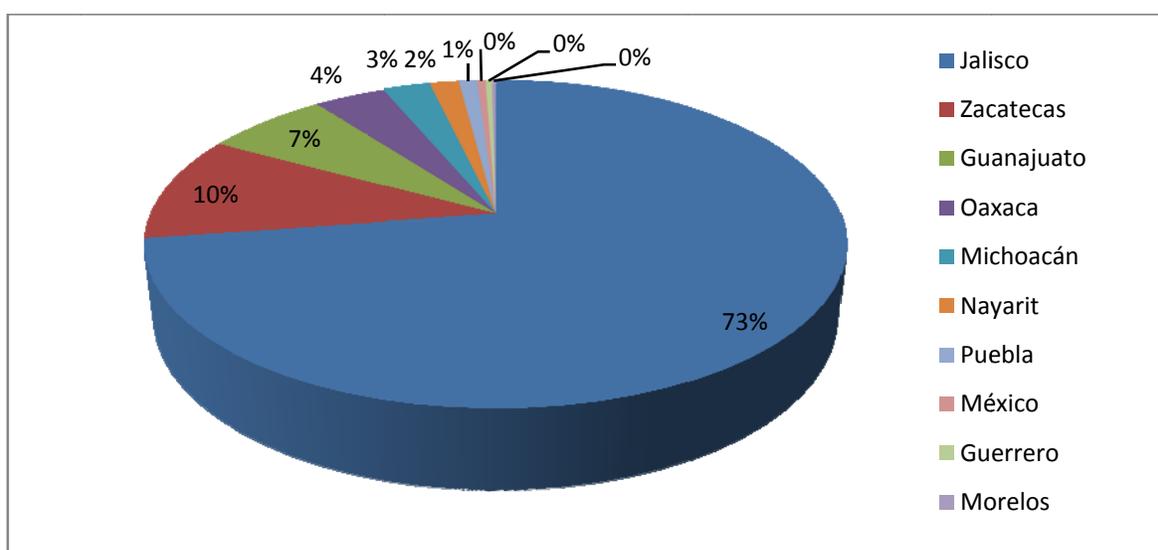
La mayor parte de la producción de agaves, se utiliza principalmente en la producción de bebidas destiladas como Bacanora, Tequila y Mezcal, en menor medida se utiliza en la producción de otros derivados principalmente alimenticios como las bolsas para Mixote y el Pulque, los cuales han tenido un realce en los últimos años.

Aunque la tendencia en la cosecha de agave es a la alza, los fenómenos meteorológicos de principios del año 2016, como las heladas y granizadas, afectaron gravemente la cosechas de agave, por lo que pasaron de 218 mil toneladas de Piña en el año 2014 a 204 mil en el año 2016 (SIAP, 2017).

Sin embargo, si se observan las tendencias de años anteriores, existió una tasa de crecimiento significativa, considerando que en el año 2000 de las 42 579 hectáreas sembradas en todo el territorio nacional, pasaron a 108 119 hectáreas en el año 2015 (SIAP, 2017).

Actualmente cerca del 73% de la producción nacional de agave, se encuentra enfocada a la producción de Tequila (Figura 12), siendo los principales productores los municipios de Tequila y Aranda, en el estado de Jalisco (SIAP, 2017).

Figura 12: La producción de agave para distintos fines a nivel nacional



Fuente: SIAP (2017)

Hoy en día, la producción de derivados de agave representa una derrama económica de más de 2800 millones de pesos anuales, con un ingreso que beneficia a unas 70 mil familias de todo el país (Consejo Regulador del Mezcal, 2017) (SIAP, 2017).

Desafortunadamente, algunos de los derivados atraviesan por una profunda crisis, como es el caso de la industria del henequén o el pulque, que desde la década de 1980 las fibras se importan desde el Brasil, Sudáfrica o Tanzania (Ramírez M. C., 2002).

Actualmente con respecto al uso de las fibras para fines industriales no existen datos actualizados, siendo los últimos de 1998, por lo que se puede observar el desaprovechamiento de una potencial fuente de recursos y empleos en múltiples regiones del país.

El anterior ejemplo es especialmente dramático, ya que la producción se ha desplomado pasando de 56 510 toneladas producidas en 1984 a 23 749 toneladas en 1998 (Ramírez M. C., 2002). Considerando los anteriores datos, complementados con la información del SIAP (SIAP, 2017), se puede inferir que para 2017, esta cantidad es mucho menor.

Este caso se extiende a otras especies de agaves aprovechables como el Maguey pulquero o el Ixtle, donde la producción artesanal no llama tanto la atención de las autoridades, por lo que los datos son inexactos (por no decir inexistentes).

Tomando en cuenta los atributos que tiene esta planta, en las últimas décadas del siglo XX y las primeras del XXI, se ha conformado una industria incipiente, basada en la consecución y procesamiento de los derivados de agave, cuyo fin es obtener productos como mieles con azúcares menos dañinas a la salud, producción de fibras más amigables con el medio ambiente y la generación de biocombustible que pueda servir como alternativa a la actual crisis energética y ambiental que atraviesa actualmente nuestra sociedad (Castro-Díaz & Beltrán, 2013).

Sin embargo, los usos textiles, alimenticios u otro que no se encuentre englobado dentro de los destilados, aún es mínimo, por lo que es importante dar un nuevo enfoque a los derivados que se pueden obtener de esta maravillosa planta endémica de nuestro país.

3.3. Derivados del agave

Debido a sus características biológicas, el agave es una planta que se ha adaptado a diferentes lugares de la geografía mexicana, es notable su resistencia a las inclemencias del clima y podría catalogarse de milagroso su crecimiento en tierras donde los nutrientes son tan pobres que negaría el crecimiento adecuado a otro tipo de cultivos.

Lo anterior ha convertido a los agaves en una de las principales fuentes de insumos de supervivencia desde los primeros años del asentamiento de las primeras comunidades agrícolas en el territorio nacional, debido a su resistencia los climas extremadamente áridos.

Entre los usos más primitivos de los agaves, encontramos el uso de sus mieles, azúcares y líquidos como medio de subsistencia para los primeros pobladores del septentrión Americano, desde hace por lo menos 9000 años, de acuerdo con las investigaciones realizados en los estados de Puebla y Oaxaca (Vela, 2014).

Posteriormente se comenzaron a descubrir otros usos, conforme fue creciendo el conocimiento respecto a esta planta, además de que se desarrollaron herramientas que permitieron a los habitantes de Mesoamérica, realizar actividades como desfibrar las pencas del agave, para posteriormente hilarlas dando como resultado, su uso en cuerdas, textiles, suelas de calzado, hilos o papel, como el utilizado en los códices indígenas.

Dicho uso no se reservó a una especie en específico, considerando que las agaváceas tienen características similares entre sí, por lo que este uso fue similar tanto en las regiones del centro de México hasta la zona Maya ubicada en el sureste de la república.

En el cuadro 2, se describe con lujo de detalle, cada uno de los derivados tradicionales del agave, cuyos datos fueron obtenidos basados en las crónicas de los religiosos Fray Bernardino de Sahagún y Joseph de Acosta en el siglo XVI.

En la actualidad muchos de los usos expuestos en la tabla anterior se conservan, sin embargo no son aprovechados a gran escala, quedando reservadas al conocimiento tradicional de las comunidades indígenas.

La explotación de destilados y de cuerdas textiles a mediados del siglo pasado, fueron los únicos usos que lograron consolidarse como una industria propiamente dicha que aportaba una importante derrama económica a las arcas de nuestro país, sin embargo los destilados, son la única de esas industrias que arroja una importante derrama económica a nuestro país. En el caso de las fibras, esta industria se encuentra actualmente en recesión, principalmente debido a los malos manejos efectuados por las administraciones anteriores, como por la aparición de productos sustitutos y competidores desleales que han colocado en desventaja a nuestro país en ese ramo.

Actualmente se han encontrado nuevos usos industriales debido a los siguientes motivos:

Revaloración en los últimos años por el interés que ha despertado el crecimiento de la popularidad de la planta, debido al resurgimiento de bebidas como el Mezcal, el Tequila y el Pulque.

Esta planta se ha visto como un recurso que cuenta con un amplio abanico de posibilidades en materia de derivados y recursos que pueden obtenerse.

Cuadro 2: Usos tradicionales del Maguey o Agave

| Uso | Parte de la planta |
|------------------------------------|------------------------|
| Guiso | Flores, Corazón |
| Adornos corporales | Semillas |
| Juguetes | Semillas |
| Sonajas | Semillas |
| Jugo dulce | Quiote |
| Tortillas | Quiote |
| Aljabas para flechas | Quiote |
| Colectores de agua de lluvia | Quiote |
| Postre | Quiote, Piña |
| Vigas | Quiote |
| Garrochas y pilotes | Quiote |
| Puentes pequeños | Quiote |
| Tocados para mujeres (Fibras) | Quiote |
| Agujas con hilos | Púas |
| Clavos | Púas |
| Elemento ritual | Púas, Aguamiel, Pulque |
| Abono | Penca |
| Aditivos para mezcla | Penca |
| Fibras textiles | Penca |
| Papel | Penca |
| Bateas para mezcla | Penca |
| Mezcal dulce | Penca |
| Barbacoa | Penca |
| Gusanos blancos | Penca |
| Tejas para techos | Penca |
| Material de construcción | Penca |
| Pienso para ganado mayor y porcino | Penca |
| Combustible | Penca, Piña, Brea |
| Recipientes para alimentos | Penca |
| Bateas para alimentos | Penca |
| Cubierta para barbacoa de borrego | Penca |
| Tapones | Penca |
| Estropajos y estopas | Penca, Raíces |

Fuente: Vela (2014).

Cuadro 2: Usos tradicionales del Maguey o Agave (Continuación)

| Uso | Parte de la planta |
|------------------------------------|--------------------|
| Escobetas | Penca, Raíces |
| Cunas para niños pequeños | Penca |
| Base para adornos de pluma y oro | Penca |
| Fibras para arcos florales | Penca |
| Saborizante de tamales y pan | Piña, Aguamiel |
| Abono | Piña |
| Fructuosa | Piña |
| Sal de Gusano | Piña |
| Recipiente para agua | Piña |
| Mezcales y destilados | Piña |
| Aguamiel | Piña |
| Maceta para plantas | Piña |
| Bebida | Aguamiel, Pulque |
| Vinagre | Aguamiel |
| Pulque | Aguamiel |
| Azúcar | Aguamiel |
| Miel | Aguamiel |
| Jarabe | Aguamiel |
| Atole | Aguamiel |
| Alimento para aves | Pulque |
| Aguardiente | Pulque |
| Condimento | Pulque |
| Sedimento para barbacoa | Pulque |
| Gusanos rojos | Raíces |
| Jabón para ropa | Raíces |
| Escobas | Raíces |
| Cercas para delimitar terrenos | Planta completa |
| Formación y protección de terrazas | Planta completa |
| Deslinde de terrenos | Planta completa |
| Cercas de protección | Planta completa |
| Adorno | Planta completa |
| Bolsa para Mixote | Dermis |
| Muebles | Mezontete |

Fuente: Vela (2014).

Las características biológicas de esta planta, resistente a la sequía, la perfilan como una candidata óptima en territorios agrestes del país, donde otro tipo de cultivo representaría un alto riesgo económico para los productores.

Uno de los usos industriales que apenas comienza, es la explotación de sus azúcares en la producción de inulinas industriales, las cuales son aptas para su consumo por parte de personas que sufren de enfermedades como la diabetes u otras que les impide consumir azúcares refinados (Real, 2007).

Sus componentes químicos tanto de la planta, como de algunos elementos de su entorno (como es el caso de los hongos y plagas), ha permitido obtener materias primas para la producción de pigmentos naturales empleados en la industria alimenticia o la base para medicamentos o antibióticos empleados en la industria sanitaria (Real, 2007).

En los últimos años, se ha formado una industria significativa alrededor de los nuevos derivados del agave en los estados de Zacatecas y Jalisco, así como en la Ciudad de México, las cuales están conformadas principalmente por pequeñas y medianas empresas, las cuales han tenido la visión suficiente como para explorar las múltiples alternativas que el agave brinda a la industria nacional, siendo el Tequila y el Mezcal las más conocidas a nivel nacional e internacional.

3.3.1. Descripción de algunos derivados del agave

3.3.1.1. *Pulque*

El pulque es una bebida blanca de textura viscosa que procede de la savia de la planta que recibe el nombre de aguamiel. Esta bebida era considerada como sagrada en el México Prehispánico y en el México Colonial aunque no fue prohibida, su venta y consumo si fue altamente controlado por las autoridades coloniales.

La extracción se realiza mediante la succión de dicho líquido, por medio del “*acocote*”, instrumento fabricado a partir de un calabazo seco y ahuecado, los

cuales se sellan con zacate o un trozo de madera, a fin de conservar el líquido sin fugas.

Posteriormente la savia o aguamiel, es depositado en un recipiente de madera o plástico, el cual está en una habitación llamada tinacal (Figura 13), donde se dejará reposar por una semana, con la finalidad de permitir la fermentación y obtener la bebida de nombre pulque.

El pulque blanco sin sabor recibe el nombre de Tlachique, en cambio si se mezcla con frutas, vegetal o semilla recibe el nombre de curado.

Las especies de agave "*americana*", "*inaiquidens*" y "*salmiana*", son las más utilizadas en la producción de esta bebida, siendo los estados de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, las entidades que producen casi la totalidad del pulque que se consume en el territorio nacional (Erlwein, Mira, & Velasco, 2013).

Aunque mal visto y vilipendiado a lo largo de los siglos XIX y XX, esta bebida ha tenido un resurgimiento a principios del siglo XXI, sobre todo entre jóvenes y universitarios de diferentes clases sociales.

En los últimos años, partiendo de la década de 1970, ha habido intentos de industrialización de la bebida, con el fin de ofrecerla como un producto enlatado, más atractivo para los usuarios finales, su aceptación resulta complicada por diferentes motivos, siendo el principal la dificultad de mantener el sabor original en la bebida, de acuerdo con lo expresado con los productores.

Figura 13: Fabricación de Pulque. El tlachiquero¹⁷ vierte el aguamiel del acocote en una tina, con el fin de dejarla reposar para obtener como producto final el pulque



Fuente: Colección del autor

3.3.1.2. Miel y azúcares

Este uso era conocido desde tiempos prehispánicos y era habitual su uso como endulzante en sustitución de la azúcar de caña, la cual fue introducida por los hispanos en el siglo XVI.

Actualmente, existe un modesto nicho de mercado, explotado por pequeñas y medianas empresas de nuestro país, que se han enfocado en la producción de siropes y mieles de agave, las cuales han tenido una aceptación creciente, considerando sus propiedades y bondades nutrimentales.

¹⁷ Tlachiquero: Campesino encargado de obtener el aguamiel, por medio del raspado de las piñas y succión de la sabia por medio de un acocote.

3.3.1.3. Fibras industriales

De las pencas u hojas de este tipo de plantas, se pueden obtener fibras las cuales han sido aprovechadas para fabricar cordelería, costales y empaques, debido a su resistencia y facilidad de manejo, en comparación de otras fibras naturales.

Las especies más utilizadas en este ramo han sido el Henequén y el Ixtle, las cuales formaron una industria sólida a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, sin embargo la aparición de competidores en el cultivo de estas plantas y la irrupción de las fibras sintéticas, deprimieron el mercado de este tipo de fibras (Ramírez M. C., 2002).

Este mercado actualmente se encuentra sub explotado, considerando que además de cordelería, costales y empaques, se pueden obtener otros derivados como textiles, rellenos para muebles y celulosas, las cuales pueden servir como base para la producción de papel o polímeros y plásticos biodegradables (Ramírez M. C., 2002).

Los principales productores en la actualidad del Ixtle y el Henequén en la República Mexicana son los estados de Tamaulipas, Yucatán, Campeche e Hidalgo, entidades cuya economía se ha visto afectada ante la falta de mercado de este tipo de fibras y ante la importación de materia prima proveniente de Sudáfrica y Brasil, en detrimento de la producción nacional (Ramírez M. C., 2002).

3.3.1.4. Pigmentos

La grana cochinilla, es una de las plagas endémicas que afectan a las agaváceas y cactáceas (como es el caso de los agaves y nopales), las cuales contrario a lo que se pensaría, han resultado benéficas para el desarrollo humano.

Su uso ha sido aprovechado como pigmento de color rojizo, explotado desde tiempos prehispánicos. La grana cochinilla fue tan apreciada como la planta en las épocas precortesiana y colonial, lo que permitió el desarrollo de ciudades importantes como es el caso de la ciudad de Oaxaca (Vara F. G., 2001).

El uso de estos pigmentos, fue relegado ante la aparición de colorantes industriales. En los albores del nuevo milenio, la demanda de grana cochinilla, se ha reactivado ante el incremento de la demanda de colorantes naturales para alimentos que no pongan en riesgo la salud humana.

De acuerdo con información de la plataforma comercial Quminet, enfocada al comercio de insumos de carácter químico, reportan que el kilogramo de grana cochinilla esta valuado entre 275 y 300 dólares en mercados de Estados Unidos y la Unión Europea.

3.3.1.5. Medicamentos y farmacéutica

Desde la época prehispánica eran conocidos sus usos como materia prima para la producción de remedios medicinales, para las diferentes dolencias y enfermedades (Vela, 2014).

Entre sus principales usos, la baba de las pencas, fue utilizada como cataplasma la cual se aplicaba en quemaduras o lesiones, para permitir la cauterización y cicatrización de la piel.

De la misma forma cuando los hongos que aparecían en la planta (principalmente la lama o moho), fue aprovechada como un antibiótico y antiséptico poderoso, en los tratamientos de infecciones y lesiones, por medio de distintas forma de consumo.

La piel de la penca tatemada¹⁸ y pulverizada, fue utilizada como tratamiento antiséptico para las lesiones y quemaduras, además del blanqueamiento de dientes, ya que en la práctica es carbón activado, elemento ampliamente utilizado en los anteriores tratamientos.

Actualmente, se realizan investigaciones con el fin de obtener industrialmente inulinas para el tratamiento de los diferentes tipos de diabetes, antibióticos y otro

¹⁸ Tatemado: asado a las brazas

tipo de medicamentos; dichas investigaciones siguen en curso en espera de resultados definitivos (Castro-Díaz & Beltrán, 2013).

3.3.1.6. Energéticos

Su brea y sus pencas fueron utilizadas tanto como por los pueblos de México, como por los de Centroamérica y los Andes como combustible, por medio de leña o de aceite para lámparas (Acosta, 2011 [1580]). Considerando lo anterior, se puede inferir que fueron un importante recurso energético, sobre todo en los territorios áridos donde los bosques eran lejanos.

Actualmente se están realizando investigaciones para medir la eficiencia y factibilidad del uso de los agaves como una opción energética, amigable con el medio ambiente, en la producción de biocombustibles, producidos a partir de los etanoles y alcoholes de esta planta.

3.3.1.7. Alimenticios

Actualmente los platillos como la barbacoa o el mixiote, son elementos arraigadísimos en el alma mexicana, y cuya base son las pencas de maguey

En el caso del mixiote, se obtiene a partir del desfibre de las hojas, de tal forma que se obtiene una película sumamente delgada, la cual se utiliza como envoltorio para la cocción de carnes, principalmente el conejo, el pollo y el carnero, siendo un platillo tradicional de los estados de Hidalgo, Tlaxcala y la serranía poblana.

La barbacoa es el más conocido de los platillos, la carne es cocida en un horno cavado en el suelo, el cual es forrado con pencas de maguey, con el fin de cubrir y proteger la carne y es enterrada en el suelo (Figura 14).

Figura 14: Proceso de cocción de la Barbacoa en horno de agujero o tierra, utilizando pencas de maguey como cubierta



Fuente: Colección del autor

Este proceso de cocción suele durar entre 6 y 12 horas, dependiendo la cantidad de carne, el resultado es una carne cocida al vapor suave e impregnado con el sabor al maguey.

Existen otros platillos como las flores cocinadas o los quiotes asados, sin embargo, es casi desconocido entre la población en general, cuyo consumo ha sido casi reservado a las comunidades indígenas del centro y occidente de México.

Además algunos de sus derivados como el aguamiel o el pulque, se utilizan como ingredientes para algunos platillos como la salsa borracha, elaborada a base de pulque o los tamales dulces de Michoacán, donde el aguamiel sirve como endulzante de la masa.

Inclusive las plagas, como es el caso de los gusanos de maguey, son un alimento sumamentepreciado por los círculos gastronómicos del mundo por su exquisito sabor y textura, los cuales pueden ser consumidos asados o secos y molidos con chile y sal, como acompañamiento de bebidas alcohólicas, como es el caso del mezcal.

Considerando que se tratan de platillos que son considerados como fruto de los primeros años del mestizaje, actualmente son considerados como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad desde el año 2010, debido a que forman parte indisociable de la identidad nacional.

3.3.1.8. Destilados

Los destilados son quizás, el uso más conocido de las agaváceas en el mercado actual, considerando que cuando se habla de magueyes o agaves, la primera evocación que viene a la mente es la de mariachis con tequila, mezcal o algún otro destilado proveniente de las piñas de esta planta.

En los últimos 20 años el tequila y el mezcal, se han convertido en el principal derivado de exportación de estas plantas, con un mercado consolidado tanto a nivel nacional como internacional, dejando una derrama aproximada de 140 millones de dólares anuales a la economía del país (SIAP, 2017).

Existen tres tipos de destilados elaborados a base de agave que cuentan con denominación de origen: El tequila, el mezcal, y el bacanora.

Además de que existe gran cantidad de destilados basados en el agave, los cuales reciben el nombre genérico de mezcal, sin embargo estos son desconocidos para los consumidores, además de que se encuentran al margen de las regulaciones oficiales, debido al miedo a las sanciones que conlleva utilizar el nombre con denominación de origen.

3.3.1.9. Artesanías y otros usos

Muchos de los usos enlistados con anterioridad en el cuadro 1, se preservan aunque carecen de un carácter industrial, ya que son elaborados como artesanías u objetos utilitarios cotidianos, propios de las comunidades campesinas e indígenas de nuestro país, por lo que aún resultan desconocidos para la mayoría de la gente.

Un ejemplo son: las bolsas de Ixtle, los textiles fabricados a base de henequén o el calzado, cuyo amarre es fabricado a base de cuerdas de fibras de henequén o Ixtle; este tipo de derivados son comercializadas como productos artesanales en pequeñas comunidades o en sitios de interés turístico.

De acuerdo con un informe del Congreso de la Unión (Sales, 2011), los datos correspondientes a la producción artesanal, aún son aproximaciones y no existen datos precisos por diferentes motivos, resultando el principal que dicha actividad no es el medio de sustento primario para muchas familias de nuestro país, lo que dificulta realizar un censo preciso de dicha actividad económica.

Por el anterior motivo, muchas veces no se registra en los datos oficiales, la actividad artesanal, como actividad económica que genera una derrama económica a las comunidades y poblaciones de nuestro país (Sales, 2011).

Otro aspecto, es que muchos de estos usos no son comerciales, y se utilizan como una alternativa económica para resolver algunas de las necesidades propias del campo mexicano, como la delimitación de terrenos o el uso de sus pencas como tejas para recubrir el techo de las construcciones.

3.4. Las principales especies de agaves cultivados en México

De las 200 especies del género agave, 102 tienen usos prácticos para el ser humano, las cuales principalmente tienen fines alimentarios y la extracción de fibras industriales (Vela, 2014).

Sin embargo, aunque la mayoría de estas especies son conocidas y explotadas por el ser humano, hay algunas especies que tienen preferencia sobre otras, ya que su rendimiento o variedad de usos, es mayor comparadas con otras plantas del mismo género.

En el cuadro 3, se presentan algunas de las especies más cultivadas en México:

Cuadro 3: Especies de agave más cultivadas en el territorio nacional

| Nombre científico | Nombre común | Derivados | Distribución geográfica |
|--------------------------|------------------------------|---|---|
| Agave americana | Magüey cenizo | Pulque, fibras, ornamental, delimitación de terrenos | De Texas hasta Oaxaca. Principalmente crece en el altiplano central |
| Agave augustifolia Haw | Magüey espadín, espadilla | Fibras, destilados, forraje, ornamental y combustible | De Chihuahua a Costa Rica, principalmente en Guerrero y Oaxaca |
| Agave marmorata | Tepestate, Magüey de caballo | Destilados y medicinal | Puebla y Oaxaca |
| Agave potatorum | Magüey tobalá | Medicinal, destilados y ornamental | Puebla, Oaxaca y Guerrero |

Fuentes: Vela (2014), CONABIO (2009)

Cuadro 3: Especies de agave más cultivadas en el territorio nacional (Continuación)

| Nombre científico | Nombre común | Derivados | Distribución geográfica |
|--------------------------|--|--|---|
| Agave salmiana | Magüey manso, chalqueño de pulque, cimarrón, magüey pulquero | Pulque, fibras, alimento, delimitación de terrenos, destilados, construcción | De Durango a Chiapas. Principalmente crece en el altiplano central y en Oaxaca y Guerrero |
| Agave inaequidens | Magüey bruto | Pulque, delimitación de terrenos y fibras | Altiplano central, Durango, Zacatecas y Jalisco |
| Agave fourcroydes | Henequén, Sisal | Fibras, cordelería y destilados | Península de Yucatán y Chiapas |
| Agave funkiana | Ixtle | Fibras, textil y cordelería | Tamaulipas e Hidalgo |
| Agave Karwinskii | Magüey cirial, tobasiche | Destilados, cercas, textil, fibras y cordelería | Puebla y Oaxaca |
| Agave tequiliana weber | Agave azul, Agave Chato | Destilados, bebidas y medicinal | De Sonora a Oaxaca |

Fuentes: Vela (2014), CONABIO (2009)

Aunque en la actualidad existen más variedades de agave que se siembran en el territorio nacional y que son explotadas de diversas maneras, principalmente en la destilación de licores, el volumen de producción, así como el número de hectáreas es mínimo, comparado con las especies mostradas con anterioridad.

De acuerdo con información de la CONABIO (2009), el mayor volumen de producción, corresponde a las especies *augustifolia haw* y *tequilana weber*, especies que se cultivan de forma intensiva y homogénea, a fin de hacer frente a la creciente demanda de sus licores por parte de los mercados nacionales e internacionales.

En cambio, las demás especies, aunque ignoradas por la mayoría de la gente, cuentan con bondades únicas en el mundo, en espera de que sus beneficios sean aprovechados.

Capítulo 4: El mezcal y los destilados de agave

*“Para todo mal mezcal,
para todo bien también...”*

Dicho tradicional oaxaqueño

Dentro de las bebidas, que son consideradas como las “majestades destiladas de México”, tenemos: al tequila, el mezcal y los destilados de agave. Distinción que se han ganado con mucho esfuerzo para tener este lugar de honor.

Los destilados de agave, se han convertido en la última década, en el principal derivado de las agaváceas que representa una importante derrama económica al país, dando una derrama de unos 140 millones de dólares anuales a las arcas nacionales (SIAP, 2017).

En este capítulo, se pretende explicar qué es el mezcal, los diferentes tipos que existen, su proceso general de fabricación, las normas que regulan su producción y por qué el proceso productivo que tiene como resultado obtener esta bebida, es importante para la sociedad y economía nacional.

4.1. ¿Qué es el mezcal?

Mezcal, es una palabra de origen náhuatl que significa “agave cocido”, debido al proceso de cocción a la que son sometidas las piñas para obtener diversos derivados, entre ellos, las mieles ricas en azúcares, que sirven de base para la preparación de este producto.

En un concepto más moderno, el significado puede resultar ambiguo, ya que también se emplea para describir la piña cocida de los agaves, la cual se consume masticando trozos de piña, de forma similar a las gomas de mascar, a fin de retirar los azúcares, y retirando el bagazo (Figura 15). Aunque esta forma del mezcal

resulta poco habitual para los consumidores de la bebida, es común encontrarla en las zonas rurales de nuestro país, mercados tradicionales y localidades productoras de agaváceas, ya sea con fines alimenticios o de producción de destilado.

Figura 15: La forma más antigua de la palabra mezcal, se refiere a las piñas del agave cocidas, para ser directamente masticadas



Fuente: Colección del autor

Otra acepción más moderna, se refiere a un tipo de destilados que se producen a partir de la fermentación del jugo de piñas cocidas de las agaváceas, que posteriormente son destilados para producir un líquido de color blanquecino con

una graduación alcohólica que fluctúa entre el 40% y el 60% de volumen alcohólico (Secretaría de Economía, 1997)¹⁹.

Existe una gran variedad de destilados de agave a lo largo y ancho de la república mexicana, sin embargo sólo tres cuentan con denominación de origen: El tequila, el mezcal y el bacanora, las cuales recibían el nombre de Vino mezcal, con base en que todo este tipo de bebidas, tienen la misma forma de elaboración y destilación.

A partir del año 1994, con la aparición de la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994, delimitó al mezcal como toda aquella bebida destilada, cuya materia prima es el agave "*agave augustifolia haw*", "*marmorata*", "*potaturum*" o alguna de las 17 especies que señala la norma, cultivada en los territorios de Oaxaca, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Guerrero, Tamaulipas, Michoacán y Puebla (SIAP, 2017) (Consejo Regulador del Mezcal, 2017).

El mezcal está clasificado de distintas formas de acuerdo a la NOM-070-SCFI-1994, que pueden ser por su forma de preparación (Artesanal, semi-artesanal y mezcal), por su añejamiento (Añejo, Reposado y Joven) o por sus ingredientes adicionales (De pechuga, de gusano y receta de la casa), los cuales comparten características fundamentales como el que la materia prima sea agave.

Dependiendo del tipo de reposo o ingredientes adicionales que se agregue al proceso de fabricación del mezcal, el color de la bebida puede variar, de un color blanco a un color ámbar claro o a un color ámbar intenso.

Las fábricas donde se elaboran estas bebidas, reciben el nombre de palenques, cuyas instalaciones están conformadas por la fábrica, la embotelladora y grandes extensiones de tierras cultivadas con agaves.

Para ser considerado como mezcal, esta bebida debe estar fabricada con alguna de las siguientes especies de agave:

¹⁹ En 1997, la norma fue expedida por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, la cual sufrió reestructuración en 2002, y a partir de entonces se llamó Secretaría de Economía.

- *Agave Angustifolia Haw* (maguey espadín)
- *Agave Esperrimajacobi, Amarilidáceas* (maguey de cerro, bruto o cenizo)
- *Agave Weberi cela, Amarilidáceas* (Maguey de mezcal)
- *Agave Potatorumzucc, Amarilidáceas* (Maguey de mezcal)
- *Agave Salmiana* (Maguey manso o cimarrón)
- *Agave Gentry* (Maguey verde o mezcalero)
- *Agave Karwinskii* (Maguey cirial)

Cualquier otro agave endémico de la región, que no se utilice para bebidas con denominación de origen

4.2. El mezcal a través del tiempo

El uso de las piñas como alimento, es conocido desde hace 9000 años y como insumo para destilados desde hace 3500 años, de acuerdo con investigaciones de los Doctores Daniel Zizumbo, Patricia Colunga, Fernando González del INAH en Colima (Yañez, 2012) y de Mari Carmen Serra Puche en Tlaxcala (Benet, 2012).

Aunque en un principio su uso era ceremonial, esto no impidió que se desarrollara toda una sociedad alrededor de los destilados de agaves y las agaváceas, a las cuales se les atribuían poderes místicos y divinos, a tal grado que surgieron ciudades y centros ceremoniales, enfocados a la adoración del agave, como es el caso de Guachimontones (Figura 16), localizado en el estado de Jalisco.

Los resultados de las anteriores investigaciones, determinaron que la importancia de los mezcales radica en su antigüedad, ya que muchos investigadores, los consideran como las primeras bebidas destiladas producidas en México, aunque aún existe un intenso debate acerca de sus orígenes, y las primeras técnicas de fabricación que se utilizaron para fabricarla.

Sin embargo, a pesar de las pruebas arqueológicas, es generalmente aceptado, que el origen de la bebida es la fusión entre la tecnología asiática de los destiladores, introducida por los conquistadores hispanos a la Nueva España en el siglo XVI, y la materia prima endémica del territorio nacional (Benet, 2012).

Durante toda la época colonial, la producción de mezcales fue preponderante dentro de la sociedad novohispana, debido a que su consumo era fundamental en las arduas faenas de los esclavos africanos y de los mineros en labores tan ásperas como peligrosas, cuyo consumo permitía una resistencia mayor.

Figura 16: El sitio arqueológico de Guachimontones en Jalisco, es un ejemplo de la deificación del mezcal. En este sitio se han encontrado destiladores de factura indígena



Fuente: Colección del autor

La fabricación de estas bebidas, rivalizaba con el real monopolio de los vinos y destilados europeos, por lo que su consumo era mal visto por las autoridades virreinales, de modo que en 1718, se produce la real prohibición de fabricar mezcales y aguardientes. Sin embargo esta prohibición resultaría letra muerta, ya que los mezcales eran un producto necesario para que los mineros y jornaleros, aguantaran las largas faenas de trabajo en sus respectivas labores (Benet, 2012).

Dicha prohibición perduraría hasta el año de 1789, cuando el marqués del Jaral de Berrio recibe una real patente que le permite fabricar aguardientes y destilados, cuya materia prima era el agave (Benet, 2012).

A la consumación de la guerra de independencia, los vinos mezcales se seguían fabricando, sin embargo eran considerados como una bebida de mal gusto por las clases bien pensantes decimonónicas y de principios del siglo XX, por lo que su consumo era principalmente entre los peones y capataces de las haciendas, los mineros y jornaleros, personajes que al final también influirían en la formación de las clásicas estampas de la idiosincrasia nacional.

Los primeros intentos de exportación de mezcales, se remonta al año de 1856, cuando la casa José Sauza e Hijos de Tequila, Jalisco; aprovecha la cercanía de la localidad con el puerto de San Blas, Nayarit. El primer embarque tuvo por destino España, país que recibió el primer embarque de un vino mezcal en la historia, aunque cabe aclarar que al igual que en México no pudo sacudirse la mala fama de bebida “corriente y barata”.

Esta imagen perduraría hasta mediados de la década de 1940, cuando el boom de la industria cinematográfica mexicana (conocida coloquialmente como “el cine de oro”) se expande por todo el mundo, mostrando una imagen idealizada del campo mexicano, la cual está saturada de charros cantores, mariachis, mujeres bellas y sobre todo un buen tequila (Benet, 2012).

Ante esta situación, la expansión del consumo del tequila se hizo una realidad, convirtiéndose en el primer destilado de agave, que para los años de 1950, ya contaba con un magnifico mercado y aceptación por parte de los consumidores mexicanos y extranjeros.

4.3. Los destilados de agave

México, además de ser rico en diversidad biológica, también es rico en la gran variedad de destilados producidos a partir de los azúcares procedentes de las piñas de agave, las cuales después de ser sometidas a cocción, trituración,

fermentación y macerado, desprenden jugos dulces, que son fermentados para producir una bebida cristalina y con un alto volumen alcohólico.

Aunque inicialmente, los destilados de agave recibieron el nombre genérico de “vinos mezcales”, esta denominación fue cayendo en desuso al paso de los años, de manera que muchas de las bebidas recibieron el nombre de sus localidades de origen o de las plantas de donde proceden.

En todos los rincones del país, existen numerosos tipos de destilados de agave, algunos conocidos más allá de las fronteras mexicanas, y otros únicamente conocidos de forma local (Figura 17), haciendo este acervo gastronómico un importante legado cultural.

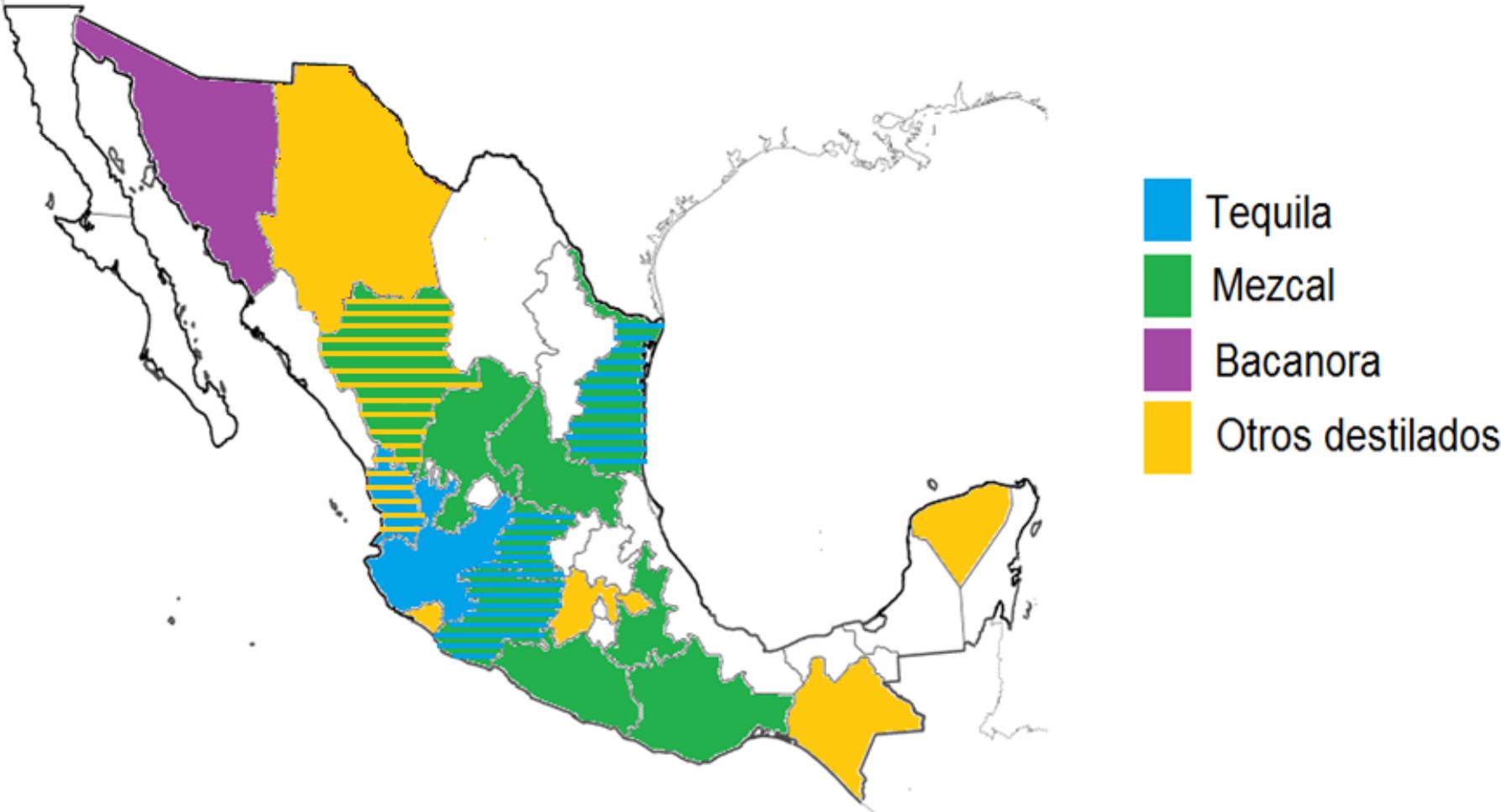
Existen 4 bebidas, que actualmente reciben el título coloquial de “las majestades destiladas”, ya que se trata de los destilados de agave más consumidos y conocidos a nivel nacional e internacional.

Esta clasificación está encabezada por el Tequila, procedente principalmente de la región de Tequila – Amatitlán, ubicada en los estados de Jalisco y Nayarit; en segundo lugar encontramos el Mezcal originario de los estados de Oaxaca, Guerrero, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Michoacán, Puebla²⁰ y Guanajuato, el cual se puede fabricar a partir de 30 especies específicas de agave. La anterior clasificación cierra con el Bacanora Sonorense y el Sotol²¹ de Chihuahua, los cuales han tenido un incremento en su consumo en los últimos 10 años (Benet, 2012). En los cuatro casos anteriores, las bebidas se encuentran protegidas por la Norma Oficial Mexicana (NOM), la cual señala que todas aquellas bebidas que quieran recibir los anteriores nombres, deben ser producidas en las regiones originarias y con especies endémicas de agave.

²⁰ Aún no existen datos con respecto a la producción del estado de Puebla, ya que esta fue incluida dentro de la NOM, a finales de 2015

²¹ Para fines de este trabajo, no se tomará en cuenta a detalle la bebida *sotol*, originaria de Chihuahua y Durango, con el identificador NOM-159-SCFI-2004; el cual aunque se trata de un destilado que comparte la técnica de cocción que recibe el nombre de mezcal, su materia prima no pertenece a la familia de las agaváceas, sino a las de la familia *dasilyrion*, familia a la cual pertenecen las yucas.

Figura 17: Distribución de los destilados de agave a nivel nacional



Fuente: Elaborado con información de las Normas oficiales mexicanas 006, 070, 168, 159 y 199 de la Secretaría de Economía

Aunque estos son los destilados de agave más populares, cabe señalar que existen otros menos conocidos, los cuales se encuentran distribuidos en los otros estados de la república mexicana, además todos comparten el nombre genérico de mezcal, que en el pasado recibieron; sin embargo, debido a la aplicación de las directrices de la NOM-070-SCFI-1994, se ha privado a los productores de otros estados ocupar este término, lo cual ha generado numerosas críticas y protestas por parte de los pequeños productores, al afectar directamente la comercialización de sus productos.

Uno de los retos de la industria de los destilados de agave, en los últimos años, es el surgimiento de bebidas que se presentan como licores de agave, los cuales han cobrado popularidad entre la población juvenil de nuestro país, en gran medida por su bajo precio, sin embargo, este tipo de bebidas, han recibido duras críticas por parte de personal sanitario y organizaciones civiles, debido a que presentan un alto grado de alcohol que lo hace no apto para el consumo humano, por lo que se ha iniciado una campaña jurídica para retirarlas del mercado (Rincón, 2015).

Además del aspecto económico, este tipo de bebidas es un legado excepcional de cultura mexicana, que resume a partir de sus sabores particulares, la genialidad de las comunidades y fabricantes de este tipo de bebidas, los cuales se esmeran en preservar una parte indisociable de la sociedad mexicana.

Considerando que la palabra mezcal, se refiere a una forma de preparación, y no sólo a un tipo de bebida, encontramos que existe una gran variedad de destilados elaborados a partir de una gran variedad de agaváceas, los cuales pueden o no tener denominación de origen, por tal motivo podemos encontrar dos clasificaciones basadas en el anterior criterio:

- Bebidas que cuentan con Denominación de Origen protegidas por la Norma Oficial Mexicana (Tequila, Mezcal, Bacanora y Sotol)
- Bebidas que no cuentan Denominación de Origen

4.3.1. Destilados protegidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM)

Todas las bebidas que eran fabricadas a partir de los azúcares del jugo, procedente de las piñas cocidas de agave, fermentadas y destiladas; en un inicio, recibieron el nombre genérico de “vinos mezcales”, denominación que perduró más de 300 años y que hacía referencia a la técnica de cocción a la cual eran sometidas las piñas de los agaves, las cuales debían ser cocidas en hornos de piedra o “de hoyo”, a fin de que posteriormente se sometieran al proceso de fabricación.

Debido a que a partir de 1950, algunas especies de agave como el henequén, fueron introducidos en otros países como Sudáfrica o Zimbabue, hecho que afectó severamente la economía nacional, las cámaras reguladoras de las industrias de destilados de agave, plantearon la necesidad de generar mecanismos de protección de su industria, ante el potencial peligro de la existencia de una competencia desleal por parte de productores extranjeros.

Después de numerosos análisis, se determinó que el mecanismo de protección más efectivo para proteger la industria de los destilados; así como, para la defensa del patrimonio cultural y gastronómico de México, era implementar la Denominación de Origen, de tal forma que solamente las bebidas destiladas de agave pueden producirse en regiones específicas de México.

Por lo tanto, solo los destilados que cuentan con Denominación de Origen, reconocida por la Norma Oficial Mexicana, expedida inicialmente por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, ahora Secretaría de Economía, tienen la protección gubernamental, al formar parte esencial de la cultura mexicana.

Los destilados de agave que cuentan con protección por la Norma Oficial Mexicana, son los siguientes:

- Tequila (NOM-006-SCFI-2012)
- Mezcal (NOM-070-SCFI-1994)
- Bacanora (NOM-168-SCFI-2004)

Además existe un controversial proyecto de Denominación de Origen para todos los demás mezcales, que no se engloban dentro de las Normas Oficiales Mexicanas antes mencionadas, los cuales recibirían el nombre genérico de “*komiil*” con el identificador NOM-199-SCFI-2015.

4.3.1.1. Mezcal (NOM-070-SCFI-1994)

El mezcal, es una bebida de color blanquecino, sabor ahumado y fuerte, es uno de los símbolos de referencia que identifica el estado de Oaxaca (Figura 18), sin embargo también se produce en otros 8 estados tanto del norte como del sur del país, los cuales comparten Denominación de Origen, por medio de la norma NOM-070-SCFI-1994.

Dentro de los aspectos más significativos de esta norma, se señalan las características mínimas que debe tener la bebida para que se pueda considerar como mezcal, tocando los siguientes puntos:

- Volumen alcohólico del 40% al 60%
- Debe ser producida en alguno de los siete estados antes mencionados
- Solamente se podrán utilizar las siguientes especies de agaves:
 - *Agave Angustifolia Haw* (maguey espadín)
 - *Agave Esperrimajacobi, Amarilidáceas* (maguey de cerro, bruto o cenizo)
 - *Agave Weberi cela, Amarilidáceas* (maguey de mezcal)
 - *Agave Patatorumzucc, Amarilidáceas* (maguey de mezcal)
 - *Agave Salmiana Otto Ex Salm SSP Crassispina (Trel) Gentry* (maguey verde o mezcalero)
 - Cualquier otro agave endémico de la región, que no se utilice para bebidas con denominación de origen

Especifica la clasificación de los tipos de mezcal de acuerdo a diferentes criterios:

- Por fabricación (Artesanal, semi-artesanal y mezcal)
- Por su añejamiento (Blanco, Añejo y Extra añejo)

- Por sus ingredientes adicionales (De gusano y de pechuga)

Figura 18: El mezcal típico es una bebida con alto volumen alcohólico, cristalina y de sabor ahumado e inconfundible



Fuente: Colección del autor

Además, dentro de la clasificación de la NOM-070-SCFI-1994, también se encuentran dos grandes grupos de clasificación de esta bebida:

- El mezcal del tipo I, el cual se encuentra fabricado con 100% de azúcares provenientes de las piñas de alguno de los agaves señalados en la norma.
- El tipo II, donde la bebida se produce con una proporción de 80% azúcares provenientes de los agaves indicados en la denominación de origen, complementado con un 20% de otros azúcares o materia fermentable, como es el caso de fructosa u otros tipos de azúcares.

La anterior norma, presentó el inconveniente de que utilizaba el concepto genérico mezcal, por lo que comunidades que también utilizaban el anterior termino para bautizar a sus destilados de agave, quedaron de la noche a la mañana sin un nombre para su bebida, lo que generó malestar entre numerosos habitantes de distintas regiones productoras de destilados de agave (Benet, 2012).

4.3.1.2. Tequila (NOM-006-SCFI-2012)

El tequila es un tipo de mezcal producido a base de agave de la especie “*tequiliana weber*” o agave azul, originario de los estados de Jalisco, Nayarit, Guanajuato, Tamaulipas o Michoacán²², aunque es común que Jalisco, sea conocido internacionalmente por ser el estado con mayor producción.

El Tequila es el destilado de agave que ha alcanzado los índices más altos de popularidad a nivel global, y se encuentra protegido mediante la Denominación de Origen de la NOM-006-SCFI-2012, la cual indica que para ser considerado Tequila, debe ser producido en la región de Tequila – Amatitlán y ser fabricado a base de agave azul.

Su volumen alcohólico debe ser como mínimo de 20° G.L. de destilación alcohólica y tener por lo menos una composición de 51% de agave azul, combinado con otros tipos de agaves o azúcares fermentables²³ (Macías & Valenzuela, 2009).

Es el mezcal que genera la derrama económica más importante a nivel nacional, colocándose en la séptima posición de productos agroalimentarios con mayor

²² Originalmente solamente estaba prevista la producción en los estados de Jalisco y Nayarit (entidad que originalmente había pertenecido al primer territorio), sin embargo ante el incremento de la demanda de materia prima, para cubrir el mercado internacional, se expidió en 1994 una dispensa que permite producir tequila en las entidades antes citadas.

²³ Dentro de la anterior dispensa, el argumento de escasez de materia prima dio el motivo perfecto para reducir la cantidad de agave azul, pasando de un 100% en 1977 a un 51% en 1994, motivo que ha influido negativamente en la calidad del producto final.

demanda a nivel nacional e internacional, de acuerdo con informes de la SAGARPA²⁴ (2016).

4.3.1.3. Bacanora (NOM-168-SCFI-2004)

También llamado “vitso” o “cuviso” por parte de los indígenas opátas, es un tipo de mezcal originario del estado de Sonora, elaborado a partir de los agaves “*augustifolia haw*” y “*pacifica trel*”, originarios de la región (Gutiérrez, Acedo y Valenzuela, 2007).

Se cree que comenzó a destilarse a partir del siglo XVIII en la localidad de Bacanora, Sonora; siendo ampliamente demandado por los mineros y jornaleros de la región, hasta que en 1915, el gobernador militar Plutarco Elías Calles, emite un decreto prohibiendo la comercialización y producción de toda bebida alcohólica en el estado (Gutiérrez-Coronado, Acedo-Félix, & Valenzuela-Quintanar, 2007).

Dicho decreto se suprime en el año de 1992, y a partir del año 2000 recibe la denominación de origen, la cual señala que la producción de Bacanora, es monopolio exclusivo del estado de Sonora (Gutiérrez-Coronado, Acedo-Félix, & Valenzuela-Quintanar, 2007).

Para ser considerado Bacanora, además de ser producido en Sonora, debe contar con las siguientes características:

- En la elaboración se deben utilizar exclusivamente las especies de agaves “*augustifolia haw*” y “*pacifica trel*”.
- Debe contar con una graduación alcohólica que oscile entre los 35° y los 55° G.L.
- El producto deberá estar fabricado con un 100% de materia prima de agave, por lo que está prohibido el uso de otros agaves o azúcares fermentables.

²⁴ Abreviatura de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

4.3.1.4. Proyecto de Denominación de Origen “Komiil” (NOM-199-SCFI-2015)

Como se mencionó con anterioridad, la Denominación de Origen mezcal, clasificada con el identificador NOM-070-SCFI-1994, tuvo el problema de excluir a numerosas entidades productoras de este destilado desde tiempos ancestrales, al no realizar un estudio a conciencia de otorgar una denominación de origen sumamente reducida, a un concepto que es sumamente amplio (Benet, 2012).

En un intento de tratar de solucionar esta situación, se propuso la creación de la NOM-199, que propone que los demás destilados de agave producidos en territorio nacional, reciban el nombre genérico de “*komiil*” (González S. , 2016).

Sin embargo, aunque las normas a simple vista parecen una buena intención, estas presentan problemas mayúsculos, como el hecho de presentar ambigüedades significativas en el uso de agaves endémicos de la región, no tomar en cuenta los aspectos históricos y culturales del mezcal, ya que al englobar solamente siete estados dentro de la denominación de origen, paradójicamente quedan excluidas, las entidades donde los arqueólogos asumen que nació esta bebida: Los estados de Colima y Tlaxcala.

Además, existen acusaciones significativas por parte de los pequeños y medianos productores, que el esquema de denominación de origen, solamente beneficia a las grandes empresas, dejando en desventaja a los pequeños productores, los cuales argumentan no contar con los recursos suficientes para competir en igualdad de circunstancias (González S. , 2016).

Otro problema significativo es el hecho de pretender homologar los mezcales, lo cual ha sido uno de los puntos de conflicto importante con los pequeños y medianos productores, los cuales pretenden proteger la herencia y el saber que han ido desarrollando de generación en generación.

Por tal motivo, es necesario analizar y estudiar cada una de las normas diseñadas para la mejora y control de la calidad, así como aquellas enfocadas para la

protección del patrimonio intelectual, cultural y gastronómico del país, de tal forma que todos los productores, sin importar el tamaño, sean beneficiados.

4.3.2. Destilados de agave sin Denominación de Origen

Es toda aquella bebida destilada con materia prima a base de agave que se produce en cualquier parte del país y que no cuenta con Denominación de Origen otorgada por la Secretaría de Economía.

Aunque originalmente se les conocía llanamente con el nombre genérico de Mezcal, en la actualidad no pueden utilizar ese título, debido a las restricciones planteadas en la NOM-070-SCFI-1994, que definen desde un punto de vista industrial y jurídico lo que es o lo que no es mezcal (Benet, 2012).

Ante la ausencia de un nombre adecuado para las bebidas, es común que adopten los nombres de las regiones o ciudades de origen, a fin de otorgar una identidad propia a estos destilados.

Los destilados más conocidos son el Sisal de Yucatán, elaborado a base de la piña del henequén, o los destilados que proceden de Chiapas, Colima y Tlaxcala, los cuales durante años recibieron el nombre de mezcal, sin embargo en la actualidad no pueden utilizar ese término debido a las prohibiciones establecidas en las distintas NOM.

Otros destilados y bebidas que tienen como base la piña del agave, son la raicilla, originaria de la frontera de Jalisco y Nayarit, bebida de sabor ahumado que se elabora con las diferentes especies de agave, siendo la "*augustifolia haw*", la predilecta, aunque puede utilizarse una mezcla de agaves, incluyendo el azul, aunque en una proporción menor a un 10% (Benet, 2012).

La lechuguilla es un caso interesante, ya que se trata de un refresco sin alcohol no gasificado, preparado a base de los jugos y aguamieles del agave azul y otras especies de agave que crecen en la región occidental de México, los cuales tienen una aceptación significativa entre los habitantes de dicha región.

El mundo de los destilados hechos a base de agave, y que en algún momento recibieron el nombre genérico de mezcal es enorme y diverso, como las regiones donde crecen los agaves en el territorio nacional.

Sin embargo a pesar de ser una bebida que forma parte de la sociedad mexicana desde hace siglos, está no está exenta de problemas y retos que tiene que hacer frente ante el crecimiento de su fama; entre los retos más significativos es el incremento de la demanda de las especies de agave, colocando en riesgo el equilibrio ambiental, lo que se ha traducido en la deforestación de grandes extensiones de terreno (CONABIO, 2009).

Por otro lado el incremento de la demanda de esta bebida espirituosa, ha incrementado la producción de imitaciones de este tipo de bebidas, las cuales han sido adulteradas con alcoholes, que por sus características químicas, son catalogadas como perjudiciales para la salud.

Actualmente existen en el mercado otra clase de destilados de agave, los cuales solamente reciben el anterior nombre a secas, sin embargo existen denuncias hechas a la Secretaría de Salud y de la Secretaría de Economía, de que dichos alcoholes no son aptos para el consumo humano, debido a que el volumen alcohólico supera el permitido por las autoridades correspondientes poniendo en riesgo a sus consumidores (Rincón, 2015).

A pesar de los riesgos a la salud que conlleva su consumo, son populares entre jóvenes y sectores de la población con escasos recursos, debido a que son extremadamente baratos, llegando a costar un recipiente con 600 ml. Unos 10 pesos mexicanos aproximadamente, motivo que incrementa el riesgo a los consumidores (Rincón, 2015).

Sin embargo, a pesar de dichos problemas, el consumo de destilados de agave, con o sin denominación de origen, va en aumento constante tanto a nivel nacional como internacional, en virtud de que la gastronomía es vista como una ventana para entender la vida cotidiana e idiosincrasia de los pueblos.

4.4. La fabricación del mezcal

La fabricación del mezcal es un proceso en donde participan diferentes actores, los cultivadores, cortadores y maestros mezcaleros. Ellos son los protagonistas que día a día se esmeran para entregar un producto de alta calidad, haciendo uso de los conocimientos tradicionales y así conseguir una de las bebidas espirituosas más conocidas de México.

El proceso de fabricación, es largo e implica un esfuerzo físico bastante considerable para poder realizar las actividades que darán como resultado el preciado destilado (Figura 19), se muestra de forma sintetizada el proceso de fabricación del mezcal tradicional.

Para que un agave alcance el estado óptimo para su aprovechamiento en la fabricación de destilados, es necesario que tenga una edad comprendida entre los 7 y 8 años, esto con la finalidad de que la piña sea rica en azúcares, que son el componente fundamental para la fabricación de alcoholes.

Una vez cosechadas las piñas, que necesitan un peso de entre 7 y 8 kilos para obtener aproximadamente 1 litro de líquido destilado (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010); la piña será sometida a cocción en un horno de tierra por un periodo de tiempo que oscila de los 5 a los 7 días.

Después de la cocción, se procede a triturar las piñas, las cuales serán depositadas en una tina de madera de roble para obtener los jugos (mosto), que posteriormente serán destilados mediante un alambique de cobre o un destilador de barro para de obtener las primeras gotas del líquido cristalino.

Con el objeto de mejorar la calidad del producto, es común que se agregue durante el proceso de fermentación otros ingredientes como pechugas de pollo o gusanos de maguey, esto permite obtener un producto de distinto sabor que se diferencia de los demás.

Cuando se tiene una cantidad considerable, se succiona un poco de bebida con una caña de carrizo, con la finalidad de contar la “perla”, que es el número de burbujas que hace el impacto del chorro con la superficie del líquido, de esta forma se calcula el volumen alcohólico de la bebida artesanal.

Por tradición se ofrece el primer mezcal al fuego, que cariñosamente recibe el mote de “viejito”, ya que su buen gusto y sapiencia dará el “visto bueno”.

El líquido puede venderse inmediatamente o dejar reposar en barricas de roble para añejar el producto en un mediano (añejo) o largo plazo (reposado), posteriormente se procede al envasado y comercialización que puede ser a nivel regional, nacional o internacional.

4.5. Cadena productiva del mezcal

Además de los productores de mezcal, los cuales fabrican la bebida en sus palenques, es impensable la distribución y el consumo de mezcal, sin la participación de otros actores, los cuales abastecen de materia prima para la producción de este destilado de agave, así como otros comerciantes que prestan sus servicios para embasar o distribuir la bebida ya sea a nivel nacional e internacional.

De acuerdo con información del Consejo Regulador del Mezcal (2017), se pueden identificar 5 actores de primer orden que participan en esta cadena productiva, los cuales son: viverista, productor de agave o agricultor, productor de mezcal, envasador y comercializador.

Los anteriores actores conforman una cadena productiva (Figura 20), sin la cual esta bebida espirituosa podría llegar a mercados más allá de sus respectivas regiones de origen.

Figura 19: Proceso de fabricación del mezcal



Fuente: Imágenes tomadas en trabajos de campo por el autor.

Figura 20: Cadena productiva en la producción y comercialización de mezcal



Fuente: Elaborado con información del Consejo Regulador del Mezcal (2017)

El primer actor de importancia en esta cadena productiva son los dueños de viveros o tierras de cultivo, encargados de reproducir la planta, los cuales se encargan de cultivar el agave con fines de explotación comercial ya sea por cultivo tradicional, mediante la siembra de semillas (procedimiento ampliamente utilizado en los viveros), o por clonación, mediante el corte y siembra de bulbilos o hijuelos de una planta (Consejo Regulador del Mezcal, 2017) (García, 2007).

Si el cultivo es en vivero, de todas formas se tiene que entregar las plantas a los agricultores, los cuales trasplantarán los agaves jóvenes a sus tierras de cultivo, a fin de que crezcan fuertes y saludables para ser explotado con fines comerciales.

Una vez que las plantas cumplen una edad que oscila entre los 8 y los 10 años, el agricultor procede al corte o jima, de la planta para dejar al descubierto la piña, la cual será recolectada por los productores de mezcal, para producir dicha bebida espirituosa.

El proceso, el cual ya se ha descrito con anterioridad, se lleva a cabo en los palenques o destilerías, instalaciones que están conformados por hornos, molinos, tinas de fermentación y alambiques, instrumental necesario para la producción de mezcal.

Una vez destilado y almacenado, el mezcal procede a embasarse, proceso que se puede realizar en el mismo palenque, o por medio de los servicios de un tercero,

el cual acopia el líquido, y posteriormente procede al embasado, cuyo recipiente ideal siempre serán las botellas de vidrio, aunque también pueden utilizarse recipientes de plástico o barro, lo que disminuye el costo final al consumidor (así como la calidad).

Finalmente la distribución, la cual depende del mercado que quiera alcanzar está bebida, si es local o regional, generalmente son los mismos productores quienes distribuyen el mezcal por medio de expendios en sus propias fábricas o distribuyéndolo entre los comerciantes de la región, los cuales lo venden por botella o a granel.

En cambio, si se pretende una distribución de alcance nacional e internacional, es habitual que los productores, recurran a servicios especializados de empresas distribuidoras, así como de agentes exportadores de carrera, generando una simbiosis particular en esta cadena productiva.

Cabe señalar, que en el caso de los negocios artesanales, la mayoría de los actores de la cadena productiva, son gente cercana al círculo de la familia, ya sean familiares o amigos, oriundos de las comunidades o regiones productoras, incluso gente perteneciente a este círculo que por algún motivo tuvieron que emigrar.

Un ejemplo de lo anterior, es que en muchos casos las plantaciones de agave pertenecen a miembros de una misma familia, los cuales cubren el papel de los productores de agave y mezcal al mismo tiempo, lo que representa un caso interesante y poco habitual en los ciclos productivos a los que la mayoría de los estudiosos se encuentran acostumbrados.

Otro ejemplo, aunque en menor medida, la distribución a mercados nacionales e internacionales, queda a manos de familiares y conocidos que han emigrado más allá de sus comunidades de origen, por lo tanto ellos han dado a conocer las bebidas y se han convertido en agentes distribuidores en las regiones donde habitan, difundiendo el consumo y popularidad más allá de los círculos habituales de la comunidad (Benet, 2012).

Además de los actores nacionales, la cadena productiva se ha ampliado a niveles internacionales, principalmente en la distribución, como consecuencia de que el Mezcal, es una bebida que tiene un alcance de 48 países, a lo largo y ancho de los cinco continentes.

Considerando lo anterior, es interesante observar como un producto, el cual se produce en la mayoría de los casos aún de forma artesanal, ha formado una compleja cadena productiva que incluye a familiares y amigos de la comunidad, así como gente ajena a la misma, los cuales colaboran de forma coordinada para colocar un pedacito de la comunidad, al alcance del público más allá de las fronteras de las regiones de origen.

La suma de factores, ha dado como resultado, que el mezcal comience a adoptar un mercado heterogéneo, donde los gustos y costumbres en el consumo de bebidas alcohólicas, es tan diferente, como el número de naciones a donde actualmente llega el mezcal. Esto ha hecho que se incremente la demanda, así como el número de personas interesadas en colaborar directa o indirectamente en alguno de los procesos productivos que se requieren para producir o comercializar esta bebida.

Lo anterior se hace patente en el que número de integrantes, que contribuyen de distintas formas a la cadena productiva que existen en el país, va incrementando año con año, tendencia que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4: Unidades de eslabones de la cadena productiva del mezcal

| Unidades de servicio | Hasta 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-----------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Productor de Maguey | 146 | 213 | 255 | 301 | 314 |
| Productor de Mezcal | 285 | 355 | 435 | 494 | 586 |
| Envasador | 144 | 152 | 187 | 230 | 288 |
| Distribuidor | 244 | 276 | 322 | 362 | 467 |
| TOTAL | 819 | 996 | 1199 | 1387 | 1705 |

Fuente: Consejo Regulador del Mezcal (2017).

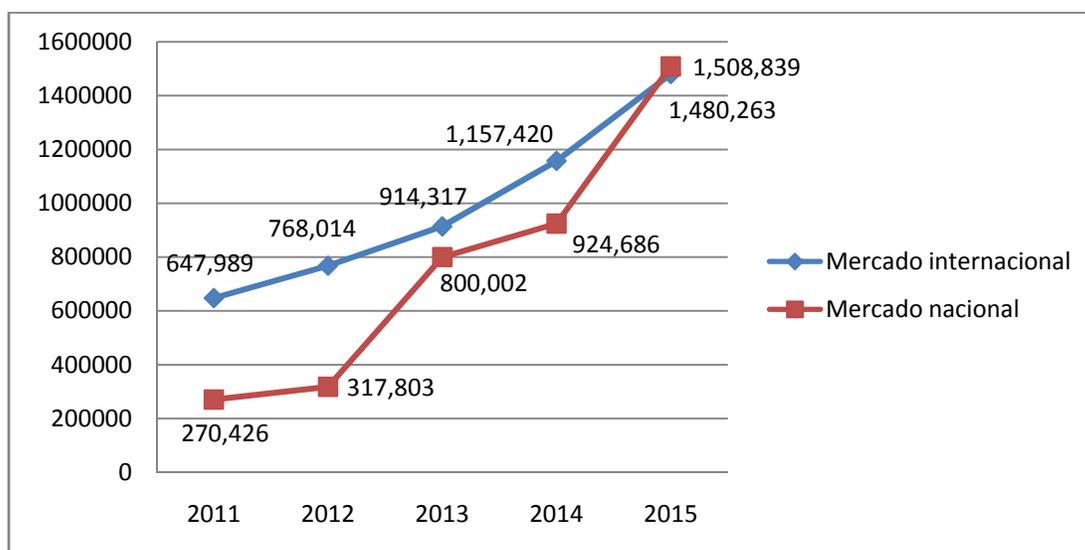
Esta simbiosis única en este proceso, ha dado como resultado que el mezcal, esté pasando de ser una bebida de mala calidad y barata, a una bebida que forma

parte esencial de la sociedad mexicana, gracias a su difusión de carácter internacional.

4.6. Importancia del mezcal en la sociedad mexicana actual

De acuerdo con datos del consejo regulador del mezcal, se ha hecho patente un incremento en la preferencia de la bebida en el mercado nacional e internacional, en la figura 21, se muestra un paulatino incremento en el envasado para venta a nivel nacional e internacional comparado con el año 2011.

Figura 21: El mezcal envasado para ventas nacionales e internacionales (En litros)

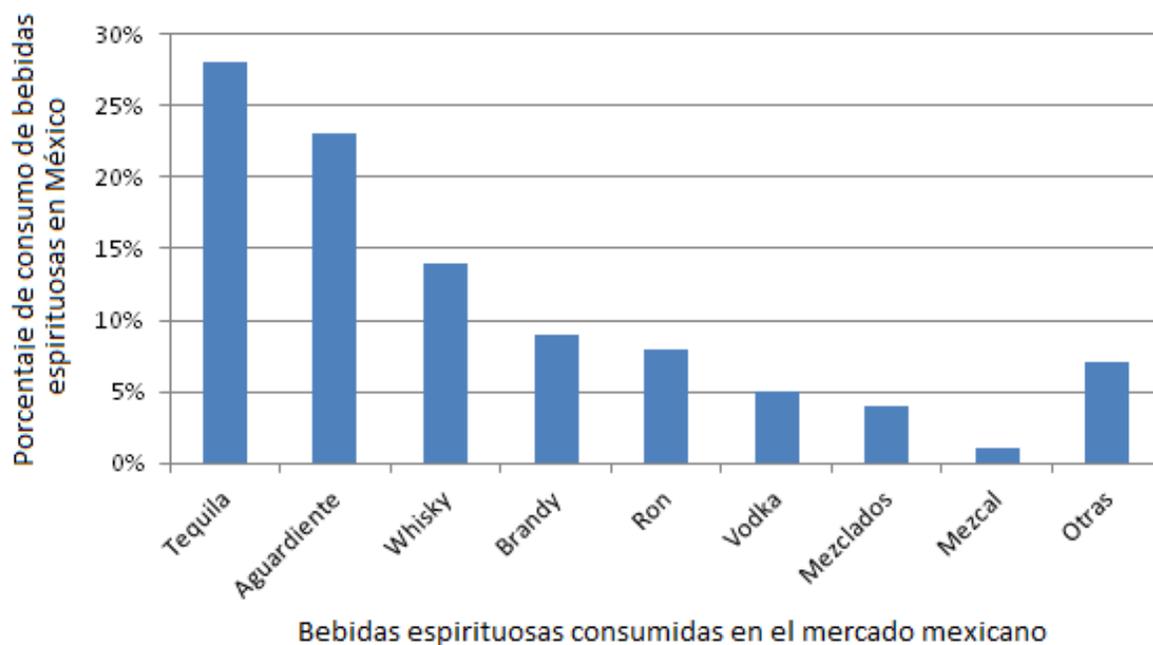


Fuente: Consejo Regulador del Mezcal (2017)

En comparación con el año 2011, el crecimiento en el consumo de mezcal es innegable, considerando que hubo crecimientos de 458% en las ventas nacionales y de 128% para ventas internacionales, lo que habla de un incremento en la demanda y consumo de esta bebida (Consejo Regulador del Mezcal, 2017).

En el año 2013, el mezcal tuvo el 1% del mercado de las bebidas espirituosas que se consumen a nivel nacional, ocupando el octavo lugar en el consumo de este tipo de alcoholes, como se muestra en la figura 22.

Figura 22: Consumo de bebidas espirituosas a nivel nacional en la República Mexicana



Fuente: IWSR (2014)

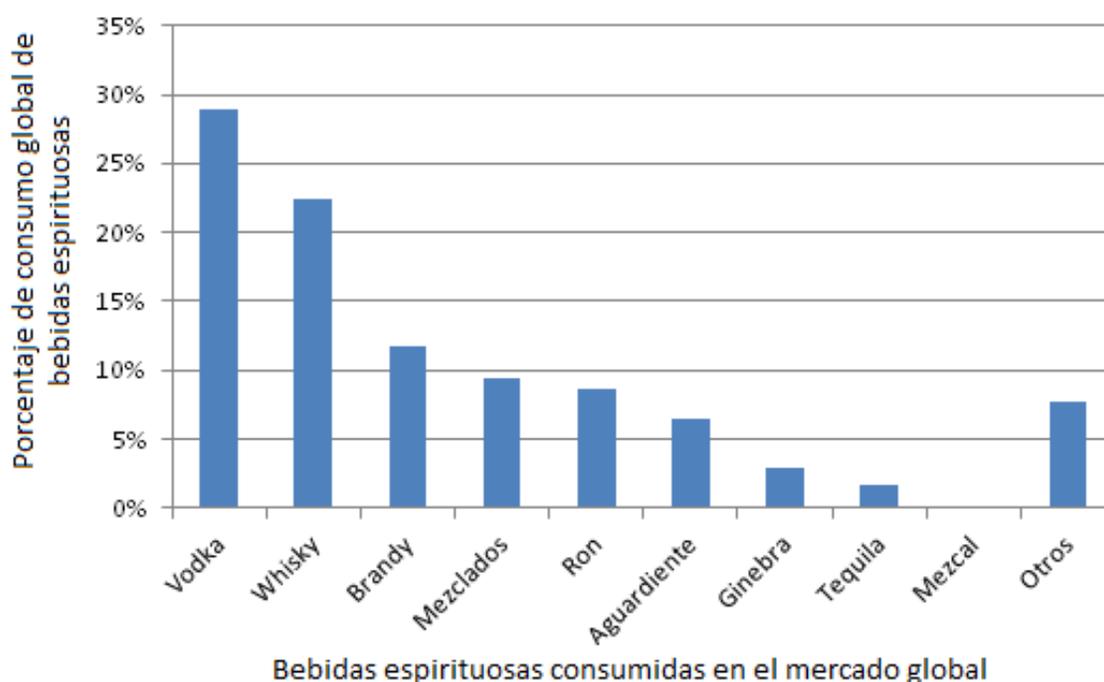
Las anteriores tendencias, que muestran que existe un evidente incremento en el consumo de mezcal, también se traducen en un incremento significativo en el ingreso anual, ya que este pasó de un aproximado de 11.2 millones de dólares de acuerdo a estimaciones de la Secretaría de Economía (2012) a más de 102 millones de dólares en el 2015, procedentes del consumo interno y de las exportaciones según datos del Consejo Regulador del Mezcal (2017); dicha cantidad no es nada despreciable, considerando que es uno de los productos agropecuarios con mayor demanda a nivel nacional (SIAP, 2017).

La exportación de Mezcal, va en incremento de forma paulatina, pasando en el año 2011 de 29 países a 48 en el año 2016, siendo Estados Unidos el principal destino de las exportaciones, seguidos por Chile, España e Inglaterra, de acuerdo con datos del Consejo Regulador del Mezcal (2017).

Además, de se debe tener en cuenta que la gastronomía mexicana es sumamente apreciada en el extranjero por tener la declaratoria de patrimonio inmaterial de la humanidad desde el año 2010, cuando dicho reconocimiento fue concedido por la UNESCO, lo que ha ayudado a difundir el consumo del mezcal en distintos países del orbe, así como, incrementar la popularidad de la bebida en estratos que antes ni siquiera la contemplaban en sus hábitos de consumo.

Actualmente, el mezcal ya aparece en las estadísticas internacionales, alcanzando un 0.03% del mercado global de las bebidas espirituosas, de acuerdo con un reporte de IWSR, consultora especializada en el estudio del mercado de las bebidas alcohólicas a nivel mundial (Figura 23).

Figura 23: El mezcal en el mercado global de las bebidas espirituosas



Fuente: IWSR (2014)

El posicionamiento del mezcal en el mercado internacional, se debe a factores como el cine mexicano y el interés que ha despertado la cultura mexicana a partir de la década de los 40 del siglo pasado, aunado al incremento de la migración de connacionales a distintas partes del mundo y la reducción de las barreras

arancelarias. Estos factores han contribuido a crear y fortalecer la industria de los mezcales.

Otro de los aspectos que ha permitido posicionar al mezcal como una bebida de exportación, es el hecho de que solamente se comercializa al extranjero Mezcal del tipo I, fabricado exclusivamente con los agaves indicados en la denominación de origen, excluyendo aquellas que utilizan otro tipo de azúcares o materia fermentable (Consejo Regulador del Mezcal, 2017).

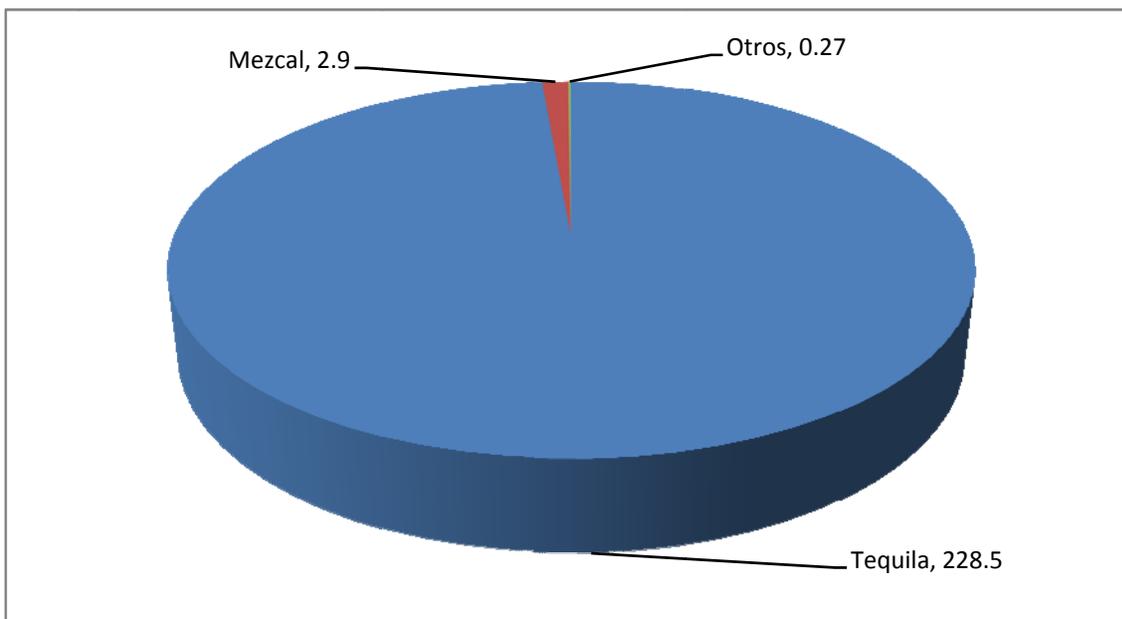
Lo anterior, ha contribuido a formar un mercado de exportación que aunque modesto, se encuentra en crecimiento constante, lo que le ha permitido al mezcal, convertirse en el pilar de la economía de amplias regiones del país, aportando importantes sumas de dinero a las economías municipales y regionales.

Una muestra de esto es el estado de Oaxaca, que produce cerca del 65% de la producción nacional de mezcal (Secretaría de Economía, 2012), tan sólo en la región de Santiago Matatlán, donde la agricultura e industria relacionadas con la industria de los destilados, representa el ingreso más importante del municipio; por ejemplo, el concepto de cultivo de agave es de casi 19 millones de pesos, contra los poco menos de 7 millones de pesos de otros cultivos en el sector agropecuario del municipio (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010).

Aunque los anteriores datos pueden resultar modestos en comparación con el Tequila, producto que tuvo un total de exportaciones que ascendió a 228.5 millones de litros producidos en 2015 (Consejo Regulador del Tequila, 2017), se debe considerar que es una de las bebidas de agave que presenta mayor tasa de crecimiento (Figura 24), en comparación con el Bacanora, Sotol u otros destilados de agave sin denominación de origen, los cuales todos sumados apenas alcanzan una producción de 275 mil litros anuales (Bautista, 2015) (SAGARPA, 2012).

Dada la anterior tendencia, la SAGARPA espera que se incrementen las ventas internacionales de mezcal y otros destilados de agave en un 15% para 2020, en comparación con el año 2015 (SIAP, 2017).

Figura 24: Posicionamiento de la producción de mezcal entre los diferentes destilados de agave producidos en México (En millones de litros envasados)



Fuente: Elaborado con datos de Consejo Regulador del Tequila (2017); Consejo Regulador del Mezcal (2017) y la SAGARPA (2012)

4.7. Regiones productoras de mezcal en México

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, 9 estados tienen la autorización producir y utilizar el nombre mezcal, además de gozar la protección de la denominación de origen NOM-070-SCFI-1994.

Cabe señalar, que no todos los municipios que conforman los estados antes mencionados tienen la protección de la denominación de origen de la NOM, de acuerdo al Consejo Regulador del Mezcal, Oaxaca es el que tiene la mayor cantidad de municipios con la posibilidad de producir mezcal bajo la denominación de origen como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5: Porcentaje de municipios por estado con denominación de origen en la producción de mezcal²⁵

| Estado | Número de Municipios | Porcentaje de la entidad |
|-----------------|----------------------|--------------------------|
| Oaxaca | 570 | 100% |
| Guerrero | 81 | 100% |
| Durango | 39 | 100% |
| San Luis Potosí | 58 | 100% |
| Zacatecas | 58 | 100% |
| Guanajuato | 1 | 2% |
| Tamaulipas | 11 | 25% |
| Michoacán | 29 | 26% |
| Puebla | ---- | ---- |

Fuentes: Consejo Regulador del Mezcal (2017).

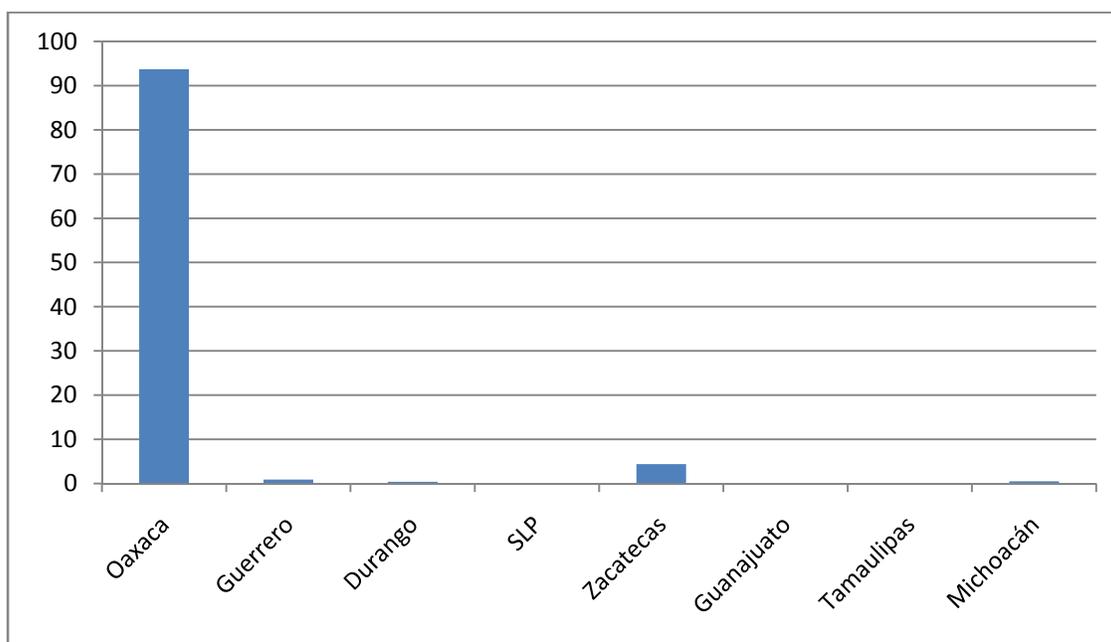
En el anterior cuadro, también se observa, que Oaxaca cuenta con la preponderancia en la industria de la producción del mezcal, considerando que cuenta con una mayor cantidad de municipios, y que el 100% de ellos cuenta con la denominación de origen para producir mezcal, por lo que es común encontrar que hasta el más pequeño de los municipios de la entidad cuenta con una pequeña destilería.

Sin embargo, no por ello quiere decir que la industria no se halle en vías de afianzamiento más allá de las fronteras de Oaxaca, un ejemplo de esto es el estado de Puebla, el cual ha regularizado su situación ante el Consejo Regulador del Mezcal, siendo aceptado como miembro a partir del año 2016, además de ser incluido dentro de la NOM-070-SCFI-1994, como estado que puede producir Mezcal con denominación de origen.

De acuerdo con datos del Consejo Regulador del Mezcal en el año 2015, el estado de Oaxaca contaba con el 93.7% de la producción nacional de mezcal, como se muestra en la figura 25.

²⁵ No se incluye el estado de Puebla, ya que este fue aceptado dentro de la Denominación de Origen en el año 2016, por tal motivo, aún no existen datos en los sistemas de información estadística.

Figura 25: Producción de mezcal por estado de la república (En porcentajes)



Fuente: Elaborada con datos del Consejo Regulador del Mezcal (2017).

Dentro de esta tendencia, el municipio con mayor producción de Mezcal de Oaxaca y de México, es Santiago Matatlán, el cual produce cerca del 65% de la producción del Mezcal (Secretaría de Economía, 2012), por lo que aglutina la mayor cantidad de sembradíos, palenques, embotelladoras y distribuidores de esta bebida en el país, convirtiéndose en la principal fuente de sustento para las familias de la región²⁶.

Por tal motivo este municipio oaxaqueño, localizado en los valles centrales, ha recibido el mote, de forma merecida de “Capital Mundial del Mezcal”.

²⁶ Debido a que el mezcal cuenta con Denominación de Origen, la producción a nivel mundial, se encuentra delimitada exclusivamente a la región productora de este tipo de bebidas. Por tal motivo el porcentaje expresado en el párrafo anterior, se refiere a una estadística tanto a nivel nacional como estatal, de acuerdo a lo expresado por información de la Secretaría de Economía. Cabe señalar que otros municipios del estado de Oaxaca también tienen producción de mezcal, sin embargo esta es extremadamente pequeña en comparación con el volumen del municipio de Santiago Matatlán, en virtud de que la mayoría de los productores lo fabrican para autoconsumo.

4.8. Santiago Matatlán: La capital mundial del mezcal

Santiago Matatlán, es un municipio localizado en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, a 47 kilómetros al este de la ciudad de Oaxaca, capital del estado; su cabecera municipal la localidad homónima al municipio.

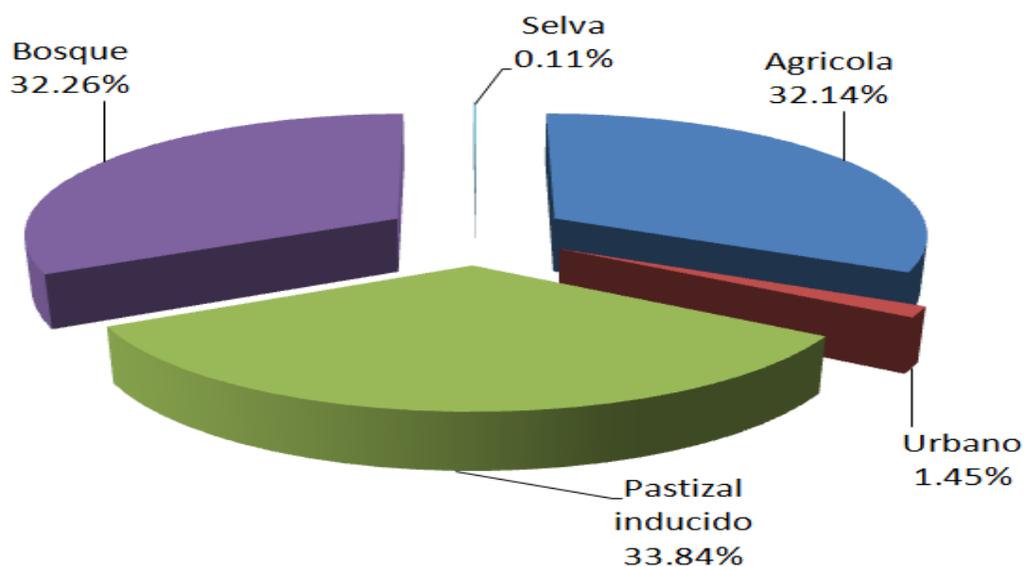
Sus límites son al norte con los municipios de San Lucas Quiaviní, Tlacolula de Matamoros y San Pablo Villa de Mitla; al este con San Pablo Villa de Mitla y San Dionisio Ocotepéc; al sur con los municipios de San Dionisio Ocotepéc, Yaxe y San Baltasar Chichicápam; y al oeste con San Baltasar Ocotepéc, Magdalena Tetipac, San Bartolomé Quialana y San Lucas Quiaviní, también municipios productores de Mezcal con denominación de origen.

Región donde el clima predominante es el semi-seco cálido, tiene una precipitación pluvial aproximada de 600 a 800 mm al año; el municipio no cuenta con fuentes de agua permanentes como ríos permanentes o lagos, por lo que la agricultura depende completamente del agua captada en los pozos y presas localizados en el municipio (INEGI, 2010).

La composición de la vegetación, es principalmente de pastizales y bosques bajos, siendo una región de transición con la selva baja, endémica de la zona costera de la franja del pacífico sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas), lo que la hace rica en recursos forestales, pero con una dificultad significativa en su explotación, considerando la accidentada topografía de la región, lo que ha dificultado la traza de caminos y brechas (Figura 26).

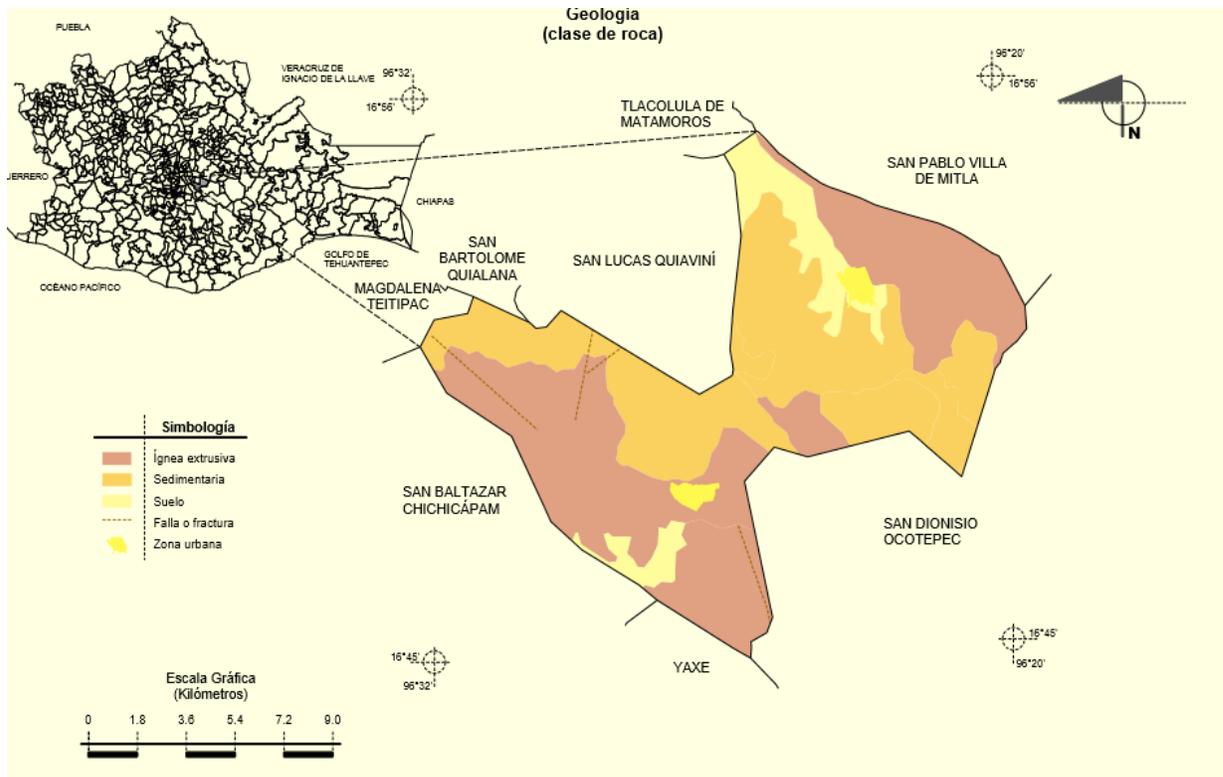
Predomina la presencia de cerros y lomas de baja altitud, debido a que una buena parte del municipio (poco más de un 70%) está ocupada por un tramo de la Sierra Madre del Sur; por lo tanto, el terreno pedregoso con rocas de tipo volcánico es el que impera en el municipio, lo cual dificulta el uso de la tierra para fines agropecuarios (Figura 27) (INEGI, 2010).

Figura 26: Distribución de las tierras aptas para la agricultura en Santiago Matatlán



Fuente: Prontuario de información estadística municipal. México (INEGI, 2010)

Figura 27: Composición Morfológica del suelo del Municipio de Santiago Matatlán

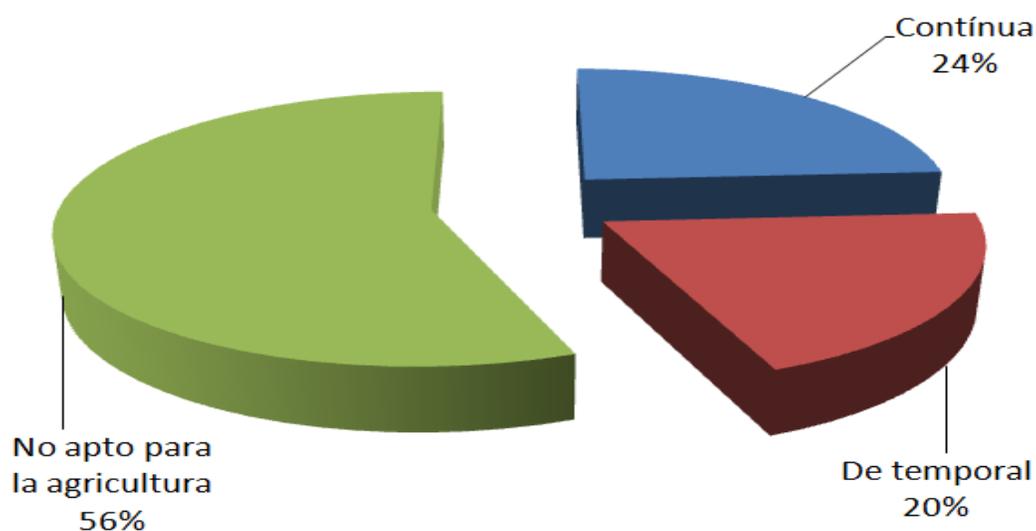


Fuente: Prontuario de información estadística municipal. México (INEGI, 2010)

Aunque en el municipio predomina la agricultura de riego o continua, esta depende principalmente de la captación de agua de lluvia (como es el caso de las presas u ojos de agua artificiales), ya que el municipio no cuenta con ríos permanentes o lagos para irrigar grandes extensiones de tierra.

Considerando los puntos anteriores, encontramos que gran parte del suelo del municipio, no es apto para la agricultura de hortalizas y frutos tradicionales, debido a que requieren una gran inversión en concepto de irrigación y almacenamiento de agua (Figura 28).

Figura 28: Suelos aptos para la agricultura en Santiago Matatlán



Fuente: Prontuario de información estadística municipal. México (INEGI, 2010)

Considerando que el suelo del municipio es principalmente arenoso y el agua es escasa, el maguey, ha sido una planta propia de este tipo de climas, que se ha adaptado a esta complicada realidad, convirtiéndose en una fuente de riqueza para la región, por lo que esta planta es explotada mediante la cosecha de plantas silvestres o de sembradío; actualmente siete especies de agaves son aprovechadas primordialmente en la producción del mezcal, principalmente artesanal (Cuadro 6).

Cuadro 6: Especies de agaves utilizadas en la producción de Mezcal, endémicas de Santiago Matatlán

| Nombre científico | Nombre común | Usos de la planta |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Agave americana | Magüey de pulque o mezcälero | Producción de pulque y mezcäl |
| Agave augustifoliahaw | Magüey espadín | Producción de mezcäl |
| Agave karwinskii | Magüey cirial | Producción de mezcäl y fibras |
| Agave macrocantha | Javaline o Barril | Producción de mezcäl |
| Agave marmorata | Cuela o DobYet | Producción de pulque y mezcäl |
| Agave potaturum | Magüey tobalá | Producción de mezcäl |
| Agave rodhacantha | Magüey de coyote | Producción de mezcäl |

Fuente: Prontuario de información estadística municipal. México (INEGI, 2010)

Considerando que el agave es el cultivo más rentable en el municipio y que la producción de mezcäl, es la principal industria que la utiliza como materia prima, tanto el cultivo y cosecha de agaves, como la producción de destilados, se han convertido en la principal fuente de recursos para el municipio, con una aportación del 52% de los ingresos del municipio (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2010).

Un ejemplo de esto, es que tan sólo el cultivo y cosecha de agave, aporta más de 18 millones de pesos, sin contar los ingresos recibidos por la fabricación y embotellado de mezcäl, lo que representa una cantidad significativa en comparación con los otros cultivos que aportan apenas 7 millones de pesos, a la economía local (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2010).

Actualmente existen en el territorio del municipio 14 destilerías y embotelladoras que aglutinan un total de 24 marcas, de las cuales destacan por su volumen de producción la licorería oaxaqueña, Mezcäl Beneva y Fandango (Cuadro 7) (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2010).

Cuadro 7: Fabricas, embotelladoras y marcas de mezcal del municipio de Santiago Matatlán

| Fabrica | Marcas |
|---|---|
| Licorería Oaxaqueña | Oro de Oaxaca |
| Mezcal Beneva | Beneva, Maya, Machos, Gran Reserva Beneva, Reserva del Tío Pablo, Cremas Beneva |
| Compañía Bronco Matateco S.A. de C.V. | El Ilorón, Cremas La Purísima, Bronco Matateco |
| Envasadora de Mezcal La Chinantla | Chinantla |
| Perla Dorada | El errante |
| Guillermo Gómez Jiménez | Sandunga |
| Mezcal Bonachón | Bonachón, Doba |
| El As del Mezcal | El As del Mezcal |
| Mezcal Los Remedios de Mi Tierra Oaxaqueña | Los Remedios de Mi Tierra Oaxaqueña |
| Comercializadora y envasadora de Mezcales de Oaxaca S.A. de C.V | Casco legendario, Los ancestros |
| El Cortijo | El Cortijo |
| La Cava | Los danzantes |
| Melchor Monterrosa (Fandango) | El Fandango |
| Valle de Oaxaca | Espina Dorada |

Fuente: Gobierno del Estado de Oaxaca. México. 2010

El municipio actualmente produce el 65% del mezcal que se consume en México y el mundo (Secretaría de Economía, 2012); lo que aportaría un aproximado de 63.5 millones de dólares por concepto de importaciones y exportaciones de la bebida.

Además, el resurgimiento del consumo del mezcal a escalas internacionales ha permitido desarrollar industrias secundarias, vinculadas de forma directa a la producción de destilados, como es el caso del turismo, el cual ha despuntado en últimos años, gracias a la cercanía a sitios de interés como es el caso de las zona arqueológica de Mitla o las cascadas petrificadas de "*Hierva el agua*", incluyendo a los sembradíos y destilerías como un atractivo más de la región, lo que ha permitido tener una fuente complementaria de recursos en la región.

Sin embargo, a pesar de esto, la calidad de vida de los habitantes de la región, no se ha mejorado de forma significativa, de la misma forma que la deforestación y desertificación de las tierras cercanas, debido al incremento en la demanda de agave para producir mezcal, ha impactado negativamente en el desarrollo de la región, a tal grado que el equilibrio de factores ambientales y sociales es extremadamente delicado, lo que hace evidente que es necesario cambiar el paradigma mercantilista de explotación desmedida, a uno donde privilegie el equilibrio entre la sociedad, el mercado y el medio ambiente.

Capítulo 5: La sustentabilidad; conceptos, situación actual y relación con el agave

“La tierra produce lo suficiente para satisfacer las necesidades de cada hombre, pero no la codicia de cada hombre...”

Mahatma Gandhi (1869- 1948)

Este capítulo se trata de la sustentabilidad, de la agricultura sustentable, su situación actual a nivel global y nacional, así como las oportunidades que representa este tipo de agricultura para nuestro país.

En los últimos años, el incremento de la población a nivel global, y por consiguiente nacional, ha traído como resultado la inherente necesidad de aumentar la producción agrícola, con la finalidad de satisfacer las necesidades alimentarias de las personas.

Sin embargo, las tecnologías y procesos implementados para dicho fin, han traído como consecuencia un significativo deterioro en el medio ambiente, como resultado de la deforestación de grandes extensiones de bosques y selvas, con la finalidad de aumentar las tierras de cultivo, así como la degradación y contaminación de elementos ambientales (suelo, aire y aguas) debido al uso abusivo de un sinnúmero de agroquímicos.

Aunado a lo anterior, el deseo desmedido de incrementar las ganancias de las industrias transnacionales y la falta de políticas realistas en el agro mexicano, han ocasionado el paulatino abandono de las tierras de cultivo, y el éxodo masivo de millones de campesinos del campo a las ciudades o a los Estados Unidos.

Ante este panorama poco alentador, existen numerosas técnicas y herramientas de cultivo, que permiten hacer de la agricultura, una actividad que sea eficiente, rentable y amigable con el ambiente, esto es un desarrollo sustentable.

5.1. Definiciones de sustentabilidad

La sustentabilidad y el desarrollo sustentable, son conceptos que en los últimos años han tenido mucha difusión en las esferas académicas, empresariales, gubernamentales y sociales, como una fórmula que muchas veces se explica de forma general y ambigua, generando una percepción errónea; sin embargo ¿en realidad sabemos que significa este concepto?

Este concepto, nace en el año de 1972, en el informe “Los límites del crecimiento”, entregado al club de Roma, el cual indica que los recursos de nuestro planeta son limitados y se sujetan a la capacidad de regeneración del mismo. En dicho informe se indica que la tendencia del crecimiento económico e industrial del mundo, es superior a la de regeneración del mundo, por tal motivo se vislumbra que de seguir esta tendencia, para el año 2100, la humanidad se encontraría al borde del colapso.

Por consiguiente, los autores de este informe, definieron que la sustentabilidad era un “*estado de equilibrio global*” (Cruz-Reyes, 2016).

Estas observaciones, se reforzaron en el año 1987, con el informe “*Nuestro futuro en común*”, elaborado por la ex primer ministra de Noruega Go Harlem Brundtland, para la Organización de las Naciones Unidas, toma como base las tesis formuladas en el año de 1972, y señala nuevas directrices enfocadas hacia un crecimiento integral, el cual no descuida la economía, el medio ambiente y el equilibrio social.

La sustentabilidad o sostenibilidad, fue definida en el año de 1987 como “*satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas*” (Brundtland, 1987, p.23).

El anterior concepto tiene dos definiciones claves: en primera instancia la satisfacción de necesidades, donde las regiones menos favorecidas económicamente hablando, tendrán prioridad en la satisfacción de sus

necesidades, ya que en su mayoría son de carácter básico (alimentación, salud, educación, vivienda, vestido, etc.)

En segunda instancia, no se debe comprometer la capacidad de las generaciones futuras, nos habla de limitaciones, principalmente ambientales, en virtud de que muchos de los recursos de nuestro medio ambiente no son renovables, y la capacidad de regeneración del medio ambiente es finita, nos habla de que el desarrollo tecnológico y económico de la humanidad, no deben pasar de largo la anterior condición, ya que de no ser así, se pondría en riesgo el entorno ambiental y la existencia de la humanidad misma.

Dentro de este punto de equilibrio, el medio ambiente es el pilar más importante, tomando en cuenta que es el principal proveedor de los insumos necesarios para cualquier proceso productivo; la carencia de estos, representaría una ausencia de beneficios económicos – sociales para la comunidad y la paralización industrial en caso de que llegasen a faltar (temporal o definitivamente) los insumos.

Para alcanzar este equilibrio, señala aspectos como la implementación de políticas enfocadas hacia un aprovechamiento eficaz y eficiente de los recursos, la renuncia de niveles de consumo que no todos los individuos del planeta pueden aspirar, así como la reducción al uso de satisfactores suntuarios, un paulatino control demográfico a fin de ayudar a la optimización de recursos y el apoyo a países subdesarrollados a fin de elevar y cimentar sus desarrollo económico, político y social para elevar la calidad de vida de sus habitantes.

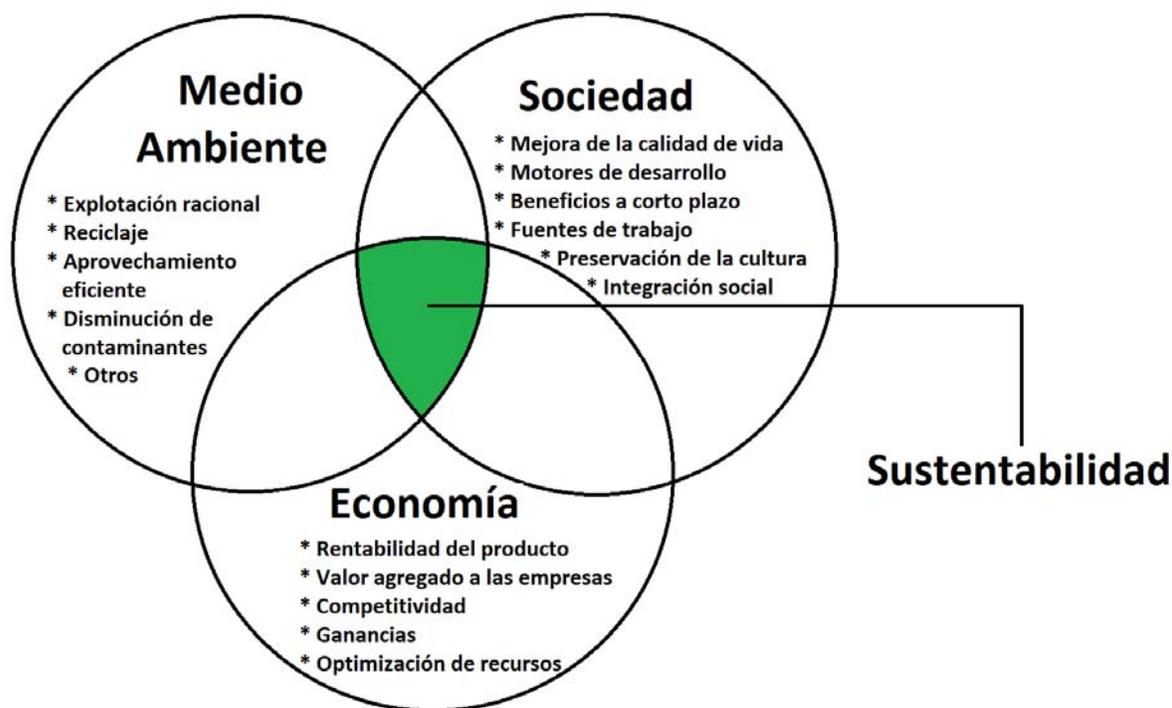
Los anteriores postulados fueron discutidos en las conferencias de Río de Janeiro efectuadas en los años de 1992 y 2002, en donde se fija como uno de sus postulados que *“Para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente debe ser parte del proceso de desarrollo y no puede ser considerado por separado”* (ONU, 1992).

Por consiguiente define el desarrollo sostenible como *“El derecho al desarrollo que debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras”* (ONU, 1992).

Basados en estos acuerdos en 1988, se expide en México la Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Medio Ambiente, la cual define al desarrollo sustentable de la siguiente forma: “*El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.*” (Congreso de la Unión, 1988, p.3).

Por tal motivo, se debe entender que la sustentabilidad o el desarrollo sustentable, son algo más que una moda o un estándar, debemos entender la sustentabilidad como un punto de equilibrio entre los elementos que conforman la economía, el medio ambiente y la sociedad, como se muestran en la figura 29.

Figura 29: La sustentabilidad como punto de equilibrio de factores



Fuente: Elaborado con datos de Bruntland (1987).

5.2. Antecedentes

En los últimos años, se ha vivido una etapa de cambios acelerados en el entorno global, gracias a los descubrimientos y adelantos en materia de ciencias, procesos e industria, que se han traducido en un innegable progreso material, que hace un siglo hubiera resultado una fantasía. Autos a bajo costo, grandes áreas de producción agrícola, nuevos fármacos y tecnología que ha optimizado las comunicaciones y acortado las distancias, son un claro ejemplo de esto.

Sin embargo, todos estos avances en la sociedad, han tenido un precio, que vale la pena preguntarnos, si en realidad ha valido la pena este “progreso”, el cual conlleva varias implicaciones: la sobreexplotación de los recursos naturales del planeta tierra, los cuales cada día son más escasos; así como a cambio de una enorme desigualdad social, la cual va en incremento.

Desde 1972, el informe “los límites del crecimiento”, indica que de seguir la tendencia de crecimiento actual, la cual se basa en una explotación irracional de los recursos naturales, incremento de la contaminación, aumento de la población y el agotamiento de los recursos naturales, sería *“un súbito e incontrolable descenso, tanto de la población como de la capacidad industrial”* (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 2014 [1972]).

El informe continua mencionando que el planeta tierra se encuentra en un estado crítico, fomentado por la indiferencia de la sociedad, las empresas y gobiernos, lo que ha traído como resultado la disminución de la calidad de vida de los habitantes del planeta, la pérdida paulatina de fertilidad de los suelos, el aumento de la brecha de desigualdad entre las élites y las bases de la sociedad, así como la degradación del agua, aire y suelo, como resultado de la contaminación, principalmente de tipo químico (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 2014 [1972]).

Como es de suponerse, nada bueno puede resultar de esta tendencia, por lo que el informe indica que de no atenderse de forma oportuna estos aspectos, los

problemas pueden tornarse más complejos, con la agravante de la adición de nuevas problemáticas derivadas de los problemas detectados en este informe, por lo que el cambio de paradigmas socio económicos, se convierten en una imperiosa necesidad (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 2014 [1972]).

El tema se profundizó en el año de 1987, cuando se presenta en la asamblea general de la ONU, el informe titulado *“Nuestro futuro en común”*, el cual señaló la problemática ambiental imperante en aquel momento como resultado de una explotación desmedida, además de ser el segundo que sentó las bases de la sustentabilidad en materia de definiciones y directrices a seguir, para revertir la tendencia de degradación del medio ambiente identificada en aquel momento.

Basados en los resultados de dicho informe, se organizó en el año de 1992 una cumbre en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil, con la finalidad de ahondar en el tema y establecer objetivos, metas y directrices a seguir, con la finalidad de revertir la tendencia negativa de degradación paulatina del medio ambiente debido a la acción humana, basados en los estudios realizados en el intervalo comprendido entre los años de 1987 y 1992.

La cumbre de Río de 1992, arrojó resultados significativos, como la firma de los Principios Relativos a los Bosque, el cual es un documento conformado por recomendaciones para la preservación y el desarrollo sostenible en entornos forestales.

Otro resultado significativo de dicho encuentro, fue la definición de una serie de pasos, normas, protocolos y directrices a seguir, que se conoce como *“Agenda XXI”*, en donde se fijaron las metas y objetivos que se pretenden alcanzar en el siglo XXI, a fin de que el ser humano, alcance un desarrollo económico y social armónico con la naturaleza.

La *“Agenda XXI”*, es un aglutinado de 27 principios, enfocados a que la explotación y aprovechamiento de los recursos naturales, sea de forma racional y óptima, además de que sus beneficios deben ser de forma equitativa entre todos los habitantes de la tierra.

Aunque todos los principios de la agenda, merecen un análisis punto por punto, sólo se mencionarán los más importantes, en consideración de que un análisis profundo es un tema que abarcaría una tesis completa. Dentro de los postulados más importantes de este documento, encontramos lo siguiente:

PRINCIPIO 1: *“Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza”* (ONU, 1992).

PRINCIPIO 3: *“El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras”* (ONU, 1992).

PRINCIPIO 4: *“A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada”* (ONU, 1992).

PRINCIPIO 5: *“Todos los Estados y todas las personas deberán cooperar en la tarea esencial de erradicar la pobreza como requisito indispensable del desarrollo sostenible, a fin de reducir las disparidades en los niveles de vida y responder mejor a las necesidades de la mayoría de los pueblos del mundo”* (ONU, 1992).

PRINCIPIO 8: *“Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas”* (ONU, 1992).

PRINCIPIO 13: *“Los Estados deberán desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respecto de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales...”* (ONU, 1992).

PRINCIPIO 21: *“Debería movilizarse la creatividad, los ideales y el valor de los jóvenes del mundo para forjar una alianza mundial orientada a lograr el desarrollo sostenible y asegurar un mejor futuro para todos”* (ONU, 1992).

PRINCIPIO 22: *“Las poblaciones indígenas y sus comunidades, así como otras comunidades locales, desempeñan un papel fundamental en la ordenación del medio ambiente y en el desarrollo debido a sus conocimientos y prácticas tradicionales. Los Estados deberían reconocer y apoyar debidamente su identidad, cultura e intereses y hacer posible su participación efectiva en el logro del desarrollo sostenible”* (ONU, 1992).

PRINCIPIO 25: *“La paz, el desarrollo y la protección del medio ambiente son interdependientes e inseparables”* (ONU, 1992).

Los principios contenidos en la *“Agenda XXI”*, sirvieron como un hito que permitió que las ideas de la sustentabilidad, pasaran de un entorno exclusivamente académico y científico, a un plano político y normativo, dando como resultado la firma de acuerdos encaminados a la conservación del medio ambiente y el establecimiento de políticas públicas que permitiesen un aprovechamiento óptimo y racional de los recursos naturales, así como el mantenimiento del equilibrio de la economía, sociedad y medio ambiente, que son la base de los postulados de la sustentabilidad.

Un ejemplo de de lo anterior son los Protocolos de Kyoto, en Japón en el año de 1997, que aborda la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en las actividades humanas; otro ejemplo de tratado es el Convenio de Róterdam, firmado en el año 2004, el cual estudia el impacto de algunos agroquímicos y plaguicidas, desaconsejando su uso debido al elevado grado de contaminación que generan.

A pesar de las buenas intenciones, y la profundización del tema en el Informe Brundtland de 1987 y en las cumbres de ambientales de Río de Janeiro de los años 1992 y 2002, el panorama actual es sombrío y poco alentador.

Aunque los documentos nacidos en el seno de dichos organismos, han fijado un precedente para establecer un marco jurídico a nivel internacional y nacional, el carácter no vinculante ni obligatorio, de estos acuerdos, hace que sean esfuerzos

insuficientes para hacer frente a la actual crisis humanitaria y ambiental que se cierne sobre el mundo.

5.3. Renovable no es sinónimo de infinito: Situación del medio ambiente en la actualidad

5.3.1. Panorama a nivel global

La demanda de más satisfactores por parte de los países desarrollados, así como la presencia de un modelo económico donde el medio ambiente y las personas no son importantes y en cambio el progreso y desarrollo se han convertido en una premisa dogmática que pretende dar sustento moral a la doctrina económica haciéndola en medio y fin al mismo tiempo (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 2014 [1972]), han entregado un relativo progreso material a un costo demasiado alto, como para que se pueda soportar en un mediano y largo plazo.

La actual tendencia de consumo de recursos naturales indica que para que todos los habitantes de la tierra, puedan tener un nivel de vida similar al de un habitante de un país desarrollado, se requerirían aproximadamente el equivalente a los recursos de tres planetas tierra (WWF, 2011).

Esto ha generado un estado de entropía positiva entre los habitantes del globo, ya que mientras 1000 millones de personas tienen sobrepeso (los cuales se encuentran asentados principalmente en los países desarrollados), otros 1000 millones padecen de hambruna, sobre todo en los países subdesarrollados (WWF, 2011).

Aunque, de acuerdo con estimaciones de la ONU, el planeta tierra tiene la capacidad de satisfacer las necesidades de todos los seres humanos, esto resulta imposible, debido a que la velocidad de explotación es superior a la capacidad de regeneración del ecosistema, además de que la emisión de Dióxido de Carbono y otros residuos contaminantes, es superior a la que el planeta puede asimilar o disipar (WWF, 2011).

Considerando que los beneficios de la explotación de los recursos naturales se concentran sobre todo en los países del hemisferio norte (WWF, 2011); se puede observar, que el problema no es que realmente hagan falta mayor cantidad de recursos naturales, sino que los recursos que existen actualmente, se encuentran mal distribuidos, de tal forma que su aprovechamiento y beneficio se encuentra en unas cuantas manos.

El incremento en el uso de químicos para mejorar el rendimiento de la tierra y combatir las plagas, la preferencia de la explotación de los recursos que representan beneficios financieros a corto plazo, el desperdicio de recursos secundarios que podrían ser aprovechables debido a un enfoque de obtener utilidades rápidas, entre otras malas prácticas, nos hablan de que el deseo de obtener ganancias en poco tiempo, está pasando factura a la sociedad, mediante la disminución de la calidad de vida.

Este ritmo de hiper-consumo y producción, el colapso será inminente y precipitado, ya que de acuerdo con Meadow (2014 [1972]) *“nada puede crecer de forma indefinida en un medio finito”*.

Aunque en un primer momento, los resultados expresados en el informe *“Los límites del crecimiento”*, fueron puestos en tela de juicio y duramente criticados en las esferas empresariales y de los gobiernos a nivel internacional, las estadísticas de los últimos años, han demostrado, que esta visión expresada hace 45 años era más realista de lo que se esperaba (o deseaba).

De acuerdo con datos del Banco Mundial (World Economic Forum, 2017), un 10.9% de las tierras emergidas son aptas para el cultivo, sólo un 2.5% del agua del mundo es dulce, de la cual cerca de un 74% se encuentra en estado sólido (hielo). Los anteriores datos son una muestra de lo finito de los recursos aprovechables que posee nuestro planeta.

Por consiguiente, uno de los conceptos que deben actualizarse, es el de recurso renovable y no renovable; considerando que la acepción tradicional, refiere que estos recursos al tener la capacidad de poder regenerarse en un espacio

determinado de tiempo, existe la posibilidad de que se conviertan en recursos casi infinitos.

Lo anterior es verdadero a medias, ya que la regeneración de los recursos es posible a un ritmo normal, donde todos los elementos que conforman el medio ambiente se encuentran en un estado de equilibrio armónico, lo que permitiría la regeneración de dichos recursos en un lapso promedio de 0.5 años por consumo, lo que teóricamente permitiría que todos los habitantes de la tierra cubriesen sus necesidades primarias (WWF, 2011).

Sin embargo, considerando que la actual tendencia de consumo ha "*erosionando la mecánica homeostática que sustenta su capacidad de absorción o regeneración*" (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 2014 [1972]), hace que el equilibrio que existe actualmente sea cada vez más delicado y que la ruptura y subsecuente catástrofe sea casi inminente.

Un ejemplo de esto es el alargamiento del proceso de regeneración del planeta tierra, el cual paso de 0.5 años por consumo a 1.5 años (WWF, 2011), lo que implica que mientras exista una mayor demanda de insumos, estos serán más escasos ya que el medio no puede brindarlos en tiempo y la forma que se requieren para satisfacer las necesidades que existen.

Considerando lo anterior, se debe entender que el planeta tierra, cuenta con recursos finitos y limitados, cuya capacidad de regeneración se encuentra mermada, debido a que se ha llegado al límite de las capacidades de nuestro planeta, para satisfacer las necesidades de sus habitantes.

Marco Lambertini, director general de *WWF international*, ha advertido (2011): "*si queremos construir un futuro para nuestros hijos, debemos conservar el capital natural que nos queda*" y administrar "*de forma sostenible*" los recursos del planeta, que son "*limitados*".

Esto implica un cambio de concepción en los conceptos, modificar la explotación la cual se hace como si los recursos fuesen ilimitados, por una que sea más eficaz

y eficiente, donde la merma y el desperdicio se reduzcan al mínimo, de tal forma que sea innecesario explotar mayor cantidad de recursos, extendiendo su disponibilidad de forma indefinida.

Además, es necesario que los beneficios económicos recaigan en todos los elementos de la sociedad, de tal forma que se “*modere la opulencia y la indigencia*” (Morelos, 2010 [1814]), con la finalidad de que los recursos puedan ser mejor distribuidos y alcancen para satisfacer las necesidades de todos por igual.

Sin embargo, aún se está lejos de alcanzar lo postulado por Morelos, ya que perdura la tendencia de sobreexplotar los recursos, en pos de obtener ganancias en un corto plazo, cuyos beneficios solamente recaen en unas pocas manos.

De acuerdo con las estadísticas del Fondo de la Organización de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), un 20% de la población mundial posee el 83% de las riquezas que se obtienen en el mundo en comparación con el otro 20% de la población mundial que sobrevive apenas con un dólar al día. Lo que resulta más alarmante ya que la proporción de pobre incremento un 40% en comparación con el año 1990 (Ortiz & Cummins, 2012).

Según el Banco Mundial (World Economic Forum, 2017), la contaminación, el cambio climático, el agotamiento de recursos naturales, las pandemias, las guerras y la desigualdad social, podrían sumir en la pobreza a otros 100 millones de seres humanos para el año 2050. Además, actualmente existen 60 millones de desplazados por los motivos que se describieron con anterioridad.

Esta descripción nos habla de que existe un estado de desequilibrio severo, existente entre cada uno de los componentes que conforman el trinomio de la sustentabilidad, donde la desigualdad social y la sobreexplotación y uso irracional de los recursos naturales, se han vuelto en una constante propia de la sociedad de los siglos XX y XXI.

El panorama día a día se vuelve más sombrío, lo que implica que existe mucho trabajo por hacer.

5.3.2. Panorama general en México

En México la situación no es mejor, y de acuerdo con el INEGI (2015), anualmente se pierden cerca de 155 mil hectáreas de bosques y selvas de forma anual, las cuales son víctimas de la acción humana, ya sea por incendios forestales intencionados o accidentales, mala explotación de bosques maderables y el deslinde de grandes extensiones de terreno para ser aprovechados con fines urbanos y de cultivo en su mayoría.

Además de las áreas boscosas y selváticas, la acción humana ha alterado otros elementos necesarios para la simbiosis de los ecosistemas: Greenpeace (2012) señala que 37% de los ríos del país se encuentran extremadamente contaminados, afectando severamente la producción agrícola del país (Los incidentes del río Bacanuchi en Sonora, es un caso emblemático para ejemplificar este problema).

Un 33% de los suelos del país presenta degradación de moderada a grave, siendo las principales causales la sobreexplotación en cultivos unitarios a fin de satisfacer las necesidades industriales, así como por el sobrepastoreo, tratando de cubrir las demandas de productos de origen animal (INEGI, 2015).

De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la acción humana en México, emite aproximadamente el 1.4% de las emisiones de gases de efecto invernadero que se vierten a la atmósfera terrestre, lo que equivale a un aproximado de 452 millones de toneladas (SEMARNAT, 2016).

Lo anterior ha ocasionado que los grandes glaciares de la República Mexicana, localizados principalmente en las cumbres más altas del país (como es el caso del Citlaltéptl o el Popocatepetl), presenten una reducción de 40%, en comparación con el año 1960 (SEMARNAT, 2016).

Aunque en algunos casos dicha reducción se presenta de carácter natural – como en el caso del Popocatepetl, por su actividad volcánica ininterrumpida desde el

año de 1994 – en la mayoría de los casos el incremento de la temperatura ligada a las actividades humanas, es la principal causa de la desaparición de estos depósitos naturales de agua (SEMARNAT, 2016); y las proyecciones elaboradas señalan que de seguir esta tendencia, los glaciares podrían desaparecer en un lapso de tiempo que no sobrepase los 30 años (SEMARNAT, 2016).

Lo anterior, impactaría de forma negativa en la población de México, considerando que los orígenes de una buena parte de las fuentes de agua, tanto superficial como subterránea de nuestro país, tienen su origen en este ecosistema.

El agotamiento de una fuente de agua tan importante, implicaría el incremento en la escasez del vital líquido tanto para consumo humano, como para otros usos, como en el caso de la agricultura y la ganadería, los cuales son vitales para la subsistencia humana.

Aunque existen algunas voces que mencionan que la sobreexplotación de los recursos naturales de nuestro territorio, es algo necesario y que los beneficios se verán en un corto y largo plazo en la sociedad; las estadísticas de los últimos cinco años demuestran que es todo lo contrario.

La organización no gubernamental Oxfam, indica que México, es una de las regiones en el mundo, donde el desequilibrio en todos los factores que integran la sustentabilidad es la constante, esto ha traído como resultado una crisis política, económica, social y ambiental, que amenaza con sacudir la estructura social de forma radical.

De acuerdo con las estadísticas de 2014, un 1% de la población del país maneja el 21% del Producto Interno Bruto de Nuestro País, colocándolo entre los países más desiguales sobre la tierra, considerando que más de la mitad de la población se encuentra en estado de pobreza o pobreza extrema (Oxfam México, 2015).

Esto se ve agravado con los bajos salarios que recibe la clase trabajadora de nuestro país, de acuerdo con las estadísticas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), México recibe se encuentra en el lugar 58 de 72 países en materia

de salarios mínimos mensuales, ya que un trabajador recibe en promedio 609 dólares mensuales, contra los 1480 dólares que es el estándar que debería recibir un trabajador de forma mensual.

Entonces, la sustentabilidad es un estado de equilibrio entre los diferentes factores: económicos, sociales y ambientales; donde la economía y la sociedad, se encuentran supeditados al medio ambiente, ya que a final de cuentas el ser humano pertenece a dicho entorno, por la simple y llana razón de ser un organismo vivo que requiere un ecosistema para satisfacer sus necesidades básicas. Pero la actual problemática demuestra que el estado de desequilibrio en México, es grave y multifactorial.

Esto nos habla de que la conjunción de los anteriores factores, aunados a la corrupción imperante, el escaso interés por acortar las brechas de desigualdad y el desmedido deseo de obtener ganancias exorbitantes en un corto plazo, amenaza con el colapso de la sociedad mexicana.

Este panorama poco alentador, se ve agravado con un modelo económico que en vez de entender la realidad nacional, trata de tomar parámetros de otros países, sin una previa adaptación, lo que da como resultado una visión completamente distorsionada, esto produce resultados negativos, ya que al carecer de información realista, se toman decisiones erróneas que alteran el equilibrio, ya de por sí delicado que existe en nuestro país.

Por todo lo planteado con anterioridad, es necesario definir y ejecutar medidas efectivas y oportunas con la finalidad de empezar a revertir esta dramática situación.

5.4. Marco normativo de la sustentabilidad en México

En México existen antecedentes legales en materia de sustentabilidad desde el año de 1876, cuando el presidente Sebastián Lerdo de Tejada, expide un decreto en donde establece que el Desierto de los Leones y zonas adyacentes a la

cordillera del Ajusco, son declaradas como Zonas de Reserva Forestal (Vara F. G., 2000).

En dicho decreto (el cual es el antecedente de lo que posteriormente se conocería como parques nacionales a partir del año 1917), se establecían los límites de los territorios fijados como Zonas de Reserva Forestal y se ponían límites a la explotación forestal, de tal forma que se permitía la regeneración del entorno natural con la finalidad de permitir un abastecimiento de madera indefinido en la región, al mismo tiempo que se pretendía conservar la belleza paisajística propia de estos parajes y que comenzaban a ser apreciados de forma incipiente por los viajeros que visitaban esos parajes.

A pesar del establecimiento de las zonas de conservación, la degradación del medio ambiente creció de forma acelerada a partir de la década de 1940, por lo que fue necesario crear un marco normativo que evitara el daño ambiental y reparara el daño resultado de la acción humana.

La primera ley ambiental mexicana propiamente dicha, fue expedida en el año de 1972, el cual se abre con la promulgación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, complementado con leyes posteriores, derivadas de los postulados contenidos en el informe Brundtland, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Medio Ambiente (1988), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003) y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (2001), por sólo citar un pequeño ejemplo a nivel federal (Cuadro 8).

El anterior marco legal, se encuentra basado en los estudios e informes emitidos por organismos internacionales (como es el caso del Club de Roma o la ONU), con la finalidad de que la legislación mexicana, se encontrara al día en materia de problemáticas de interés general.

Cuadro 8: Marco legal federal en materia de sustentabilidad en México

| Legislación | Año | Breve descripción |
|---|------------|--|
| Decreto de constitución de la áreas de reserva forestal | 1876 | Crea zonas donde la explotación forestal es restringida, de tal forma que la producción se encuentra controlada por cuotas de producción, de tal forma que se conserve el equilibrio del sistema ambiental |
| Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental | 1972 | Ante el incremento constante de la contaminación ambiental, la degradación del entorno y el impacto de esto en la salud de las personas, se establecieron directrices y normas a fin de garantizar que la ciudadanía tenga un desarrollo saludable |
| Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Medio Ambiente | 1988 | Esta legislación surge como respuesta al informe Bruntland de la ONU, dado a conocer el año anterior, retoma el concepto de sustentabilidad y la explotación sustentable, como un mecanismo de protección al medio ambiente |
| Ley de Desarrollo Rural Sustentable | 2001 | Como resultado de los objetivos estipulados en la Agenda XXI de la conferencia de Río de 1992, esta ley establece restricciones y mejores prácticas enfocadas una producción rural más amigable con el ambiente. |

Fuente: Elaborado con datos de Congreso de la Unión (1988) y Vara F.G. (2001)

5.5. La agricultura y el desarrollo sustentable

De acuerdo con el marco normativo expedido en el año de 1988 por el gobierno mexicano, el desarrollo sustentable es definido como un proceso evaluable, donde los criterios e indicadores de carácter económico, ambiental y social, están enfocados a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, así como preservar el medio ambiente y los recursos naturales, por medio de una

explotación racional de los recursos, de tal forma que no se comprometan sus capacidades futuras.

Basados en el concepto anterior, una explotación sustentable se caracteriza, por el aprovechamiento óptimo de los recursos, procurando el máximo aprovechamiento de estos y esperando que el desperdicio sea mínimo, alcanzando de esta forma una explotación de carácter racional, lo que garantizará el abasto y existencia de insumos por tiempo indefinido, ya que se permite la regeneración del entorno natural.

Lo anterior permite mantener una relación simbiótica con el medio ambiente, que jugará el papel de proveedor, los cuales serán aprovechados por las personas aglutinadas en diferentes organizaciones (empresas, talleres, obrajes, etc.), como una forma satisfacer sus necesidades, por medio de la explotación y transformación de la materia prima, así como la subsecuente comercialización de productos finales.

Desafortunadamente, las grandes empresas y las autoridades han malentendido este concepto, dando lugar a interpretaciones sesgadas, que tienen por objetivo obtener, o acrecentar su capital reputacional²⁷, con el fin de traducirlo en rendimientos tangibles para dichas organizaciones.

Cabe señalar, que una empresa que utiliza un 10% de material reciclado por el resto de materiales contaminantes o resultado de una explotación desmedida, que compromete la capacidad del entorno, no es bajo ningún motivo sustentable, de la misma forma que tampoco lo son aquellas organizaciones donde se realizan actividades filantrópicas o de conservación al medio ambiente sin una planeación adecuada y por otro lado los beneficios de sus ganancias no se ven reflejados en la calidad de vida de sus trabajadores o de la comunidad.

²⁷ De acuerdo con autores como Kaplan, Norton, Bueno o las tesis formuladas en el Euroforum de 1998, la reputación y el prestigio de las organizaciones, se considera como un activo intangible para las organizaciones con fines comerciales.

En el campo, se ha presentado una situación similar, que se ha agudizado a partir de la crisis agrícola de 1967, donde se ha desplazado el conocimiento y organización tradicional de los pueblos originarios, por el deseo de incrementar las cuotas de producción y la consecución de grandes márgenes de utilidad, por lo cual se implementaron tecnologías y prácticas cuyos resultados han sido puestos en tela de juicio de las primeras décadas del nuevo milenio.

La agricultura sustentable, que combinan tecnología con el conocimiento tradicional, enfocado en la búsqueda de beneficios a las comunidades abre una nueva alternativa a la crisis ambiental que actualmente atraviesa el agro mexicano.

5.5.1. La agricultura sustentable, principios de la FAO y panorama general a nivel global y nacional

En los últimos años, el término agricultura sustentable, ha ganado terreno en los círculos académicos y los entornos de productores y agricultores de todas las latitudes del globo. Sin embargo es habitual que muchas veces exista duda con respecto al significado de este concepto.

De acuerdo con la Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria (FIAGRO), define la agricultura sustentable como *“el sistema integrado de prácticas de producción de plantas y animales con el objetivo de satisfacer la alimentación humana, mejorar la calidad del ambiente, hacer un uso eficiente de los recursos no renovables, mejorando la calidad de vida de los agricultores y la sociedad como un todo”* (Osorio, 2008).

Para el investigador mexicano Javier Trujillo (1990), la agricultura sustentable es la producción de plantas para la satisfacción de las necesidades humanas, pero con actividades que permitan la conservación del entorno natural que sustenta esta actividad productiva, así como garantizar su continuidad mediante la sustitución de insumos y procesos que puedan afectarlo de forma negativa.

Para Luis Fuentes y Consuelo Soto (1993), la agricultura sustentable, implica que los procesos agrícolas que se implementen, sean de tal forma que no deterioren el medio ambiente, pero que sean compatibles en los ámbitos económicos y sociales.

Aunque existe una gran cantidad de definiciones, es importante notar, que todas ellas coinciden en que recogen los principios definidos por la FAO (Cuadro 9), los cuales conforman el principio estratégico número 2 de esta organización el cual define lo siguiente:

“Hacer que la agricultura, la actividad forestal y la pesca sean más productivas y sostenibles. Se trata de una visión de un mundo en que la alimentación sea nutritiva y accesible para todos y en el que la gestión de los recursos naturales preserve las funciones de los ecosistemas para respaldar la satisfacción de las actuales y futuras necesidades humanas.

En esa visión, los agricultores, pastores, pescadores, silvicultores y otros pobladores de zonas rurales tienen la posibilidad de participar activamente en el desarrollo económico y gozar de sus beneficios, disponen de condiciones de empleo decentes y trabajan en un entorno de precios justos; las mujeres, los hombres y las comunidades rurales viven en un contexto de seguridad alimentaria y tienen control sobre sus medios de subsistencia, y acceso equitativo a recursos que utilizan en forma eficiente.” (FAO, 2015).

Lo anterior cobra importancia a raíz de que de acuerdo con proyecciones de la misma FAO (2015), el incremento de la población global en un 30%, implicaría pasar de las 8400 millones de toneladas de alimentos, a las casi 13 500 millones de toneladas, para satisfacer las necesidades de una población de 9300 millones de habitantes.

Desafortunadamente, de seguir la actual tasa de desertificación y degradación de tierras como resultado de una agricultura intensiva de monocultivo y con un uso indiscriminado de agroquímicos multipropósito, satisfacer esta cuota resultará casi

imposible, debido a que para ese año, una buena parte de las tierras cultivables se encontrarán inutilizables.

Cuadro 9: Principios de la FAO encaminados hacia una agricultura y alimentación sostenible

| Principio | Breve descripción |
|--|--|
| Mejorar la eficacia en el uso de los recursos es crucial para la sostenibilidad de la agricultura | A pesar de que en los últimos años se ha hecho patente un incremento significativo en la producción, de acuerdo al criterio kilogramo por hectárea de producción, las proyecciones a futuro indican que los recursos necesarios para la agricultura (como el agua o las tierras fértiles) serán más escasos como resultado de la acción humana. Para mitigar estos efectos, será necesario disminuir el uso de químicos y optimizar el uso de insumos, por tal motivo es necesario optimizar el uso de insumos y adoptar tecnologías que ayuden a ello. |
| La sostenibilidad requiere actividades directas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales | La intensificación de la agricultura, ha traído como consecuencias el incremento de la contaminación de agua, suelo y aire, debido a la explotación irracional de las tierras fértiles y fuentes hídricas, junto con el uso indiscriminado de químicos y la deforestación de grandes extensiones de bosques y selvas, ha provocado la drástica reducción de biodiversidad y tierras de cultivos, así como la alteración del clima. La intensificación ha demostrado ser una amenaza para la producción futura, por lo que es necesario aprovechar diferentes alternativas dentro del saber tradicional y los círculos científicos. |
| Una agricultura que no logra proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social es insostenible | Aunque la agricultura es una de las actividades que emplea una buena parte de la fuerza de trabajo global, empleando unos 2500 millones de habitantes, la mayoría de estos se encuentran en condiciones de pobreza y pobreza extrema, principalmente en los países en vías de desarrollo. La agricultura solamente podrá considerarse como sustentable, si permite a los habitantes de las zonas rurales satisfacer sus necesidades básicas por medio de una remuneración justa, así como el establecimiento de un entorno económico y físicamente seguro y saludable. |

Fuente: Elaborado con información de la FAO (2015)

Cuadro 9: Principios de la FAO encaminados hacia una agricultura y alimentación sostenible (Continuación)

| Principio | Breve descripción |
|---|--|
| La agricultura sostenible debe aumentar la resiliencia de las personas, las comunidades y los sistemas | En los últimos años la alteración del clima, el incremento de la distancia entre países ricos y en vías de desarrollo y la inestabilidad política y económica como resultado de la globalización, ha ocasionado que los sistemas agrícolas muestren perturbaciones significativas, con variaciones drásticas de la noche a la mañana. Ante estas amenazas, los productores agrícolas no pueden tomar medidas pertinentes que ayuden a minimizar sus efectos. Por tal motivo las políticas, procesos y tecnologías deben ayudar a prevenir y mitigar los efectos de esta situación. |
| Una alimentación y una agricultura sostenibles necesitan mecanismos de gobernanza responsables y eficaces | Es necesario que los organismos gubernamentales y reguladores, diseñen e implementen políticas que permitan a los agricultores grandes y pequeños, centrando la atención en estos últimos, la adopción de procesos y tecnologías encaminadas a hacer la agricultura sostenible, para ello es necesario que las políticas encuentren un justo medio entre el interés público y privado, garantizando el cumplimiento del estado de derecho, la rendición de cuentas, la equidad y la transparencia. |

Fuente: Elaborado con información de la FAO (2015)

Para el cumplimiento de los principios del objetivo estratégico número 2 de la FAO, que nació como resultado de la cumbre de Río +20, del año 2012, se estableció una serie de acciones y directrices, encaminadas a revertir la tendencia negativa observada en las proyecciones en un corto y mediano plazo.

En el cuadro 10, se muestran dichas acciones y directrices por cada uno de los principios del cuadro 9, de acuerdo a las recomendaciones por la FAO, con base en los resultados y acuerdos alcanzados entre los países asistentes a la cumbre Río +20.

Cuadro 10: Directrices recomendadas por la FAO, para el cumplimiento del objetivo estratégico²⁸

| Principios de la FAO | | | | | | |
|------------------------|----------|---|--|--|--|---|
| | | Mejorar la eficacia en el uso de los recursos es crucial para la sostenibilidad de la agricultura | La sostenibilidad requiere actividades directas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales | Una agricultura que no logra proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social es insostenible | La agricultura sostenible debe aumentar la resiliencia de las personas, las comunidades y los sistemas | Una alimentación y una agricultura sostenibles necesitan mecanismos de gobernanza responsables y eficaces |
| Actividades económicas | Cultivos | 1.- Conservación de las variedades genéticamente diversas | 1.- Uso de mejores prácticas de biodiversidad (Ej. Conservación in situ y ex situ de plantas) | 1.- Aumentar y proteger el acceso a los recursos por parte de los agricultores | 1.- Generalización de la evaluación y gestión de riesgos y la comunicación | 1.- Aumentar la participación efectiva de los interesados |
| | | 2.- Agricultura de conservación | 2.- Uso de mejores prácticas de rehabilitación de suelo | 2.- Acceso más expedito de los agricultores a los mercados | 2.- Medidas de mitigación, preparación y reparación ante el cambio climático | 2.- Incentivar la formación de asociaciones y organizaciones |
| | | 3.- Uso racional de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, mejor gestión de la humedad del suelo | 3.- Uso de mejores prácticas de gestión del agua (Ej. Medidas para evitar la contaminación del agua, riego por goteo) | 3.- Aumento de las oportunidades de empleo rural, creación de estructuras organizacionales que integren a la comunidad | 3.- Preparación y flexibilización ante la inestabilidad del mercado | 3.- Aumentar la frecuencia y el contenido de las consultas entre los interesados |
| | | 4.- Mejor aprovechamiento del agua, agricultura de precisión | 4.- Pago por prestación y utilización de servicios de ecosistemas (Ej. Polinización artificial, cría de polinizadores) | 4.- Mejoramiento de la producción rural: Alimentos más nutritivos a precios accesibles | 4.- Planificación de redes de protección ante fenómenos ambientales y sociales | 4.- Desarrollar capacidad descentralizada |
| | | 5.- Gestión integrada de plagas | 5.- Políticas, leyes, incentivos y medidas coercitivas para promover lo anterior | | | |

Fuente: Elaborado con información de la FAO (2015)

²⁸ Aunque la FAO, define cinco actividades económicas que son los cultivos, las actividades forestales, la ganadería, la acuicultura y la pesca, para fines de este trabajo, sólo se abordarán la agricultura y las actividades forestales, debido a que son la únicas que tienen que ver con la producción de agave y su entorno

Cuadro 10: Directrices recomendadas por la FAO, para el cumplimiento del objetivo estratégico 2 (Continuación)

| Principios de la FAO | | | | | |
|------------------------|---|---|--|--|--|
| | Mejorar la eficacia en el uso de los recursos es crucial para la sostenibilidad de la agricultura | La sostenibilidad requiere actividades directas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales | Una agricultura que no logra proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social es insostenible | La agricultura sostenible debe aumentar la resiliencia de las personas, las comunidades y los sistemas | Una alimentación y una agricultura sostenibles necesitan mecanismos de gobernanza responsables y eficaces |
| Actividades económicas | Forestación | 1.- Gestión sostenible de bosques, plantaciones forestales y recursos provenientes de los ecosistemas | 1.- Conservación de la biodiversidad y los recursos genéticos forestales | 1.- Mejorar los derechos de tenencia de la tierra y acceso a los recursos forestales | 1.- Aumentar la resiliencia de los ecosistemas a riesgos bióticos y abióticos (Ej. Incendios forestales, cambio climático, plagas...) |
| | | 2.- Incremento de las áreas forestales, reducción de la deforestación | 2.- Restauración y regeneración de los paisajes degradados | 2.- Fomentar la participación e interesados locales, incluyendo pueblos originarios y organizaciones femeninas | 2.- Prevenir la transmisión de agentes patógenos a través del comercio internacional |
| | | 3.- Uso más eficiente de los energéticos derivados de la madera | 3.- Papel más destacado de los bosques en la protección y conservación del suelo | 3.- Promover el desarrollo de empresas a pequeña y mediana escala | 3.- Integrar la prevención y la gestión de riesgos en la planificación del uso sostenible de la tierra |
| | | 4.- Desarrollo de productos forestales sustentables e innovadores | 4.- Papel más destacado de los bosques en la protección y conservación de los recursos hídricos | 4.- Suministro de empleos basados en bosques, incluidas disposiciones sobre salud y seguridad social | 4.- Crear paquetes de incentivos financieros para respaldar la inversión privada y hacer posible una distribución equitativa de beneficios |
| | | 5.- Mejoramiento de árboles para respaldar la productividad y resiliencia | 5.- Utilización de tecnologías de cosecha de impacto reducido | 5.- Establecer impuestos de servicios ambientales | 5.- Aplicar mecanismos de mediación y otros mecanismos en la resolución de conflictos en el contexto de una buena gestión de recursos |
| | | | 6.- Certificación de gestión de bosques y sus recursos | 6.- Integrar la forestación en actividades de reducción de la pobreza | 6.- Mejorar la comunicación para articular mejor los múltiples beneficios de los bosques y sus recursos. |

Fuente: Elaborado con información de la FAO (2015)

A pesar de que las directrices de la FAO y la ONU, señalan la conveniencia de adoptar un modelo de cultivo donde la producción presente un equilibrio entre economía, medio ambiente y sociedad; aún existe cierto escepticismo por parte de algunos sectores productivos, principalmente por la incertidumbre de cómo se conseguirá una producción similar a la que se tiene actualmente si se llegase a modificar alguno de los insumos o principios de los paradigmas de producción agrícolas actuales.

De acuerdo con las investigaciones realizadas en el año de 1989 por el “*National Research Council*”, con sede en los Estados Unidos de Norteamérica, se determinó que era posible realizar una producción agrícola similar a la de los medios convencionales, pero con la diferencia de que se habían utilizado insumos biológicos y técnicas sustentables.

El anterior hecho se sustenta en numerosos casos de éxito como en el caso de los cultivos de alfalfa, sorgo, trigo y maíz, donde se aplicaron técnicas como la rotación de cultivo, uso de controles biológicos de plagas y empleo de fertilizantes elaborados a base de desechos orgánicos, dando buenos resultados (National Research Council, 1989).

Otro ejemplo significativo, es la revaloración e implementación de técnicas tradicionales de cultivo en los países de la Unión Europea, donde de acuerdo con un estudio del Instituto de Investigación de Agricultura Ecológica, la producción de contaminantes (principalmente gases de efecto invernadero), se reduce en un rango del 10 al 35% de emisiones contaminantes por kilogramo de vegetales producidos (Lindenthal, Markut, Hörtenhuber, & Rudolph, 2009).

Considerando los anteriores datos, ha existido en últimos años una tendencia adoptar las técnicas de producción agrícola sustentable, principalmente debido a su efectividad, tanto en las áreas tradicionales de cultivo, como en terrenos que habitualmente son considerados como no aptos para la producción agrícola (como es el caso de las zonas urbanas).

Aunado a lo anterior, el creciente rechazo al uso de sustancias químicas, las cuales en estudios recientes se ha demostrado que es un factor de desequilibrio, ha hecho que la agricultura sustentable, se convierta en una opción real para satisfacer las necesidades alimenticias y de producción de insumos, de una forma amigable al medio ambiente.

Además el hecho de que el uso de técnicas e implementos tradicionales, que habían sido relegados, a favor de implementos y técnicas propios de la revolución industrial, tengan una menor emisión de contaminantes, ha contribuido a rescatar dicho conocimiento tradicional, no sólo por su importancia hacia el medio ambiente, sino como una forma de preservación de la memoria de los pueblos.

La tendencia de producción de alimentos orgánicos por medios sustentables, ha sido adoptada principalmente por los países desarrollados, los cuales cuentan con los recursos tecnológicos y económicos, que les permite suplir algunos insumos agrícolas procedentes de recursos no renovables (Trujillo, 1990).

Sin embargo, es importante resaltar, que aún existe mucho trabajo por hacer en los países en vías de desarrollo, donde la realidad económica, social y ambiental es diametralmente opuesta a la de los países citados en el párrafo anterior, donde un alto volumen de sus agricultores, producen cosechas por medios tradicionales y enfocados al autoconsumo (Trujillo, 1990).

México, queda englobado en este último ramo, por lo que es necesario conocer su contexto agrícola, a fin de determinar cómo se pueden adoptar las tendencias y vanguardias de la llamada “Revolución verde”, a fin de hacer frente a los problemas que atraviesa el agro mexicano, de tal forma que queden al alcance de los pequeños y medianos agricultores.

5.5.2. La agricultura sustentable en México

Una de las actividades más representativas en la explotación de materias primas a partir del medio ambiente es la agricultura, la cual ha sido uno de los pilares de la subsistencia de la humanidad desde las épocas más remotas, considerando que

es una de las principales fuentes de alimentos y recursos vegetales que se pueden aprovechar de distintas maneras.

Conforme ha pasado el tiempo, esta actividad ha evolucionado mediante la inclusión de nuevos recursos como maquinaria para optimizar el labrado de la tierra, químicos que mejoran su rendimiento y combaten plagas o la modificación genética de algunas semillas, con la finalidad de que puedan resistir las variaciones del clima o simplemente adecuarlas a las necesidades humanas.

Dentro de este contexto, el abuso en el uso de algunos de esos recursos (principalmente el uso de agroquímicos) aunado a la sobreexplotación de algunos cultivos que resultan extremadamente lucrativos, ha ocasionado un desequilibrio ambiental significativo, debido a que el resultado del uso de agroquímicos ha traído como resultado la contaminación del suelo, y el subsecuente empobrecimiento de la tierra, problema que se ve agravado por la presencia ampliamente difundida del monocultivo en las producciones agrícolas tanto grandes como pequeñas.

El territorio mexicano, el cual es notable por su diversidad climática, ha permitido que desde hace unos 10000 años, se puedan cultivar una innumerable cantidad de recursos vegetales, que pueden ser aprovechados por los seres humanos de una forma significativa.

Sin embargo, a partir de la década de 1950, el paradigma de agricultura tradicional, cambió de forma radical, y fue necesario comenzar a industrializar el campo, con la finalidad de satisfacer las necesidades de la población siempre en aumento, así como de la incipiente industria nacional, que presentaría un crecimiento exponencial durante los siguientes 20 años, que se conocerían con el mote de “milagro mexicano”.

En el periodo comprendido entre 1949 y 1958, se caracterizó por que la agricultura mantenía un crecimiento promedio de 6% anual, de tal forma que aunque un tanto desorganizada en sus estructuras organizacionales y administrativas y con problemas de índole social que la revolución aún no habían solucionado, permitían

el abastecimiento oportuno de productos alimentarios básicos (principalmente maíz y frijol) y materias primas para industrias de diversos ramos (como las fibras vegetales para la producción de cordelería y textiles) (Romero J. A., 1998).

Sin embargo, el periodo comprendido entre 1959 y 1965 se caracterizó por el inicio de la debacle del sistema agrícola mexicano, debido a que la política pública del estado mexicano, se centró principalmente en la industrialización del país y el fomento de las industrias pesadas, por lo que la agricultura pasó a un segundo plano, a tal grado que del 19.4 % del PIB a finales de la década de 1940 al 13.9% para 1965 (Romero J. A., 1998).

Considerando que la prioridad estatal de la época, era el establecimiento de una sociedad industrializada, semejante a las de los Estados Unidos o el Reino Unido, se establece una política enfocada al agro mexicano, cuyo objetivo era la modificación del paradigma surgido en la revolución mexicana, pasando de la propiedad comunal a la de los pequeños y grandes propietarios con acceso a los recursos tecnológicos de la época, a fin de incrementar la producción y optimizar los procesos agrícolas (Romero J. A., 1998).

Sin embargo, los años subsecuentes denotan un caso alarmante, en donde la producción agrícola entra en un descenso significativo, y donde las exportaciones prácticamente son inexistentes, la producción agrícola ha pasado a ser prácticamente de autoconsumo (salvo en las semillas industriales como el trigo, el sorgo, la cebada, la soya, entre otras) y las importaciones han pasado de 41.7 millones de dólares en 1965 a 763.3 millones de dólares en 1974, cifras que se incrementarán con el correr de los años (Romero J. A., 1998).

Aunque hubo intentos para revertir esta situación en la década de 1970, mediante la tecnificación del campo y el incremento de la producción, los beneficios que se buscaban, sólo recayeron en los grandes latifundistas y terratenientes, los cuales se dedicaban a la producción de semillas y legumbres industrializadas (Romero J. A., 1998).

Los campesinos organizados en ejidos, no fueron beneficiados de forma significativa, los cuales no pudieron competir con los grandes productores, y a partir de la crisis agrícola del año 1967, hubo un abandono masivo de las tierras de cultivo y una caída significativa en la producción agrícola de México, debido a la falta de apoyos (como el incremento raquítico de los precios de garantía desde 1965) (Romero J. A., 1998).

Para el año de 1982, era notable el hecho de que la producción agrícola aunque había incrementado en materia de producción de semillas y legumbres, estas eran de tipo industrializado y las extensiones de tierra más productivas recaían en unas pocas manos de empresarios y terratenientes, los cuales se encontraban más interesados en obtener ganancias rápidas que en satisfacer las necesidades alimentarias e industriales de nuestro país.

Desde la crisis agrícola de 1967, no se pudo recuperar la producción agrícola, y para 1982 los productos agrícolas de tipo alimenticio o industrial son importados casi en su mayoría, lo que ha provocado el abandono de miles de hectáreas de tierras fértiles por parte de los pequeños productores y ejidatarios de todas partes de nuestro país (Acosta, 2011 [1580]) (Romero J. A., 1998).

Aunado a lo anterior, el incremento en el uso de agroquímicos para mejorar el rendimiento de la producción y combatir las plagas, la explotación intensiva de una sola especie vegetal en una extensión grande del terreno y la mala organización de las estructuras agrícolas organizacionales, han ocasionado una crisis significativa que para 1987, ya presentaba efectos muy graves en el entorno económico, social y ambiental de nuestro país, de acuerdo con Romero (1998).

Algunos de esos efectos son los siguientes:

- Degradación de grandes extensiones de suelo otrora fértiles como resultado de la sobreexplotación.
- Contaminación de grandes extensiones de suelo, aguas y aire por la acción de agroquímicos, ocasionando daños irreversibles tanto en la flora y fauna, como en la salud de las poblaciones aledañas.

- Abandono de grandes extensiones de tierras de cultivo, por la falta de apoyo económico a pequeños productores y ejidatarios.

De acuerdo con los investigadores Fuentes y Soto (1993), los principales procesos humanos que han contribuido a la degradación del entorno ambiental y que más daño han causado en las últimas décadas son los siguientes:

- Deforestación de grandes extensiones de vegetación leñosa (Por ejemplo bosques de coníferas, bosques tropicales o selvas).
- Sobrepastoreo en amplias extensiones de las regiones ganaderas.
- Erosión y el subsecuente empobrecimiento de la capacidad agrícola en las tierras de temporal por motivos vinculados principalmente al cambio climático y la deforestación.
- Ensalitramiento y anegamiento de tierras de cultivo.
- Incremento de la demanda de los recursos hídricos por parte de la población y productores agrícolas.
- Disminución de la calidad e incremento de la contaminación de las fuentes de agua potable del país.
- Avance y crecimiento de la desertificación del país, debido al avance de las dunas de arena.
- Contaminación por el uso excesivo de combustibles fósiles y otros agentes químicos.

Los puntos anteriores, encendieron luces de alarma no sólo en México, sino en todo el mundo, ya que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), estimó que para fines del siglo en curso, una tercera parte de las tierras cultivables de todo el mundo se encontrarían inutilizadas o extremadamente empobrecidas como resultado del abuso en el uso de recursos tecnológicos para optimizar la agricultura, así como en la sobreexplotación de los insumos que la naturaleza nos entrega (Fuentes & Soto, 1993).

Actualmente, la agricultura mexicana atraviesa momentos difíciles, ya que su caída ha resultado realmente estrepitosa, en virtud de que ha pasado a

representar de un 19.4% del PIB en 1940 (Romero J. A., 1998) a un 4% del PIB en el año 2014 (OCDE, 2011; p. 1), con un poco más de 3 millones de hectáreas de tierra fértil abandonadas de acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional Agrícola (INEGI, 2015), lo que nos habla de una situación realmente comprometida para los campesinos mexicanos.

El rendimiento en materia de producción y crecimiento del campo mexicano en el periodo comprendido entre los años de 1990 y 2000, ha sido calificado de “decepcionante”, en palabras de la OCDE (2011; p. 40), con respecto a otros países de Latinoamérica, considerando que la producción presentó una caída promedio anual de 2.02% en el periodo antes citado (OCDE, 2011; p. 13).

De acuerdo con las investigaciones de Trujillo (1990), las cuales se encuentran basadas en datos del autor estadounidense Wright, los errores que cometió el gobierno mexicano fueron los siguientes:

- Falta de inversión en el agro mexicano.
- Inequitativa distribución de apoyos e insumos agrícolas, siendo los mayores beneficiados los terratenientes y las empresas multinacionales, así como los estados de la región noreste del país, dejando en un estado de abandono los estados del resto del país.
- Intentar copiar modelos productivos y tecnológicos de otros países, sin haber considerado que la realidad ambiental, económica y social de nuestro país.
- Menospreciar las técnicas y tecnologías tradicionales de los agricultores mexicanos, bajo el argumento de que se trataban de “lastres del pasado”.
- Pretender creer que la adopción de tecnologías y legislaciones, por sí solas resolverán los problemas del agro mexicano en materia ambiental, productiva y social.

Aunado a lo anterior, la revista Forbes (Arteaga, 2014) y la OCDE (2011), por medio de una serie de entrevistas a académicos de la UNAM y el CINVESTAV y

del informe Análisis del extensionismo agrícola en México, agregan que otros factores que han generado desequilibrio en el campo mexicano son los siguientes:

- Industria agrícola débil, como resultado de que el mercado de semillas e insumos agrícolas, se encuentran monopolizados por empresas transnacionales extranjeras, las cuales imponen precios onerosos a los productores que se encuentran obligados a adquirirlas por necesidad.
- Falta de vinculación productor – academia, de acuerdo con las declaraciones hechas a la revista Forbes de Luis Herrera, investigador del CINVESTAV, existe una vinculación casi inexistente entre los centros de estudio y los productores agrícolas, por lo que los adelantos científicos de la materia, casi siempre van a parar a manos de las empresas transnacionales.
- Ausencia de una política gubernamental coherente, a pesar del anuncio hecho por el gobierno federal en el año 2014 de generar una reforma agraria, ad hoc a los nuevos tiempos, no existe un estudio detallado de cuales son la prioridades, oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas en el agro mexicano, de acuerdo con la SAGARPA, por tal motivo no se puede hablar de directrices y recursos concretos hasta el momento.
- Deficiente asignación en los recursos económicos a los agricultores, ya que de acuerdo con la OCDE, el 25% del presupuesto de los apoyos federales se encuentran asignados principalmente a los estados de Sinaloa, Tamaulipas y Chihuahua, los cuales representan el 10% de la población económicamente activa que depende de la agricultura de nuestro país. En cambio los estados de Oaxaca, Puebla y Chiapas, reciben el 13% del presupuesto de los apoyos agrícolas federales, a pesar de que concentran el 33% de la población económicamente activa, cuyo medio de subsistencia es la agricultura (OCDE, 2011; p. 25).

Considerando que de acuerdo con el informe Brundtland (1987), la sustentabilidad es un sistema donde cada uno de sus componentes es simbiótico, el desequilibrio de uno de sus componentes, puede traer como resultado el desbalance de todo el sistema, lo cual se ha hecho patente en México de forma explícita a partir del año 1982, con el cambio de modelo económico.

Un ejemplo de esto, es una investigación periodística realizada por el portal de noticias Sin embargo en el año 2012, donde señala algunas consecuencias como resultado de este desequilibrio:

- Incremento del éxodo de campesinos, de los campos a las ciudades y a los Estados Unidos, en busca de trabajo y mejores condiciones de vida para ellos y sus familias.
- Aquellos campesinos que deciden quedarse, en busca de un ingreso que le permita mantener cierta holgura económica para su persona o su familia, pasan a engrosar las filas agricultores que cultivan insumos para la producción de narcóticos, ya que se producción es más lucrativa que el de otro tipo de cultivos.
- Los que no deciden ninguno de los dos anteriores caminos, tienen que sortear condiciones desventajosas de comercio y recursos naturales disminuidos por la acción humana, lo que incrementa la condición de miseria en las zonas rurales de nuestro país.

Lo anterior, ha ocasionado el incremento en el descontento de grandes masas de campesinos, los cuales es habitual que salgan a manifestarse a las calles a fin de expresar sus demandas, lo que nos habla de que de no atenderse la problemática actual, puede desencadenar en un conflicto social de dimensiones mayúsculas.

A partir de 1987, con la publicación del informe Brundtland en la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se hizo patente la necesidad de un cambio de paradigma en las actividades humanas que involucran la explotación de recursos naturales de una u otra forma, dentro de las cuales se incluye la agricultura.

Dentro de este contexto, surge en el año de 1990, la “Carta de Anáhuac”, en la cual científicos y académicos mexicanos, expresan su preocupación por el rumbo que ha adoptado la agricultura a partir del año 1974, y señalan la necesidad de que la agricultura deje de ser “*una actividad extractiva y degradadora del medio*” (Trujillo, 1990).

Este acuerdo, expresa tres directrices clave que están encaminadas a transformar la agricultura de una actividad que ha traído como consecuencia la degradación del entorno natural, a una actividad que ayude a mejorar la calidad de vida de los habitantes, por medio de la consecución de ganancias razonables, sin comprometer la capacidad de regeneración del medio ambiente.

Las directrices señaladas en la “*Carta de Anáhuac*”, son las siguientes (Trujillo, 1990):

- Disminuir el uso de tecnologías y recursos agrícolas que traigan como resultado la degradación y/o contaminación del medio ambiente, así como el uso de biotecnología cuyo impacto en el medio ambiente sea negativo (Ej. Uso de agroquímicos, Modificación genética de plantas nativas)
- Conservar y aprovechar mejor los recursos naturales del medio ambiente, garantizando su continuidad, mediante la sustitución de insumos derivados de recursos no renovables o altamente contaminantes.
- Desarrollar una nueva agenda tecnológica, encaminada a estabilizar la producción agrícola con costos razonables.

El anterior documento, sirvió como un hito significativo dentro de la industria de la agricultura nacional, debido a que sentó las bases de la agricultura orgánica y sustentable de nuestro país, introduciendo técnicas y herramientas, que paulatinamente se han aprovechado en nuestro país, como es el caso de los huertos urbanos o el incremento del uso de fertilizantes orgánicos libres de compuestos de petróleo, señalados como agentes contaminantes tanto por la ONU, la FAO, la OCDE y los científicos de la Carta de Anáhuac.

Además de las anteriores aportaciones, a partir del año 2000 y con el apoyo de organizaciones civiles y gubernamentales, nacionales e internacionales, se han retomado técnicas y formas de cultivo tradicionales, considerando su efectividad en materia de rendimiento y rentabilidad y la baja emisión de agentes contaminantes que utilizan y emiten.

Sin embargo, a pesar de estos avances, la agricultura mexicana está muy lejos de ser considerada, ya que de acuerdo con la OCDE (2011), los problemas que se citaron en párrafos anteriores, se encuentran lejos de ser solucionados e incluso algunos se han agravado como resultado del incremento de la degradación del entorno, aumento de la migración de miles de campesinos a otras latitudes en busca de mejores condiciones de vida y falta de incentivos económicos y tecnológicos, enfocados a hacer del campo mexicano un área productiva realmente competitiva.

Además de las recomendaciones anteriores expedidas en el año de 1990, la OCDE, en el año 2011, expidió una serie de recomendaciones, encaminadas a optimizar la producción agrícola y apoyar al sector del agro mexicano en su materia social y económica:

- Mejorar los mecanismos de asignación de apoyo a los campesinos, de tal forma que los recursos se asignen realmente a las personas que lo necesitan.
- Crear un marco normativo claro, con responsabilidades y atribuciones bien definidas, con la finalidad de dotar de protección legal a los agricultores y dirimir de forma pacífica institucional, los problemas que puedan emanar de la explotación de la tierra.
- Definir de forma clara y coherente, tomando en cuenta la realidad de los agricultores y el campo mexicano, con la finalidad de establecer políticas y directrices en un corto, mediano y largo plazo.
- Fortalecer los vínculos inter institucionales, con la finalidad de identificar las necesidades tecnológicas del agro y establecer canales de comunicación más eficientes entre los productores, las instituciones de investigación

científica y el gobierno, facilitando a los productores pequeños y medianos el acceso a los adelantos en materia de I+D.

- Establecer métricas eficientes de comparación, para poder definir de forma efectiva los avances y las áreas de mejora en materia de agricultura, que permitirán servir de punto de referencia para el establecimiento de métricas, políticas y presupuestos a futuro.

A pesar de los problemas y recomendaciones hechas por los organismos internacionales, en México existen estructuras y cultivos ancestrales de acuerdo con la FAO (SAGARPA; FAO, 2012), que pueden ser vistas como un área de oportunidad, en la búsqueda de soluciones a los problemas económicos, sociales y ambientales que atraviesa actualmente el sector agrícola de nuestro país.

De acuerdo con la FAO, la agricultura tradicional con estructura familiar, tiene posibilidad se encuentra en un sector estratégico del sector en México, considerando que las pequeñas estructuras agrícolas operadas por un núcleo familiar, ocupan un 39.6% del sector agrícola (SAGARPA; FAO, 2012; p. 16).

De ese 36.9%, un 25.8% de las pequeñas estructuras agrícolas familiares, tienen potencial de consolidarse en una estructura empresarial, siendo los estados de Coahuila, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Estado de México, los que más aglutinan este tipo de organizaciones (SAGARPA; FAO, 2012; p. 17).

Dentro de este contexto, además de los cultivos más producidos en nuestro país (como es el caso del maíz, frijol, chile y alfalfa), también existen cultivos ancestrales que pueden ser aprovechados como una fuente de ingreso importante, ya que son la materia prima de productos sumamente apreciados en el extranjero, como el caso del nopal, el aguacate y principalmente las diferentes especies de agave (INEGI, 2015).

Aunado al valor económico y social que tiene el agave, este puede convertirse en un factor crucial en la restauración del medio ambiente debido a sus propiedades fisionómicas.

Capítulo 6: Importancia de la información y las TIC en los procesos agrícolas

"El conocimiento es poder. La información es libertadora. La educación es la premisa del progreso, en toda sociedad, en toda familia..."

Kofi Annan (1938)

En los últimos años se ha vuelto evidente el hecho de que las Tecnologías de la Información y Comunicación (mejor conocidas como TIC), han irrumpido en la vida cotidiana de las personas, revolucionando la concepción del mundo, gracias a su potencial en la mejora y optimización de tecnologías y procesos empleados por la sociedad.

El procesamiento de grandes volúmenes de datos para obtener información, su almacenamiento y transmisión, nos habla de que las TIC, han tomado un papel estratégico en las organizaciones tanto públicas, como privadas, de tal forma que se ha convertido en un recurso crucial, empleado en la toma de decisiones de diferente importancia e impacto.

Además su aplicación en campos diversos, como es el caso de la industria, la milicia y la academia, nos habla de que su alcance e impacto, ha llegado a todos los niveles de la población en su conjunto, a tal grado que a principios del nuevo milenio se hablaba del surgimiento de una sociedad del conocimiento, sostenida sobre el procesamiento e intercambio de grandes volúmenes de información, aprovechada para la mejora de la calidad de vida de sus integrantes.

Este cambio radical ha llegado a sectores que difícilmente los vincularíamos con el uso de las TIC, como es el caso de los campesinos localizados principalmente en zonas marginales de nuestro país, o personas que trabajan o son dueños de obrajes que siguen produciendo bienes o servicios de forma artesanal.

Habitualmente se piensa que este tipo de personas son propensas a la resistencia al cambio por razones de diversa índole: ausencia de tecnologías en las regiones donde habitan los campesinos o productores artesanales, falta de acceso a dichas tecnologías por motivos principalmente económicos, rechazo por desconocimiento de la funcionalidad o por temor a que sirvan como un remplazo de la fuerza de trabajo humana, entre otros motivos.

Sin embargo en los últimos años la penetración de las TIC se ha dado a pasos agigantados, incluso en las comunidades rurales e indígenas de nuestro país (regiones donde principalmente se ubican este tipo de establecimientos), a tal grado que su tasa de crecimiento de acuerdo con la Asociación de Internet de México, ronda en el 12% (Asociación de Internet MX, 2017), lo que nos habla del potencial que tienen estos recursos en estas actividades económicas.

Por tal motivo, es necesario comprender qué es la información, qué son las TIC y cómo es su comportamiento en las actividades agrícolas, con la finalidad de conocer y proyectar su potencial desarrollo e interacción en este tipo de procesos.

6.1. Entendiendo la información: Conceptos, composición y procesos

La Real Academia de la Lengua Española, define la información como *“la comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada”* (Navarro, 2002; p.8083).

Desde un punto de vista informático, la información se trata de un conjunto de datos, los cuales inicialmente son aislados, sin embargo al ser debidamente recolectados y procesados, estos adquieren un contexto y coherencia, lo que finalmente conocemos como información (Levitt, 1975).

Aunque se trata de dos definiciones que a primera vista pueden resultar distintos, la realidad es que se tratan de definiciones complementarias, en virtud de que la primera nos indica para qué es y para qué sirve la información; en cambio en la segunda definición, se indica cómo está conformada.

Más allá de las diferencias triviales, si se analiza a detalle esta naturaleza complementaria, es posible inferir la importancia de este recurso: la posibilidad de obtener conocimientos a partir de los ya existentes como si de un rompecabezas se tratase, perfeccionarlos de distintas maneras, que pueden ser por medio de la corroboración, corrección o aplicación y transmitirlos de diferentes formas, con la finalidad de obtener más información.

Como se mencionó en primera instancia, la información se encuentra conformada por datos, los cuales son la mínima unidad de información, que por sí solos no dicen nada, son entes aislados que necesitan ser recopilados, ordenados, analizados e interpretados, con la finalidad de obtener la información.

Es habitual que en los entornos coloquiales, tanto los datos como la información sean utilizados como sinónimos, sin embargo esta concepción resulta errónea, considerando que los datos son un conjunto de señales, hechos y símbolos que por sí solos carecen de interpretación, por lo que es necesario procesarlos de tal forma que puedan arrojar información con significado que ayude en la toma de decisiones.

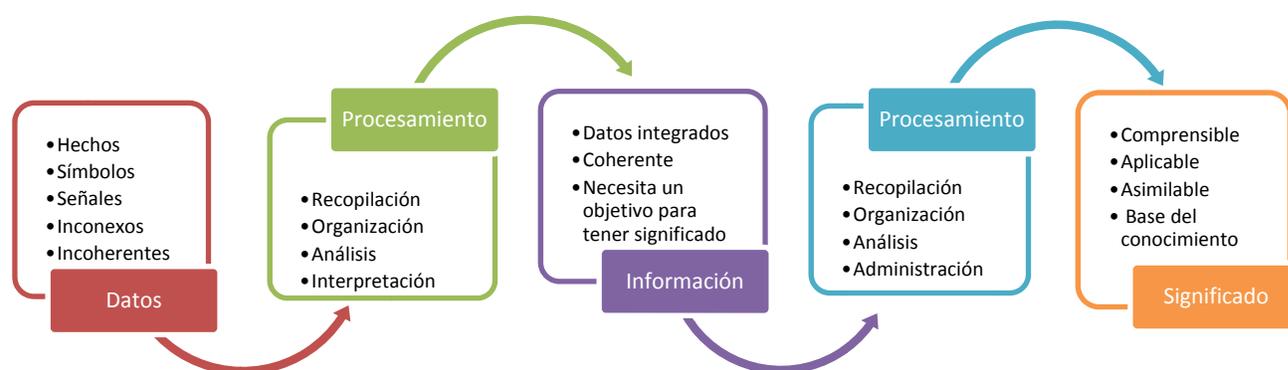
En la figura 30, se muestra un diagrama que explica el proceso de transición de los datos a información, así como el hecho de que la información debe tener un significado con la finalidad de que esta pueda convertirse en conocimiento, de tal manera que pueda ser aprovechada de múltiples formas; ya sea como un mecanismo de toma de decisiones o como un punto de referencia para que pueda aplicarse en la solución de los múltiples problemas existentes en la vida cotidiana.

En los últimos años, como resultado de la apertura y difusión de internet a toda la sociedad, se ha tomado como un recurso relevante la información, a tal grado que en los albores del nuevo milenio, se comenzó a hablar de “*data-driven companies*” u organizaciones dirigidas por datos, donde la toma de decisiones se basa en los grandes volúmenes de información de su ramo.

Este concepto, que tuvo sus inicios en empresas principalmente transnacionales, se ha difundido a organizaciones de todos tamaños, las cuales muchas veces

carecen de la conciencia de la importancia de la información, así como de la capacidad organizacional y tecnológica para poder realizar este proceso de una forma efectiva y eficiente (Cortés, 2017).

Figura 30: Transición de los datos a la información



Fuente: Elaborado con datos de Levitt (1975), Nonaka y Takeuchi (1995) y Rendón (2005).

Sin embargo, el problema de esta tendencia radica principalmente en la creencia de que utilizar grandes volúmenes de información para tomar decisiones, es sinónimo de que dicha información es irrefutable. La anterior concepción, si se analiza con detenimiento resulta parcial, ya que la información por sí misma no entrega respuestas, ni resuelve los problemas.

De acuerdo con Juan Francisco Gago, director de tecnologías digitales de la plataforma Minsait de Indra, en entrevista para el diario español El País (Cortés, 2017), señala que tanto la toma de decisiones basadas en la intuición, sin una valoración seria e imparcial de la información obtenida, como basar las decisiones en una fe ciega e inflexible en la información, no resuelven, en cambio sí puede agrandar los problemas; situación que es habitual en organizaciones de diferentes giros y tamaños alrededor del orbe.

El menciona que es de vital importancia la intervención del factor humano, ayudado por las tecnologías disponibles actualmente, con la finalidad de que los datos hablen (El País, 2017). Lo anterior nos habla de que la información no es un

fin en sí misma, sino que se trata de una herramienta y por consiguiente, un medio que nos ayudará a alcanzar los fines definidos por las personas y organizaciones.

En cambio para Antonio Pita, especialista en ciencia de los datos, también en entrevista para el diario El País (Cortés, 2017), menciona que *“sin información, solo eres una persona con su opinión. Lo mejor que podemos hacer es preguntar a los datos y valorar si la respuesta es razonable. No nos podemos fiar al 100% de los datos ni de nuestra intuición”*.

Dentro de este contexto, Theodore Levitt (1975) postula que *“los datos no son información. La información no es significado. Al igual que los datos requieren un procesamiento para que realmente puedan informar, la información requiere un procesamiento para que adquiera significado...”*

Las tres definiciones tienen como puntos de convergencia, el hecho de que las organizaciones cuya toma de decisiones se encuentra basada en la información, tienen que contar con recursos humanos debidamente capacitados para poder interpretarla y utilizarla, actividad que no cualquier persona puede hacer de forma correcta.

La figura 30, nos muestra que tanto los datos como la información, para poder llegar a ser realmente útiles, tanto en un ámbito general como en uno computacional, requieren de un procesamiento y la intervención del factor humano capacitado, con la finalidad de que estos puedan llegar a ser un recurso útil para las organizaciones, es decir un capital enfocado a mejorar la toma de decisiones por parte de las personas, sociedad u organizaciones.

6.1.1. “La alfabetización de datos” y aprovechamiento de la información

Al igual que los datos, la información sigue un proceso para que esta pueda obtener significado y por consiguiente pueda transformarse en conocimiento por medio del incremento de la experiencia del usuario final o gracias a su aplicación en la resolución de problemas o satisfacción de necesidades de los distintos elementos de la sociedad.

Contrario a la creencia habitual, este proceso no lo realizan de forma automática las computadoras, ni demás recursos tecnológicos; es necesario contar con recursos humanos que tengan conocimiento del medio donde se van a utilizar y de las herramientas adecuadas para la recolección y procesamiento de los datos, de tal forma que estos se conviertan en información, de la misma forma que es necesario que estos especialistas tengan la capacidad de leer, trabajar, analizar y argumentar con la información obtenida, con la finalidad de que esta pueda ser utilizada en diferentes etapas y áreas de la organización.

Este proceso ha sido bautizado por el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) como “*data literacy*” o alfabetización de datos, que consiste en educar y capacitar a las personas, para que realmente puedan discriminar los datos relevantes de los irrelevantes, así como aprovechar la información resultante en sus actividades cotidianas, cuya importancia se ve acrecentada ante la avalancha de datos existente hoy en día (D’Ignazio & Bhargava, 2015; p.2).

Otra definición define la alfabetización de datos, como una visión de naturaleza científica y estadística de los datos e información, comprendiendo el significado de dichos recursos, sacar conclusiones basadas en los mismos e identificar cuando se hace un uso engañoso o inadecuado de la información, ya sea por un tratamiento deficiente o intencionado (Carlson, Fosmire, Miller, & Sapp, 2013).

Para Jeane Harris (2012), la alfabetización de datos, no sólo se centra en datos de carácter numérico y estadístico, sino que va a cuestiones que podrían considerarse más abstractas, como los recursos gráficos, así como los textos, opiniones emitidas por las personas y valorar cambios y condiciones del entorno, los cuales se caracterizan por contar con altos grados de subjetividad

Cabe señalar que aunque el término surge en el año 2015, sus raíces son profundas, van de la mano con el desarrollo y evolución de la informática y sus disciplinas, considerando que desde el advenimiento de los adelantos tecnológicos, los datos y la información, fueron considerados como recursos de primer orden por las organizaciones, debido a que se observó que con este

capital, era posible mejorar el proceso de toma de decisiones, y por consiguiente optimizar procesos e incrementar la riqueza producida por las organizaciones.

La anterior tendencia, se incrementó a partir de las décadas de 1930 y 1940, con el surgimiento de las primeras computadoras propiamente dichas y se incrementó en la década de 1970, con la aparición de las microcomputadoras, las cuales fueron utilizadas ampliamente en los círculos académicos universitarios y empresariales, lo que permitió la generación, procesamiento y transferencia de grandes volúmenes de información nunca antes vistos.

Dentro de este contexto, Levitt (1975), observó y señaló que la desventaja de tener volúmenes tan grandes de información, impera principalmente en el hecho de no saber qué hacer con ella, debido a que *“tanto más abundante la información, menor significado tendrá...”*

Lo frase anterior se justifica con el hecho de que *“la abundancia no libera, sofoca”* (Levitt, 1975), por lo que las organizaciones requieren encontrar mecanismos y procesos que puedan hacer frente al gran volumen de datos e información que se genera día con día, y que permitan convertir la información en un recurso estratégico de tal forma que la información se transforme en significado.

Esto se ve reforzado con el discurso del académico de la Universidad de Berkeley, Alfons Cornella, el cual mencionó lo siguiente (2001):

“El problema principal con el que nos enfrentamos no es tecnológico. El problema con el que nos enfrentamos es de orden cultural o psicológico, sociológico, como queráis. El problema de la angustia de la información, esta angustia de que tengo más información de la que puedo manejar, y por tanto yo no tengo tiempo para absorber toda esta información, es un problema que no sólo es tecnológico, como intentaré demostrar más adelante. Por mucha tecnología que definamos o que construyamos en los próximos años para resolver este problema del exceso de información, probablemente no resolveremos este problema, porque la información se multiplicará de manera mucho más rápida que la capacidad que

tenemos de generar tecnología para manejar este flujo de información en exceso...”

La apertura de internet a los ámbitos civiles y la difusión de las computadoras y equipos móviles inteligentes a lo largo y ancho del orbe en las dos últimas décadas, ha traído resultados de carácter ambivalente:

- Por un lado, el acceso y la difusión de los grandes volúmenes de información, ha permitido sentar las bases de la llamada “*sociedad del conocimiento*”, que se ha caracterizado por el uso casi omnipresente de las computadoras y dispositivos inteligentes móviles, para la resolución de problemas y satisfacción de necesidades cotidianas (UNESCO, 2005).
- Sin embargo, también es evidente que el uso de dichas tecnologías, no necesariamente se ha traducido en el incremento de la capacidad intelectual de la sociedad, la cual se ha caracterizado en los últimos 25 años, por el incremento de los volúmenes de la información, pero la reducción del significado de la misma (Cornella, 2001).

La reducción de significado de la información, planteada por Levitt desde 1975 y ratificada por Alfons Cornella, académico de la Universidad de Berkeley, en un discurso de fin de curso en el año 2001, bautizándola como “*Infoxicación*”, hablan de la necesidad de educar y capacitar a los individuos, de tal forma que puedan recopilar información realmente relevante y útil, que pueda satisfacer sus necesidades y cumplir los objetivos estipulados por los individuos y organizaciones, lo que el MIT bautizó como alfabetización de datos.

Para Freire, existen cuatro ejes de problemáticas que son recurrentes en las organizaciones que hacen uso de la información y que han dado pie a un sin número de usos y abusos en el manejo de datos y técnicas de procesamiento de información (D’Ignazio & Bhargava, 2015; p. 2):

- *Falta de transparencia*: La recopilación de los datos siempre se hace desde un punto de vista simbólico y abstracto desde un punto de vista

estandarizado, dejando de lado el punto de vista de otros interesados en esos datos.

- *Colección extractiva*: Los recopiladores se han centrado en estos últimos años, en la recopilación de datos de los grandes repositorios, dejando de lado la recolección por observación, proceso que permitirá contextualizar y relacionar dichos datos, para generar información relevante.
- *Complejidad tecnológica*: La recolección e interpretación de la información se realiza por los especialistas, por medio del uso de instrumentos cuya curva de aprendizaje es compleja, así como por medio de complicados algoritmos, reduciendo la capacidad de comprensión de los individuos. Sin esta capacidad ¿cómo pueden ser los datos comparados y evaluados?
- *Control de impacto real*: Los compiladores, suelen excluir las necesidades y puntos de vista de los interesados, con la finalidad de dar una ruta a la información. Es necesario tomar en cuenta el contexto y las necesidades con la finalidad de que la información pueda ser relevante.

Debido a que la alfabetización de datos, es un concepto relativamente nuevo, no existe un proceso rígido que tenga que llevarse a cabo, en algunos casos es posible retomar algunos ciclos y procesos diseñados con anterioridad y aplicados a la consecución, procesamiento y utilización de la información, ciclo que es visto por algunos autores como ejemplos de alfabetización de datos tempranos, que aunque no se conocían con dicha clasificación, presentan puntos de convergencia en esta área del conocimiento; otros autores consideran estos modelos como antecedentes del tema.

En el caso de autores como D'Ignazio y Bhargava (2015; p.2), quienes acuñaron el término, hablan de que el proceso de alfabetización de datos, conlleva cuatro fases con diferentes actividades en cada una, donde intervienen recursos humanos especializados en las ciencias de los datos, apoyados por recursos tecnológicos que facilitan la ejecución de dicho proceso.

Como un ejemplo del primer caso, se puede citar el modelo de Mijaílov, Chernii y Guiliarevskii (1973; p.79), los cuales hablan de un ciclo social de la información

conformado por la generación, recolección, procesamiento, almacenamiento, búsqueda y recuperación, uso y diseminación de la información, cuyas fases están diseñadas para que la información pueda ser utilizada por los entes sociales en la resolución de sus necesidades y en la generación de nueva información y conocimiento (Figura 31).

En el segundo caso propuesto por D'Ignazio y Bhargava (2015; p. 2), hacen notar que se trata de un proceso bidimensional, donde dichas dimensiones se clasifican en datos y grandes datos, referentes estos últimos a los grandes volúmenes de datos e información de una misma naturaleza que debe ser procesada con la finalidad de que adquiera significado.

Ambas dimensiones poseen cuatro fases las cuales son la lectura, trabajo, análisis y creación, conformadas por diferentes actividades en cada fase, con la finalidad de que la información pueda ser debidamente utilizada por los usuarios.

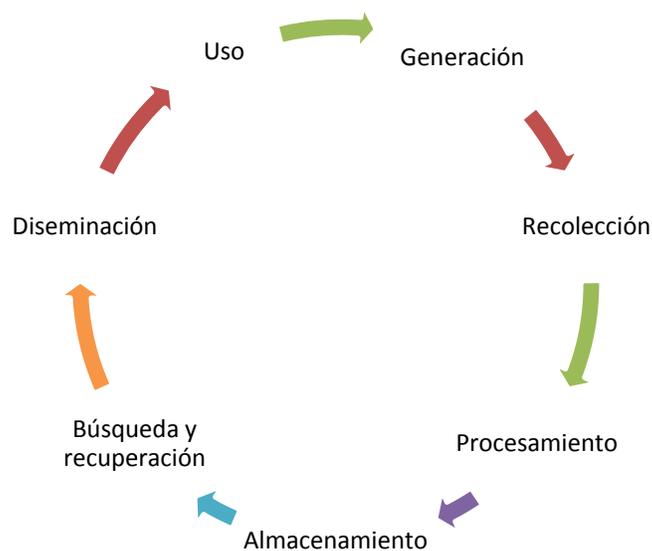
Por tal motivo, es necesario que se cuenten con los recursos adecuados en cada etapa, para obtener información útil y de calidad para que cumpla con su función de forma eficiente y efectiva (Figura 32).

De acuerdo con los autores del anterior modelo, la información interpretable, cuenta con tres características fundamentales, para que pueda ser trabajada y perceptible por las personas:

- *Identificación*: Cuando los datos se están recopilando de forma pasiva²⁹, brindándonos información acerca de sus acciones e interacciones.
- *Comprensión*: Es posible que estos datos puedan ser procesados por medio de algoritmos complejos, los cuales arrojarán información acerca de su peso y relaciones entre ellos.

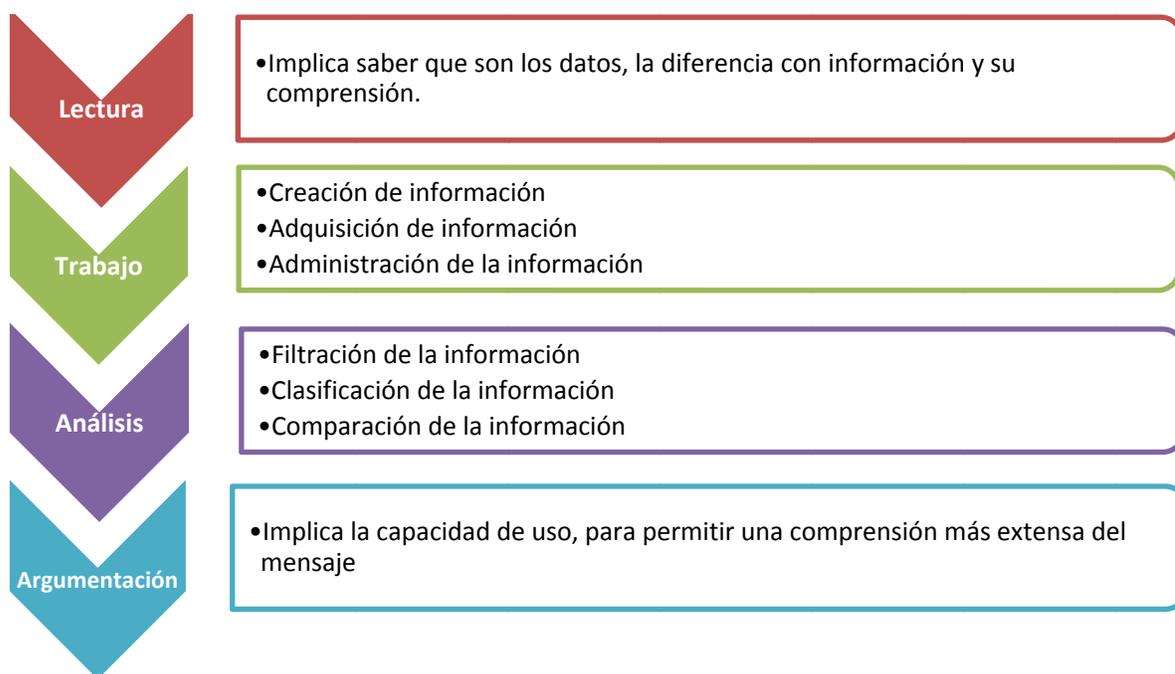
²⁹ Para D'Ignazio y Bhargava (2015), la recopilación pasiva es vista como la recopilación de información por mecanismos no formales o no codificados, donde la percepción y experiencia del recopilador juegan un papel importante; un ejemplo de este tipo de actividades es la interacción con el mundo o la observación de determinado fenómeno (como es el caso de las prácticas de campo).

Figura 31: Ciclo de la información según Mijaílov, Chernii y Guiliarevskii



Fuente: Rendón (2005).

Figura 32: El proceso de la Alfabetización de datos, según el modelo del MIT



Fuente: Elaborado con datos de D'Ignazio y Bhargava (2015).

- *Peso*: Se basa en el impacto ético y de aplicación si llegara a tomarse una decisión basada en esta información.

Ello implica el contar con herramientas físicas y lógicas para la recolección de datos, contar con los procesos y mecanismos de procesamiento de información que permita obtener información adecuada, tener los espacios físicos o lógicos donde se va almacenar, así como interfaces de acceso fáciles de manejar, de tal manera que el usuario final, pueda aprovecharla, utilizarla y transmitirla, completando el ciclo.

Los recursos más importantes para alcanzar lo descrito, son la Informática y las Tecnologías de la Información y Comunicación, herramientas esenciales y complementarias, que debidamente utilizadas ayudan a recopilar y procesar grandes volúmenes de datos, así como almacenar y transmitir grandes volúmenes de información, con la finalidad de difundir el conocimiento para que pueda aprovecharse por la sociedad.

6.1.2. Las Tecnologías de la información y comunicación

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), definen las Tecnologías de la Información y Comunicación, mejor conocidas por sus siglas TIC, como todas aquellas herramientas capaces de generar, almacenar, procesar y distribuir el conocimiento (UNESCO, 2005).

Aunque la anterior acepción es reconocida por casi todos los organismos internacionales, definir que son las TIC, resulta algo ambiguo, a pesar de que a simple vista se trate de una definición puntual, principalmente porque se refiere a un área del conocimiento relativamente joven.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en la organización, no existe una definición homologada que pueda describir de forma clara y contundente este conjunto de recursos tecnológicos; lo

más cercano que se tiene es un conjunto de definiciones por parte de cada uno de los países integrantes de este ente internacional (UIT, 2005).

Para el gobierno de Colombia, las TIC son definidas como *“el conjunto de instrumentos, herramientas o medios de comunicación como la telefonía, los computadores, el correo electrónico y la Internet que permiten comunicarse entre sí a las personas u organizaciones”* (UIT, 2005).

El gobierno mexicano, de forma paralela menciona que *“Las Tecnologías de la Información y la Comunicación se pueden concebir como resultado de una convergencia tecnológica, que se ha producido a lo largo de ya casi medio siglo, entre las telecomunicaciones, las ciencias de la computación, la microelectrónica y ciertas ideas de administración y manejo de información. Se consideran como sus componentes el hardware, el software, los servicios y las telecomunicaciones”* (UIT, 2005).

Un concepto que tiene muchos seguidores entre las poblaciones juveniles y estudiantiles alrededor del mundo, así como no menos detractores entre individuos que conforman la vieja guardia académica (profesores de los métodos tradicionalistas, académicos consagrados y gente mayor con cierta resistencia al cambio), es el planteado por la plataforma estudiantil Wikipedia, el cual define a las TIC como cualquier forma de hacer cómputo, por medio de diferentes recursos tecnológicos como es el caso de las computadoras, teléfonos celulares y satelitales, consolas de videojuegos, etc. (Wikipedia, 2014).

Para la Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicación (DGTIC), de nuestra máxima casa de estudios, la UNAM, las TIC son definidas como *“las múltiples herramientas tecnológicas dedicadas a almacenar, procesar y transmitir información, haciendo que ésta se manifieste en sus tres formas conocidas: texto, imágenes y audio”* (Zambrano, 2009).

Considerando las anteriores definiciones, podemos definir que las TIC son el conjunto de instrumentos, herramientas y medios de comunicación que permiten a las personas y organizaciones generar, procesar, almacenar y transmitir

información, con la finalidad de que esta se pueda convertir en acciones específicas o conocimiento útil, manifestada por medio de sus tres formas conocidas: texto, imagen o audio.

6.1.2.1. Elementos que componen las TIC

Como es natural, ante la falta de una definición formalmente aceptada por todos, es común que existan ciertas discrepancias en los elementos que integran el concepto, sin embargo, es frecuente encontrar puntos de coincidencia entre cada una de las publicaciones consultadas.

Los elementos que integran las TIC, se pueden aglutinar en tres grandes divisiones de componentes, los cuales son:

- *Canales de comunicación:* Son todos aquellos medios, infraestructura y recursos utilizados para la transmisión de información, ya sean tangibles o intangibles, se encuentran conformados por las redes de internet, de telefonía fija y móvil e incluso los cableados telegráficos que aunque obsoletos, son un medio de comunicación utilizado en algunas regiones alejadas del mundo; otro tipo de canal de comunicación, son las redes de fibra óptica multipropósito. Entre los canales intangibles, encontramos el espacio radioeléctrico utilizado ya sea por las emisoras radiofónicas, las televisoras y los radios de banda corta; también integran esta categoría las microondas satelitales utilizadas por los sistemas de telefonía, televisión, telegrafía o internet inalámbrico, por citar algunos ejemplos.
- *Terminales:* Todo aquel dispositivo que transmite y/ o recibe las señales de los canales de comunicación y que también es utilizado para la clasificación, procesamiento y almacenamiento de información; esta clasificación se encuentra conformada por los receptores de televisión y radio, los teléfonos fijos o celulares, los equipos móviles como las computadoras de bolsillo (PDA) o las “*tablets*”, las computadoras de escritorio o portátiles, consolas de videojuegos o todo aquel dispositivo que tenga acceso a internet...El universo de terminales que se han desarrollado

en los últimos 10 años es tan extenso, que citarlo todo resulta una tarea compleja.

- **Servicios:** Son recursos intangibles, principalmente de tipo software, utilizados como interfaz para acceder, manipular, transmitir o recibir información al usuario final. Se encuentra conformada principalmente por recursos como los navegadores de internet, las páginas de internet con sus diferentes propósitos (comerciales, gubernamentales o académicas), los manejadores de correo electrónico, los servicios de cómputo en la nube o bases de datos; también quedan incluidos en esta clasificación, el software de aplicación para terminales o las aplicaciones para dispositivos móviles o “*tablets*”.

Con base en lo anterior, debemos considerar que estas tres grandes clasificaciones, son indisociables las unas de las otras, de tal manera que se genera una simbiosis entre cada uno de estos recursos, permitiendo crear una extensa red de comunicaciones, que aglutina gran cantidad de recursos físicos y lógicos.

6.1.2.2. La tecnología móvil

Dentro de la clasificación de terminales, encontramos la tecnología móvil, compuesta de un sinnúmero de recursos pequeños y portátiles, que ha hecho posible que los entornos productivos, académicos, comerciales o de otras actividades se encuentren en cualquier lugar, sin las limitaciones propias de los demás tipos de TIC, que requieren forzosamente de un espacio donde colocarse, para su uso.

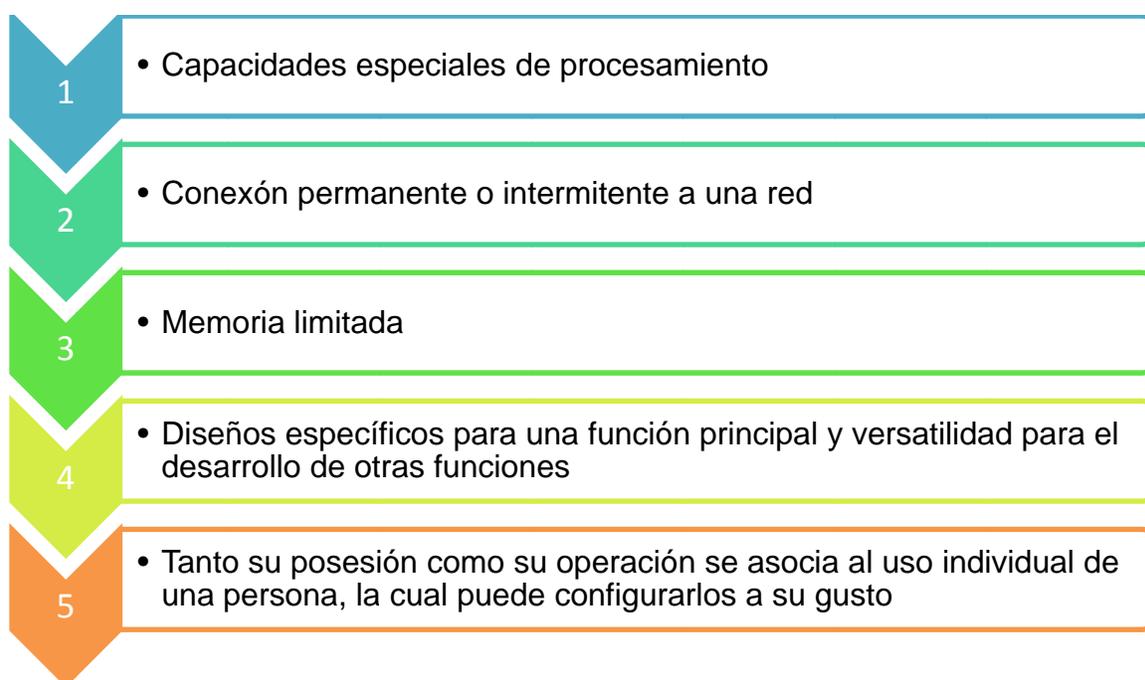
La tecnología móvil es definida como el conjunto de dispositivos de tamaño pequeño y portátil que cumplen con las características señaladas en la figura 33 (Guevara, 2010).

De acuerdo con Ana Guevara Soriano (2010), especialista en seguridad informática de la DGTIC de la UNAM, es una confusión habitual el creer que son sinónimos los términos inalámbrico y móvil, lo cual es comprensible considerando

que muchas de sus diferencias son realmente pequeñas y sólo una pequeña línea tecnológica, marcada por capacidades de procesamiento o características técnicas, son las que diferencian un tipo del otro.

Un ejemplo de lo anterior, es la diferencia entre un teléfono celular de principios del siglo XXI, y una PDA las cuales abundan en sus diferentes variedades, marcas o funcionalidades. En el caso del modelo obsoleto del teléfono celular, aunque algunos de estos podían tener acceso a algunos navegadores e internet, las funcionalidades requerían forzosamente de la conexión del dispositivo a otro equipo para poder procesar información, como es el caso de computadoras, cámaras, entre otros; por tal motivo se considera inalámbrico más no móvil (Guevara, 2010).

Figura 33: Características de la tecnología móvil



Fuente: Guevara (2010).

En el caso de la PDA; si esta es capaz de realizar actividades de acceso a un canal de comunicación y más de un servicio, además de tener la capacidad de recolección, procesamiento, almacenamiento y difusión de datos e información, está se puede considerar como un dispositivo móvil, en virtud de que aporta un

valor agregado significativo al dispositivo, permitiendo hacer una gran cantidad de actividades y tareas con cierta autonomía, aunque si contar con el poder de procesamiento propio de las computadoras en sus diferentes categorías (Guevara, 2010).

Aunque la tecnología móvil en la actualidad tiene la capacidad de realizar actividades similares a los diferentes equipos de cómputo y tienen incluso mayor capacidad de procesamiento que las primeras computadoras que surgieron a partir de 1940, no necesariamente todos los dispositivos móviles pueden considerarse como computadoras en el estricto sentido de la palabra, debido a que cuentan con diferencias significativas con respecto a estas últimas.

Para la especialista en seguridad informática Ana Guevara Soriano (2010), las principales diferencias de los equipos móviles con respecto de las computadoras propiamente dichas son las siguientes:

- Menor funcionalidad.
- Tienen limitaciones significativas en materia de espacio y memoria, lo que hace que sus procesos de actualización se realicen de forma distinta, aunque esta limitación se puede superar en algunos dispositivos por medio de la expansión de la memoria de los mismos.
- Su periodo de vida es menor que el de los equipos de cómputo, debido a que estos quedan obsoletos a mayor velocidad, lo que obliga a los usuarios a cambiar las terminales con mayor frecuencia.
- Tienen mayor usabilidad por parte del usuario final, esto quiere decir que no requieren capacitación especializada y el manejo puede realizarse de forma empírica por las personas que utilizan estos recursos.
- Por todo lo anterior su costo es menor.

A pesar de las características anteriores y las limitaciones que resultan de dichas características, el uso de estos recursos se ha difundido entre la gente cotidiana, la cual puede desarrollar gran variedad de actividades como es el caso de tomar fotografías, acceder a internet, hablar por teléfono, elaborar documentos,

diapositivas y hojas de cálculo en lugares que van desde la comodidad del sofá de la sala de su casa, hasta los asientos del transporte público en sus desplazamientos cotidianos, lo que no hace arriesgado volver a retomar el término “microcomputadoras”, el cual fue acuñado en la década de 1970 por los especialistas en TIC, término que hace referencia a todo aquel dispositivo que aunque tiene similitudes con las computadoras, no llegan a ser esta clase de aparatos en un estricto sentido.

A pesar de que la mayoría de los dispositivos móviles, tienen restricciones que les impiden ser computadoras propiamente dichas, existen los menos dispositivos que si son computadoras en el estricto sentido de la palabra como es el caso de las computadoras portátiles o las “Laptop”, considerando que su ciclo de vida es mayor, así como su capacidad de procesamiento, almacenamiento y transmisión de información.

Volviendo a retomar a la especialista Guevara Soriano (2010), los dispositivos y terminales que pueden considerarse como tecnología móvil son los siguientes:

- Computadoras portátiles (“Laptops”)
- Teléfonos celulares inteligentes (“Smartphones”)
- Terminales móviles de punto de venta
- Sistemas de navegación de automotores (GPS)
- Organizadores y asistentes personales digitales (PDA)
- Algunos modelos de consolas de videojuegos portátiles que han proliferado en los últimos años (Ej. “Nintendo 3DS” o PSP de Sony).
- Paginadores portátiles
- Sistemas de Televisión vía internet (Web TV)
- “Tablets” y otro tipo de comunicadores de bolsillo
- “Wearables”³⁰, (Ej, “Apple Watch” o lentes inteligentes de Sony)

³⁰ Wearable: También conocida como tecnología corporal o ropa electrónica, es toda aquel dispositivo digital integrado a una prenda de vestir o a un accesorio, como es el caso de los relojes y lentes inteligentes.

Cabe señalar que con el correr de los años ha sido común la aparición de nuevos dispositivos móviles, de los cuales algunos de ellos han gozado de cabal popularidad, en cambio otros han resultado rotundos fracasos lo que los ha condenado al ostracismo tecnológico; lo que es innegable es que el uso de este tipo de TIC, es algo tan cotidiano que esta tecnología se encuentra al alcance de la sociedad, sin importar su género, formación académica, edad, pertenencia étnica, etc.

Los dispositivos móviles y las TIC en su conjunto, se han convertido en un factor que ha intervenido directamente en el modelaje de la sociedad del nuevo milenio tanto en el ámbito social, como en el económico e incluso el ambiental, como resultado del uso de los diferentes recursos tecnológicos que existen en la actualidad.

6.1.2.3. Impacto de las TIC en la sociedad contemporánea

Tan extensa y compleja se ha tornado esta red, que ha impactado los diferentes ámbitos de la realidad humana, como es el caso de la economía, la educación, la salud, las relaciones humanas o la forma en la que la gente se comunica, a tal grado que hoy en día, los recursos que integran las TIC se han vuelto omnipresentes en la gran mayoría de las actividades productivas y de esparcimiento de la humanidad.

Una prueba de lo anterior es lo expresado por el secretario general de la ONU, Kofi Anan en el año 2003 en Ginebra, con motivo de la inauguración de la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información (WSIS):

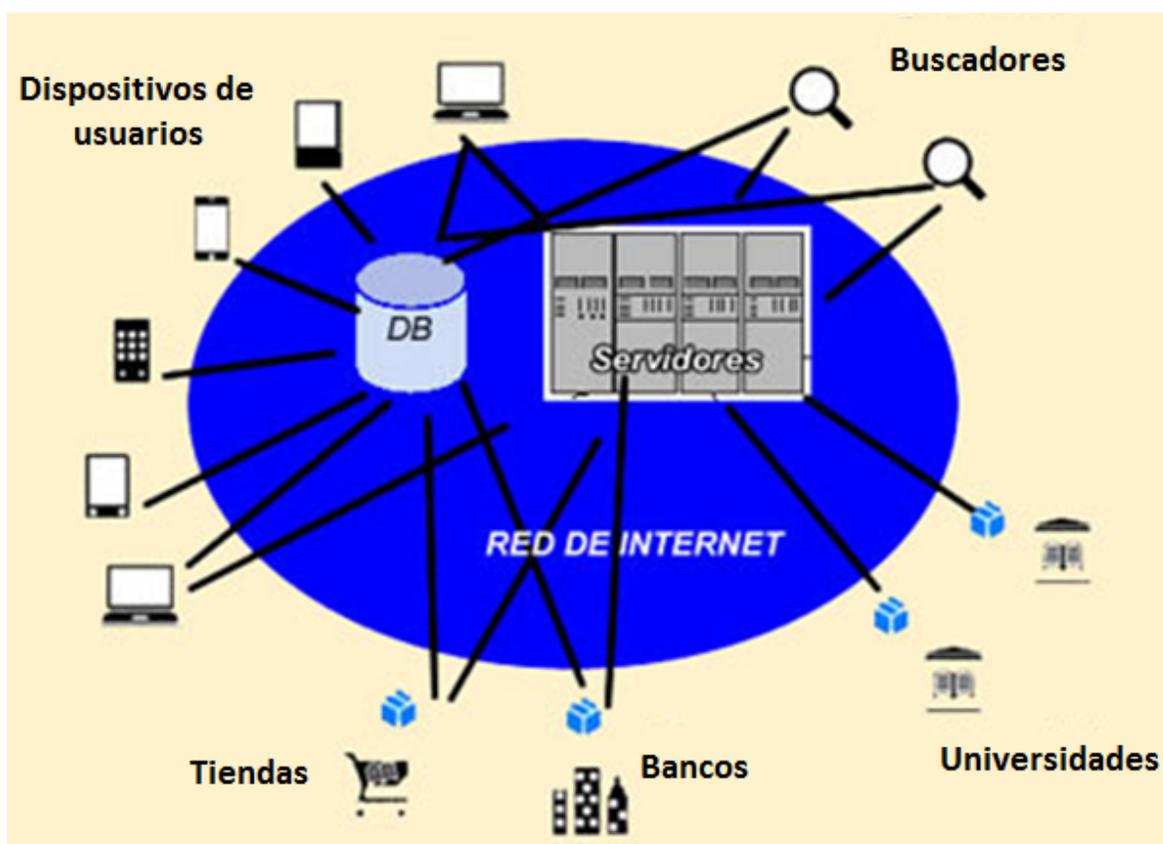
“Desde el intercambio hasta la telemedicina, desde la educación hasta la protección ambiental, la habilidad existió para mejorar los estándares de vida para millones de millones de personas. Las herramientas para impulsar a la humanidad hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio se encuentran a la mano...”

En los últimos 10 años la presencia de recursos como la radio o la televisión, se encuentran presentes incluso en los lugares más recónditos del mundo; la

utilización de computadoras de escritorio y portátiles, se ha convertido en algo cotidiano en los núcleos urbanos, así como en los entornos campiranos de los países desarrollados, es una realidad que se ha materializado de forma drástica en los últimos 20 años.

El conocimiento de comunicación y servicios, los cuales de forma diaria interactúan entre sí, con una infinidad de usos, supeditados a las necesidades de los usuarios que manipulan estos recursos, a tal grado que esta red se ha tornado en un universo de las comunicaciones, como se muestra en la figura 34.

Figura 34: Representación gráfica de los componentes, conexiones y usuarios de las TIC



Fuente: Zambrano (2009)

El anterior diagrama resume de forma puntual cómo esta compleja red, ha alterado de forma significativa el desempeño de nuestra vida cotidiana y por consiguiente, nuestra percepción de la realidad; sin embargo, a pesar de la difusión y utilización cotidiana de las TIC, aún existen numerosos problemas, retos

y desafíos por resolver, algunos reductos del pasado y otros completamente novedosos, los cuales son inherentes a la adopción de este nuevo modo de vida acogido por la sociedad moderna.

6.1.2.4. Problemas, retos y desafíos en materia de TIC

Las primeras décadas del nuevo milenio, se han caracterizado por la inmersión de la sociedad en una especie de utopía digital, donde existe una idea extendida (azuzada muchas veces por medios de comunicación, académicos y autoridades) de que los recursos TIC, son una solución mágica a los problemas económicos, sociales y ambientales, imperantes en la sociedad.

A pesar de que la información y las tecnologías vinculadas con esta, son una herramienta bastante útil y poderosa, que han permitido optimizar el ciclo de procesamiento de la información, no hay que perder de vista que estos recursos son únicamente herramientas, que ayudan a facilitar nuestra vida cotidiana, las cuales distan mucho de ser una varita mágica que resolverán nuestros problemas cotidianos.

Los tecnólogos y especialistas en el área de las TIC, vislumbraron la tendencia de que el uso indiscriminado de este tipo de tecnología, traería como consecuencia el surgimiento de un imaginario erróneo en la sociedad, donde se percibe que el uso de las tecnologías de la información es sinónimo de progreso “per se”; por otro lado y de forma proporcional, la tendencia sería de que incrementaría el desconocimiento del verdadero potencial de este tipo de recursos (ONU, 2003).

Bajo la anterior tónica, Kofi Anan culminó el WSIS de 2003 con las siguientes declaraciones que resultan categóricas:

“Las tecnologías de la información y la comunicación no son ninguna panacea ni fórmula mágica, pero pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta. Se dispone de herramientas para llegar a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, de instrumentos que harán avanzar la causa de la libertad y la democracia y de los

medios necesarios para propagar los conocimientos y facilitar la comprensión mutua. Todos tenemos ese potencial. La Cumbre deberá aprovecharlo...

Aunque es innegable que las TIC se han convertido en un factor clave en el desarrollo de la sociedad imperante en los últimos años, también es imposible dejar de lado el hecho, que aún la sociedad global, dista mucho de cumplir los objetivos del milenio, planteados por la ONU, lo que reafirma que la difusión generalizada de recursos tecnológicos, no es sinónimo de que llegamos a la cúspide de su desarrollo.

Humberto Eco, filósofo y escritor italiano, planteaba la necesidad de llevar a cabo un proceso de integración digital, debido a que la sociedad de la información corre el peligro de corromperse en un nuevo sistema de castas, como el imperante en las sociedades esclavistas de la edad antigua, donde la utilización y el dominio de las TIC, se convierte en el principal factor para definir cuál es el lugar del individuo en la escala social, transformando una aparente evolución en una involución, que a todas luces es dañina para las sociedad en su conjunto (Eco, 2005 [1965]).

Quizás para el lector, la anterior idea puede resultar algo sacado de un libro de fantasía que no debe tomarse muy en serio; sin embargo la realidad nos ha alcanzado de forma imprevista, a tal grado que instituciones como la ONU o el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, a través del Centro Público de Investigación y Desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC), han planteado la necesidad urgente de establecer políticas públicas enfocadas a acortar la brecha digital y garantizar la progresiva inclusión de los individuos a la sociedad del conocimiento (Matus & Ramírez, 2012).

Hoy en día existen numerosos retos por superar, lo que permitirá paulatinamente ir cerrando la brecha digital que existe entre las áreas urbanas y rurales, así como entre los países desarrollados y los que se encuentran en vías de desarrollo; algunos de los retos identificados por los diferentes autores y organismos

nacionales, regionales e internacionales (como el Gobierno de la República, la CEPAL o el BID) son los siguientes:

- Descentralizar de las actividades económicas terciarias el uso de TIC, de tal forma que también los sectores primario y secundario, puedan aprovechar esta tecnología, por medio de campañas de cooperación y concientización convirtiéndose plenamente en un factor de desarrollo.
- Expandir la infraestructura de telecomunicaciones y las TIC a las regiones más aisladas del planeta, sobre todo las rurales y marginales, así como las que se encuentran aisladas por motivos geográficos.
- Desarrollar TIC que se encuentren al alcance de la gran mayoría de la población y que estas puedan ayudar a resolver sus problemas cotidianos, así como satisfacer sus necesidades inmediatas.
- Establecer programas de innovación y desarrollo por medio de la colaboración entre instituciones educativas, gobierno y sociedad, principalmente en los países en vía de desarrollo, con la finalidad de desarrollar tecnología que sea viable en un contexto social, geográfico y económico.
- Implementar programas de alfabetización de datos y digital, con la finalidad de que los usuarios finales de los recursos tecnológicos, tengan una idea de cómo seleccionar, depurar y aprovechar la gran cantidad de datos que se encuentran principalmente en internet.
- Educar y concientizar a la gente que las TIC tan sólo son una herramienta, no son una solución mágica o automática a los problemas de la vida cotidiana, sino que dicha solución se encuentra en la cooperación entre los diferentes integrantes que conforman la sociedad de las regiones y países.

6.2. Estado actual de los recursos TIC enfocados a entornos agrícolas en Latinoamérica y México

Los resultados arrojados por el estado del arte, referentes del impacto de las TIC en los procesos agrícolas, ascienden a un total de 2 930 000 estudios y textos

científicos publicados, relacionados con este tema hasta el día de hoy de acuerdo con las cifras arrojadas por la plataforma Google Scholar.

Aunque en primera instancia puede parecer que es un tema ampliamente investigado y con pocas posibilidades de crecimiento en materias de aportaciones, es necesario contextualizar un poco el número anterior: más de un 80% de este total, se trata de investigaciones enfocadas a la realidad de los países desarrollados.

Cabe señalar que aunque es posible implementar las anteriores propuestas en territorio mexicano, los resultados pueden ser completamente distintos a los esperados, considerando que Latinoamérica en general, como México en particular, son regiones mega-diversas, debido a lo variado de su orografía, climas y composiciones étnicas, lo que nos habla de retos y áreas de oportunidad.

Uno de los errores habituales de la investigación, es pretender que las realidades política, económica, social y ambiental de los países desarrollados, es idéntica a la de los países en vías de desarrollo (dentro de los cuales se encuentran la mayoría de los países Latinoamericanos, incluyendo a México) y por tanto las experiencias, prácticas y tecnologías agrícolas (y de otras índoles) son aplicables e intercambiables.

Dicha percepción es sesgada, ya que tomando las palabras del investigador del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), Ricardo Raphael "*Iztapalapa no es Suiza*"; la anterior frase, nos habla de la necesidad de conocer más a detalle y de forma realista la realidad de nuestro país, a fin de satisfacer las necesidades reales de nuestra región global, país, estado o comunidad.

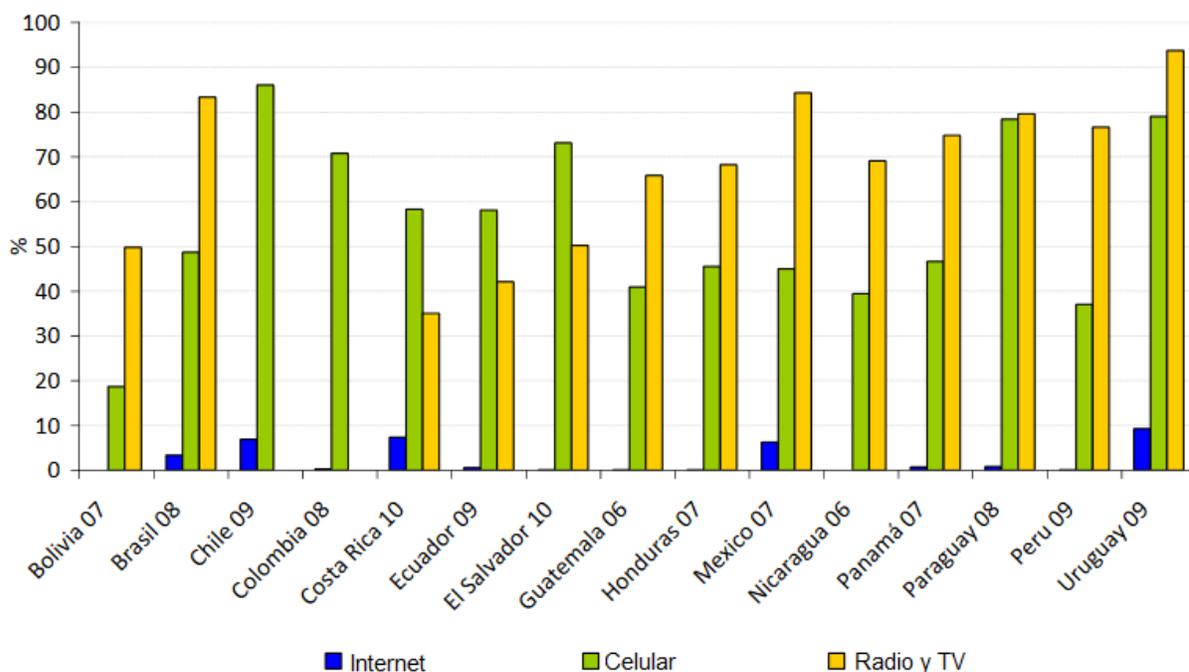
Tomando como punto de partida la idea anterior, podemos deducir que es necesario investigar en primera instancia cómo es la penetración de las TIC en Latinoamérica y en México, en virtud de que Latinoamérica es la región donde se encuentra inmerso nuestro país, lo que permitirá definir el impacto real de la tecnología propuesta en esta investigación, dentro de un contexto más adecuado.

6.2.1. Estado actual de los recursos TIC enfocados a la agricultura en Latinoamérica

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), la penetración de las TIC, en las actividades cotidianas de las comunidades rurales de la región ha presentado un crecimiento significativo en los últimos 15 años, sin embargo, la brecha digital entre los núcleos poblacionales urbanos y rurales aún es significativa (CEPAL, 2012).

El país que presenta una mayor tasa de incremento de uso de TIC, tanto por las comunidades urbanas, como por las comunidades rurales es Uruguay, seguida de Costa Rica y en tercer lugar México; la figura 35, nos habla que la radio y la televisión, son las tecnologías que presentan mayor aceptación en los hogares latinoamericanos, en cambio la penetración del internet en la vida cotidiana de los habitantes de esta región, aún presenta retos significativos, sobre todos en las áreas rurales.

Figura 35: Penetración de las TIC en las zonas urbanas y rurales de la región latinoamericana



Fuente: CEPAL (2012).

La radio junto con la televisión es la TIC que se encuentra presente en casi todos los hogares rurales de América Latina, siendo por consiguiente los recursos tecnológicos que mayor uso y aceptación tienen, en contraste el acceso a internet en estas comunidades aún es reducido, debido a que menos del 5% de los hogares de esta región cuentan con este servicio; siendo la excepción Uruguay (9.2%) y México (6.3%), lo que nos habla de que aún existen retos significativos en la región para ampliar la conectividad (CEPAL, 2012).

De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la TIC que presenta mayor crecimiento en las localidades rurales del subcontinente, es el teléfono celular, el cual se ha mostrado como una alternativa económica y flexible a la compleja realidad geográfica, económica y social de esta región del orbe; el incremento en su uso, ha permitido mejorar los canales de comunicación y abaratar los costos inherentes de forma drástica, a tal grado que en países como Costa Rica y Uruguay, los teléfonos celulares se encuentran presentes en más del 10% de los hogares rurales (CEPAL, 2012).

Similares tendencias se localizan en México, Chile y Paraguay, donde la instalación de antenas de telefonía celular, resulta una alternativa económica y práctica, contra otro tipo de TIC (incluyendo la telefonía fija y el internet), debido a los costos que se desprenden por concepto de tendido y mantenimiento, el cual muchas veces se encuentra fuera del alcance de los pobladores (CEPAL, 2012).

Sin embargo, a pesar de la paulatina penetración de estos recursos en la vida cotidiana de los núcleos urbanos rurales, aún existen retos por cumplir: la telefonía celular en la mayoría de los casos es utilizada casi exclusivamente en sus servicios de voz y SMS, encontrándose subutilizados el resto de los servicios (CEPAL, 2012).

Por otro lado el uso de sensores y dispositivos enfocados a la medición y control de variables que intervienen en los procesos agrícolas, aún se encuentran lejos de los pequeños productores agrícolas, siendo sus principales usuarios organizaciones latifundistas, debido a que una buena parte de esta tecnología aún

se encuentra fuera del alcance de los bolsillos de los pequeños productores latinoamericanos (CEPAL, 2012).

La pequeña agricultura de América Latina, se caracteriza por la producción de un sinfín de productos agrícolas, los cuales nos habla de una gran diversidad de climas y flora, dando un carácter único a esta región del planeta. Para Raúl Hopkins, investigador experto en desarrollo rural y TIC por la Pontificia Universidad Católica del Perú, este tipo de tecnologías, tienen un gran impacto en los procesos agrícolas, sin embargo, debido a la realidad multi-diversa del subcontinente, es necesario buscar soluciones que se ajusten a cada una de las regiones y realidades únicas (CEPAL, 2012).

Además, el especialista menciona, que uno de los principales problemas que se han presentado en la penetración de las TIC en los entornos agrícolas, es el prejuicio de que su implementación es crucial en cualquier otra área menos en la agricultura, lo que nos habla de una visión extremadamente sesgada y por momentos reduccionista (CEPAL, 2012).

Por tal motivo, el doctor Hopkins nos habla de la necesidad de formar agendas digitales que contemplen la inclusión digital de las comunidades rurales, con la finalidad de que estas puedan optimizar sus procesos con ayuda de las nuevas tecnologías, para ello propone tres directrices necesarias para que pueda tener éxito esta propuesta:

- En primera instancia señala la necesidad de sensibilizar a la sociedad en su conjunto, de la importancia de las TIC en los entornos agrícolas, con la finalidad de facilitar su rápida penetración y disseminación en estas localidades.
- Cómo segunda área clave, plantea la necesidad de mejorar la conectividad y el acceso a internet en las regiones rurales, con la finalidad de que se pueda superar la brecha debido a la carencia o ausencia de infraestructura.
- Cómo última área clave señala la necesidad de ir incluyendo de forma directa a los productores y pobladores, incrementando el interés en las TIC,

reduciendo el potencial rechazo que pueda existir y sembrando el sentido de pertenencia de la comunidad, lo anterior permitirá contar con cuadros de innovación, desarrollo y mantenimiento en estas regiones, los cuales podrá desarrollar nuevas tecnologías enfocadas a la resolución de sus necesidades.

Por otro lado, Blas Espinel, representante del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de la República del Ecuador, nos habla de que las nuevas TIC que se están desarrollando, deben enfocarse a las necesidades de los pequeños productores agrícolas, en consideración de que son mayoría en el sector (CEPAL, 2012).

Al igual que el doctor Hopkin, Blas Espinel coincide en que uno de los problemas a solucionar es la conectividad de las regiones rurales, siendo una de las principales metas de la CEPAL, equiparar el servicio de telefonía fija, celular e internet con el de las diferentes áreas urbanas del continente (CEPAL, 2012).

El funcionario ecuatoriano, pone como ejemplo un proyecto piloto implementado en esta década, cuyo fin es la ampliación de la red telefónica y de internet a las comunidades rurales de distintas regiones del país andino; los resultados de acuerdo con lo expresado por Espinel, ha tenido impacto positivo en la mejora de los procesos de toma de decisiones, así como en un incremento en los intercambios comerciales como resultado de la optimización de los canales de comunicación (CEPAL, 2012).

Hugo Chavarría, especialista costarricense del Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola (IICA), menciona que la prioridad de los desarrolladores de las TIC, debe ser la satisfacción de las necesidades reales de los productores y técnicos especialistas del entorno agrícola, sobre las impuestas por los grandes latifundistas y el mercado (CEPAL, 2012).

También hace hincapié en la necesidad de una alfabetización digital en los diferentes estratos de la sociedad, prestando particular interés en los funcionarios públicos y en las esferas académicas, en virtud de que ellos son los actores

protagónicos al momento de crear las políticas públicas en la vida cotidiana de las sociedades (CEPAL, 2012).

En 2012 la CEPAL realizó un estudio que mide el impacto de las TIC en los entornos agrícolas latinoamericanos, observando que éstas han tenido un impacto positivo en los procesos agrícolas de la región, actualmente los productores pueden obtener información de los movimientos del mercado con respecto a los productos que comercializan, además de permitir establecer contacto con potenciales compradores en otras regiones, lo que ha permitido reducir de forma paulatina el intermediarismo.

La implementación de sensores, que miden y controlan variables de importancia agrícola, ha permitido a los productores tomar medidas oportunas ante las contingencias propias de este proceso productivo, como es el caso de las alertas por medio de recursos SMS, redes sociales o aplicaciones móviles de situaciones atmosféricas adversas o brotes de plagas, mejorando los procesos agrícolas como resultado del acceso a información primordial para cualquier productor (CEPAL, 2012).

A pesar de los anteriores adelantos, aún es innegable que existen múltiples carencias en las zonas rurales de Latinoamérica en materia de penetración de las TIC, lo que debe ser interpretado por los especialistas del área como una importante área de oportunidad que no puede ser desaprovechada.

6.2.2. Estado actual de los recursos TIC enfocados a la agricultura en México

La penetración de las TIC en los ambientes agrícolas de México, presentan resultados ambivalentes, dependiendo el enfoque que se quiera adoptar: si analizamos este fenómeno tomando como punto de comparación los países de América Latina, nuestro país tiene tasas de penetración en la población general (que engloba tanto los núcleos poblacionales urbanos, como rurales) de un 10%, siendo la media regional latinoamericana de 6.8% (Gobierno de la República, 2010).

Actualmente la Asociación de Internet de México (2017), en colaboración con organismos como INFOTEC, el INEGI y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), reportan que hasta este año existían poco más de 70 millones de personas que tenían acceso a las TIC y a internet en todo el país, lo que representa poco más del 55% de la población que conforma nuestro país.

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la CEPAL, un 6.3% de los hogares rurales de México, cuenta con acceso pleno a las TIC, lo que nos coloca en los primeros lugares de penetración digital en las zonas rurales de cada nación, sólo por detrás del Uruguay, que cuenta con una cobertura del 9.2% (CEPAL, 2012) (Gobierno de la República, 2010).

Sin embargo, esta percepción que a primera vista parece alentadora, se ve diluida ante la realidad de un entorno global más extenso, ya que de acuerdo con la OCDE, México se encuentra en el penúltimo lugar de penetración de internet a nivel general (urbana y rural), tan sólo superando a Turquía y por debajo de Chile (Gobierno de la República, 2010).

De acuerdo con el gobierno de la república (2010), la concentración de las TIC, se localiza en los núcleos poblacionales que cuentan con un número superior a los 15 mil habitantes, en donde al menos 55% de los hogares cuentan con telefonía fija y al menos 77% con un teléfono celular, 40% posee un equipo de cómputo y un 30% tiene acceso a internet.

Los anteriores números se disparan en los 637 núcleos urbanos del país, donde el 97% de la población declara tener acceso tanto a telefonía fija como celular, así como posee equipo de cómputo y acceso a internet (Gobierno de la República, 2010).

En tanto, las áreas rurales que conforman nuestro país, las cuales ascienden a 188 593 localidades con menos de 2500 habitantes, sólo 17% de los hogares cuentan con teléfono fijo, 36% cuenta con al menos un equipo celular, sólo 6% cuenta con computadoras y el 3% tiene acceso a internet. En este tipo de

localidades menos de un 4% cuenta con algún grado de competencia en los servicios básicos de telecomunicaciones (Gobierno de la República, 2010).

Los anteriores datos nos hablan de que el uso de las TIC, se encuentra excesivamente centralizado en los núcleos urbanos de nuestro país, y el uso de estos recursos más allá de las grandes ciudades, se centra en las cabeceras municipales y localidades importantes, dejando aisladas las comunidades rurales de nuestro país, lo que representa el 45% de la población nacional.

A pesar de los esfuerzos realizados en nuestro país enfocados a acortar la brecha digital, es innegable que aún poco más de 57 millones de habitantes mexicanos carecen de servicios básicos de telecomunicaciones, los cuales además no tienen acceso a servicios básicos como agua potable, salud, educación, vivienda, entre otros.

También es importante aclarar, que la expansión del uso de las TIC en algunas comunidades rurales e indígenas, las cuales se encuentran apartadas de los núcleos urbanos de importancia de nuestro país, se debe principalmente a una necesidad de comunicación con los seres queridos, debido a factores económicos y sociales, que provoca la migración más allá de las fronteras de sus comunidades.

La telefonía celular ha sido vista como una alternativa viable al servicio, muchas veces costoso y deficiente, de las empresas telefónicas de nuestro país, por lo que es habitual observar habitantes de rancherías y localidades alejadas, utilizando esta clase de recursos, ya que han expresado que es más económico hacer una llamada vía celular o enviar un mensaje por el sistema de mensajería digital "*Whatsapp*", a realizar una llamada nacional o internacional por el servicio de telefonía fija.

Esto ha dado pie a una nueva forma de organización comunitaria conocida como las sociedades cooperativas de telecomunicaciones, las cuales aprovechando el espacio radioeléctrico de libre uso que tiene el gobierno mexicano, junto con tecnología adaptada o de desarrollo propio, ha generado un servicio de telefonía

celular e internet económico y eficiente, la cual brinda un servicio de primera necesidad a la comunidad (Sánchez, 2017).

Dichos servicios, surgen como una respuesta ante las prácticas oligopólicas de las empresas que controlan el mercado de las telecomunicaciones de nuestro país, ya que en múltiples ocasiones, han expresado el poco interés de tender infraestructura de telefonía satelital, móvil o internet en nuestro país, al ser las comunidades rurales (sobre todo las indígenas), un mercado poco atractivo para estas, ya que la mayoría no puede costear los servicios que para una persona que vive en el umbral de la pobreza son excesivamente caros (Sánchez, 2017).

En un intento de subsanar esta situación, el gobierno mexicano, ha establecido una agenda digital, la cual se actualiza cada año, cuyos ejes principales son los siguientes:

- Garantizar el acceso a internet de todos los habitantes de la República Mexicana.
- Facilitar el acceso de todos los mexicanos a los contenidos digitales, sobre todo a las personas que se encuentran en las zonas rurales más recónditas del país o presenten algún grado de vulnerabilidad económica o social.
- Masificar el uso de internet entre la sociedad por medio de una estrategia de inclusión digital, la que consiste en el establecimiento de puntos de acceso a internet de forma masiva, sobre todo en las regiones más alejadas o marginadas del país.

A pesar de las buenas intenciones de este plan, organismos como el BID, la CEPAL o la OCDE, ponen en tela de juicio la efectividad de este proyecto por diversos motivos:

- México carece de un marco normativo eficiente, debido a que este es extremadamente ambiguo y no se establecen claramente responsabilidades ni atribuciones de los organismos reguladores de este ramo como lo son el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFETEL) o la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

- Nuestro país no tiene un “Plan Nacional de Banda Ancha”, con la finalidad de optimizar y potencializar el servicio de internet; sin embargo a partir de 2012, la SCT, estableció dos estrategias digitales complementarias “Acciones para el fortalecimiento de la banda ancha y las tecnologías de la información y comunicación” y la “AgendaDigital.mx”.
- La agenda digital del estado mexicano es aun extremadamente ambigua, aunque identifica claramente los problemas, necesidades y retos para superar la brecha digital, carece de una estrategia clara y realista de las acciones a ejecutar para hacer frente a esta realidad.

Lo anterior, nos habla de que aún falta mucho por hacer en lo normativo y material para superar la brecha digital, que es una realidad innegable de nuestro país, y que es un reflejo de la desigual realidad económica, tecnológica y social.

El uso de las TIC de acuerdo con la Asociación de Internet de México (2017), se encuentra principalmente centrado a la comunicación entre individuos, así como el ocio y el esparcimiento, trámites administrativos y desempeño laboral en actividades principalmente de oficina.

La información anterior nos habla de que el potencial de este tipo de recursos tecnológicos no ha sido aprovechado en su totalidad, como una herramienta que puede ser utilizada en las faenas cotidianas y por consiguiente, no ha sido percibida con un factor de desarrollo en los diferentes procesos productivos llevados a cabo en las diferentes localidades de nuestro país.

Por otro lado esta información también comprueba la tendencia que impera en América Latina, de que las TIC no han sido aprovechadas de una forma extensiva en los procesos agrícolas de nuestro país, siendo reservadas en su mayoría a las grandes empresas multinacionales del ramo, las cuales cuentan con los recursos técnicos y económicos necesarios para acceder a este tipo de tecnologías (CEPAL, 2012).

Actualmente, existen proyectos enfocados a implementar estos recursos tecnológicos en los procesos agrícolas de nuestro país, desarrollados

principalmente por la UNAM, IPN, UAM, Universidad Autónoma de Chapingo, entre otras; cuyos alumnos han desarrollado interesantes proyectos enfocados a la construcción de dispositivos que sean aprovechados en los procesos agrícolas.

Sin embargo, aunque tienen un altísimo potencial en materia de costo beneficio, estos son esfuerzos aislados que son apoyados únicamente por las instituciones académicas, pero que carecen del reconocimiento y apoyo de las dependencias gubernamentales de nuestro país.

Esto nos habla no sólo del desaprovechamiento de recursos tecnológicos que presenta el campo mexicano, sino que además representa un síntoma extremadamente grave del abandono del agro mexicano, tomando en cuenta que de acuerdo con datos del BID y del Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO), la utilización de TIC en los procesos agrícolas apenas representan un 4%, de las utilizadas en el mercado mexicano (Gobierno de la República, 2010).

Por tal motivo, es momento de que las instituciones académicas se acerquen más al entorno agrícola, sobre todo el de los pequeños productores, debido a que es un importante nicho de oportunidad del sector, ya que este se encuentra virtualmente inexplorado; lo que además de presentar una potencial ventaja competitiva hablando en términos económicos, se convertiría en un factor de desarrollo crucial para el agro mexicano y en un recurso que podría ayudar a revertir el estado de abandono que actualmente atraviesa.

Capítulo 7: Estado del arte de la investigación actual³¹

"Beethoven era un buen compositor porque utilizaba ideas nuevas en combinación con ideas antiguas. Nadie, ni siquiera Beethoven podría inventar la música desde cero. Es igual con la informática..."

Richard Stallman (1953)

Un estado del arte, el cual es definido "como una modalidad de la investigación documental que permite el estudio del conocimiento acumulado escrito dentro de un área específica; su finalidad es dar cuenta del sentido del material documental sometido a análisis, con el fin de revisar de manera detallada y cuidadosa los documentos que tratan sobre un tema específico" (Londoño, Maldonado & Calderón, 2014).

Con base en la anterior definición, concebimos el estado del arte como un estudio que recopila las investigaciones hechas hasta el momento, con el objeto de detectar las áreas de mejora y oportunidad, así como establecer el estado actual que guardan dichas investigaciones, a fin de ratificarlas, mejorarlas y/o actualizarlas; además de permitir sentar un punto de partida para nuevas investigaciones relacionadas con el tema.

En este sentido, el siguiente capítulo pretende analizar las investigaciones que existen actualmente con relación del agave mezcalero, TIC aplicadas a la agricultura y sustentabilidad, con la finalidad de detectar la pertinencia e innovación de la presente investigación.

³¹ La información contenida en este capítulo, fue recabada, procesada y analizada con ayuda de la plataforma académica Google Scholar, base de datos que permite buscar el total de artículos, textos científicos, patentes y otros documentos de interés académico, almacenados en diferentes bases de datos de las principales universidades de los cinco continentes. Para más información se puede consultar el sitio oficial de la plataforma: <https://scholar.google.com.mx/>

7.1. Directrices del estado del arte y resultados preliminares

Este trabajo de investigación aborda el tema del agave desde un punto de vista agrícola, sustentable y tecnológico, por lo que se puede observar que existen cuatro palabras clave que se deben revisar y analizar con el objeto de determinar el estado actual de las investigaciones, y determinar el nivel de innovación que tiene este trabajo.

Dichos temas son los siguientes:

- *Agave y mezcal:* En virtud de que se trata del cultivo seleccionado para realizar la investigación, los dos tópicos son importantes para esta investigación considerando que el principal uso del agave es para la producción de destilados, por tal motivo es indisociable la relación del uno con el otro.
- *Agricultura:* Al ser el agave y el mezcal un producto y un derivado agropecuario, entonces es necesario observar cómo se encuentra la situación actual del agro, a fin de tener un panorama más preciso y completo en materia de su producción agrícola, técnicas de cultivo, control de plagas, entre los aspectos más relevantes.
- *Sustentabilidad:* Como se mencionó en capítulos anteriores, al encontrarse la existencia de algunas especies de agave en una situación comprometedora, es necesario encontrar los factores que permitan modificar los actuales procesos de explotación agrícola, en procesos sustentables, con el objeto de revertir la actual tendencia negativa imperante en este proceso.
- *Tecnologías de la información y comunicación:* Al ser uno de los ejes fundamentales de esta investigación, el analizar y medir el impacto de la tecnología móvil en este proceso agrícola, es necesario abordar la información relacionada con las TIC, desde un punto de vista de producción artesanal no invasiva, en virtud de que es uno de los objetos de estudio englobados en este campo tecnológico.

Aunque en primera instancia, puede resultar raro que se aborden estas cuatro palabras clave para esta investigación, debido a que en apariencia son temas independientes, es necesario analizar los principales textos de trabajo a nivel nacional y global; para detectar cómo se han abordado estos aspectos, de esta forma es posible realizar un estudio que permita encontrar los puntos de coincidencia para medir y contrastar el estado del arte existente de la presente investigación en comparación con los trabajos que se han publicado.

Dicho lo anterior, se procedió a buscar el total de artículos, informes, investigaciones, patentes y textos académicos con el propósito de proyectar el impacto real de esta investigación en el entorno académico y por consiguiente, en la sociedad. Los hallazgos de una búsqueda exhaustiva sobre literatura relacionada con los tópicos citados se expresan en el cuadro 11, indicando el tema de investigación, resultados globales y resultados nacionales, esto es el total de textos académicos y científicos detectados en cada tema, tanto a nivel global, como a nivel nacional.

Cuadro 11: Resultados preliminares en materia de fuentes de los cuatro ejes de la investigación (Resultados a nivel global y nacional)³²

| Tema de investigación | Resultados globales | Resultados nacionales |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Agave y mezcal | 91 900 | 14 700 |
| Agricultura | 5 940 000 | 295 000 |
| Sustentabilidad | 3 901 000 | 45 700 |
| TIC | 9 320 000 | 623 000 |

Fuente: Elaborado con información de la base de datos Google Scholar (2017).

³² La siguiente tabla tiene dos rubros que van de lo general a lo particular, el rubro “resultados globales”, engloban todas aquellas investigaciones y documentos de interés académico publicados en todo el mundo, incluyendo instituciones y autores mexicanos, además incluye todos los resultados de la base de datos sin importar el idioma o las instituciones educativas que los han publicado, por lo que es una categoría general. El rubro “resultados nacionales”, hace mención exclusivamente de las publicaciones, investigaciones e informes, realizadas y patrocinadas en su totalidad o de forma mayoritaria, por instituciones gubernamentales y educativas de México, aunque estos informes hayan sido redactados por autores extranjeros, de acuerdo con los criterios de Google Scholar.

Es importante aclarar que los resultados (números totales) expresados en el cuadro anterior, nos hablan de la información existente de cada tema, la cual puede mantener relaciones directas o en su defecto un vínculo extremadamente vago.

Por tal motivo, se desglosa y estratifican los datos, con la finalidad de encontrar el número total de investigaciones que guardan relación directa con este trabajo, acción que se realizará en páginas posteriores; sin embargo, es necesario citar cuáles son las principales investigaciones de cada materia, a fin de generar un contexto más preciso al lector, así como poder tener un parámetro de comparación, que permita de determinar la importancia de esta investigación.

7.1.1. Resultados del análisis de información del rubro agave y mezcal

Como se mencionó en capítulos anteriores el uso del agave, tiene una antigüedad aproximada de 9000 años, por lo que existe una gran cantidad de información de tipo tácito, la cual es transmitida de forma oral de generación en generación con contenidos principalmente de carácter mitológico, médico, mágico y utilitario, enfocándose este último rubro en la mención de los usos prácticos de esta planta, así como en los cuidados de la misma.

Los registros escritos más antiguos que se conservan, relacionados con el tema del agave, como es el caso de las pinturas teotihuacanas del periodo clásico (siglos I a.C. al IX d.C.) o como es el caso de los códices Trocortesiano de origen maya del periodo post clásico (siglos X d.C. al XVI d.C.), los cuales abordan en algunos de sus apartados de forma parcial, el tema principalmente desde un punto de vista mitológico y en menor grado utilitario

Aunque es posible que existieron textos especializados que trataran únicamente el tema del agave, son pocos los documentos de origen indígena que se conservan, debido a múltiples factores: su fabricación en materiales perecederos que no aguantaron el paso del tiempo, saqueo por parte de coleccionistas (principalmente extranjeros) o destrucción intencional, como la realizada en los

autos de fe, presididos por los obispos fray Juan de Zumárraga y fray Diego de Landa a lo largo del siglo XVI.

A pesar de esta destrucción, se conocen copias de códices prehispánicos que abordan el tema del agave, realizados en la primera mitad del siglo XVI, por “tlacuilos”³³ bajo la supervisión de religiosos, como es el caso del códice Xólotl, o la tira de la peregrinación, los cuales también mencionan el agave desde un punto de vista religioso y mitológico.

Los primeros tratados de corte científico occidental acerca de los usos del maguey (nombre que también recibe el agave), fueron tratados y bitácoras elaboradas por los religiosos franciscanos Fray Bernardino de Sahagún en su “Historia General de las cosas de la Nueva España” y Fray Toribio de Benavente “Motolinía” con su “Historia de los Indios de la Nueva España”, donde describen sus cualidades alimenticias, medicinales, textiles y mágicas, así como los mitos y leyendas emanados de esta.

Otros códices del periodo colonial temprano fueron elaborados con una técnica mixta entre el estilo europeo y el mesoamericano, son los códices Chimalpopoca, Magliabecchi, Borgia y Laud, los cuáles además de hablar de las propiedades mitológicas y religiosas del agave, también abordan temas naturales, utilitarios y medicinales.

En el año de 1580, el religioso jesuita Joseph de Acosta, escribe el tratado colonial más conocido acerca del agave en su “Historial moral y natural de las indias”, en el cual bautizo a esta planta “el árbol de las maravillas”, en virtud de que describió más de 100 derivados que se podían obtener a partir de cada una de las partes de la anatomía de la planta, en las diferentes regiones del continente americano.

Los anteriores estudios se ven ratificados, corregidos y aumentados a lo largo de los siglos XVII, XVIII y XIX, en trabajos realizados por Francisco Xavier Clavijero, José Ignacio Bartolache y Díaz o Alexander Von Humboldt, los cuales analizaron

³³ Tlacuilo: Palabra náhuatl utilizada para describir el oficio de los escribanos.

desde un punto de vista científico del siglo de las luces, donde se mencionaba las propiedades médicas, utilitarias, biológicas y económicas de esta planta.

Contemporáneos a los anteriores autores, es común encontrar documentos regulatorios, expedidos por el gobierno colonial hispano, principalmente enfocadas a la regulación de la producción de derivados de agave (como es el caso del pulque y el mezcal) como es el caso de permisos, ordenanzas y prohibiciones, siendo uno de los más interesantes la real ordenanza expedida al marqués del Jaral de Berrio en 1789, otorgándole el monopolio de la producción de “vinos mezcals”, en virtud de que la producción de destilados, se encontraba reservada a la metrópoli.

El primer informe gubernamental del México independiente, fue el texto “*El maguey mexicano y sus diversos productos*”, elaborado por Manuel Payno y patrocinado por el Ministerio de Fomento y Colonización y la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, en el año de 1864, bitácora que hace un amplio estudio científico, económico y geográfico del agave, describiendo los derivados, ingresos y territorios donde crecen estas plantas.

Esta investigación es paradigmática desde diferentes puntos de vista, debido a que fue la primera investigación formal patrocinada por instituciones gubernamentales y científicas, con el propósito de investigar los aspectos biológicos de esta familia vegetal, enfocándose principalmente en la explotación económica de esta planta y sus múltiples derivados.

A pesar de que se expresó su importancia económica en dicha investigación, durante buena parte del siglo XIX y principios del siglo XX, no se realizaron otros documentos relevantes, considerando que la percepción imperante, era la importancia económica que se limitaban al pulque y a la cordelería, excluyendo las demás potenciales aplicaciones de esta planta.

En 1938, se realiza una investigación patrocinada por el gobierno alemán, la cual quedó registrada en un archivo filmográfico titulado “*La producción de pulque en México*”, siendo el primer registro de tipo cinematográfico, que registra en un lapso

de 12 minutos, el proceso de producción de esta bebida, con la finalidad de estudiar sus propiedades alimenticias y terapéuticas, así como buscar potenciales derivados de esta planta, siguiendo la misma línea de investigación.

El estallido de la segunda guerra mundial y la consiguiente irrupción del cine mexicano en los mercados internacionales, hicieron que los estudios se enfocaran más hacia la producción de los Tequilas, centrándose principalmente en manuales de cuidados y cultivo de la planta, así como en registros documentales de cómo se produce esta bebida.

Contrastando con las investigaciones del Tequila, los estudios relacionados con otros derivados del agave, decayeron significativamente en el mismo periodo temporal, como resultado de diferentes factores: la aparición de productos sustitutos más económicos (como es el caso de las fibras sintéticas, combustibles y derivados de otras plantas más rentables), la disminución del consumo de algunos derivados alimenticios y el elevado costo de manutención de estas plantas, por sólo citar algunos factores.

Las investigaciones más importantes de este rubro, han sido las realizadas por Ana Guadalupe Valenzuela Zapata, la cual hizo una proyección desde la primera mitad de la década de 1990, la importancia que alcanzaría el tequila, el derivado del agave más conocido alrededor del orbe, en los mercados internacionales y su importancia económica para México en las décadas posteriores, siendo los estudios más representativos "*El agave tequilero: su cultivo e industrialización*", publicado en 1994 o "*El agave tequilero: cultivo e industria de México*", publicado en el año 2003.

Es interesante observar que la mayoría de los textos académicos relacionados con el agave de los últimos 50 años, son principalmente enfocados al estudio de la especie "*Tequiliana Weber*", mejor conocida como agave azul, la cual es la materia prima del Tequila, abundando estudios de carácter socioeconómico, ambiental, cultural, etnográfico y biológico.

Es hasta la última década del siglo XX y principios del siglo en curso, cómo resultado de la primera crisis del agave, los estudios adoptaran un enfoque más integral, aunque siempre predominando los estudios de carácter biológico, etnográfico, histórico y en menor medida económicos, siendo los ejemplos más interesantes los libros y artículos publicados por el investigador Abisaí García Mendoza, titulados “*Con sabor a maguey: Guía de la colección de agaváceas del jardín botánico del instituto de biología*” y “*Los agaves de México*”, los cuáles son uno de los mejores documentos desde el punto de vista biológico y morfológico de la planta.

Por otro lado, los textos del investigador Abisaí García, tienen el mérito de ser los primeros documentos, que describen de forma clara y sistemática, la problemática actual que atraviesa el agave, como resultado de su sobreexplotación en la fabricación de destilados, situación que ha puesto en riesgo la existencia de algunas especies de esta planta.

Las anteriores investigaciones, han servido para redactar informes y censos que describen a detalle la distribución geográfica de la planta, las especies endémicas de cada región de nuestro país, sus diferentes usos y los riesgos y retos que presenta esta especie vegetal a futuro, el informe “*Mezcales y diversidad*”, elaborado por la CONABIO en el año 2006 (Primera edición), es uno de los informes más completos al respecto, así como una de las fuentes obligadas de consulta, para comprender el ciclo de vida y otros aspectos fundamentales de los agaves.

Simultáneamente a las anteriores investigaciones, a partir de 1989, surge un interés por el mezcal, hermano del tequila, el cual comienza a ser revalorado como un símbolo de lo mexicano y del paisaje bucólico del suroeste de nuestro país, identificando principalmente al estado de Oaxaca, el cual es el primer productor de este destilado; artículos importantes son “*Oaxaca: tierra de maguey y mezcal*”, publicado por Alberto Sánchez López en 1989, desde un punto de vista antropológico o “*Compuestos volátiles del mezcal*”, publicado en 2007, el cual señala el potencial de este destilado como agente químico para la industria.

Desde el punto de vista histórico, los descubrimientos realizados en Tlaxcala y Colima, han aportado nuevas teorías con respecto a los procesos de destilación de los mezcales, siendo los principales autores los investigadores del INAH, Daniel Zizumbo Villareal con su artículo “*Distillation in Western Mesoamerica before European Contact*” del año 2009, que describe a detalle los mecanismos y procesos de destilación precortesianos en el occidente de Mesoamérica (principalmente en el estado de Colima)

También, dentro del mismo ramo arqueológico y reforzando la hipótesis de que la destilación era conocida por las sociedades mesoamericanas, destacan los trabajos de Mari Carmen Serra Puche y Jesús Carlos Lazcano Arce, contenidos en el libro “*El mezcal, una bebida prehispánica: Estudios etnoarqueológicos*”, bitácora que recoge los hallazgos en materia de destilación, realizados en el estado de Tlaxcala, en las zonas de Cacaxtla y Xochitécatl.

Los estudios relacionados con la producción de derivados de agave, son relativamente recientes, concentrándose la gran mayoría en el lapso temporal comprendido de los últimos 17 años, es decir, a partir del año 2000, cuando se comenzó a tener una conciencia clara de la crisis que empezaba a atravesar esta planta.

Particularmente memorable es el trabajo “*En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*”, publicado por Patricia Colunga García Marín y Daniel Zizumbo Villareal, que hace una reseña histórica de los usos conocidos del agave y como estos, pueden ser retomados en la época contemporánea como una alternativa para solucionar nuestras necesidades con los derivados de esta planta.

7.1.2. Resultados del análisis de información del rubro sustentabilidad

El primer trabajo como tal que maneja el término sustentabilidad, fue publicado en el año 1972, el cual era un informe dirigido al club de Roma, titulado “*Los límites del crecimiento*”, que describe la situación comprometida en la que se encuentra nuestro planeta como resultado de la sobreexplotación de sus recursos naturales.

Dicho término, toma forma a partir de 1987, con el informe *“Nuestro futuro en común”*, redactado por la entonces primera ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland, en donde se ratifica lo señalado 15 años antes en el informe “Los límites del crecimiento”, y definiendo de forma más clara las problemáticas y conceptos.

Ambos trabajos son un parte aguas en materia de sustentabilidad, ya que sientan las bases de lo que en un futuro sería el desarrollo sostenible, la sustentabilidad y otros temas que se desprenden de los anteriores conceptos, a tal grado que aún hoy en día son material de consulta indispensable para el desarrollo de directrices, normatividades, estrategias y trabajos relacionados con la sustentabilidad.

Cabe señalar, que aunque se trata de los trabajos más conocidos de este tema, existen otros trabajos aislados y que son anteriores a 1972, que tienen algunos rasgos de desarrollo sustentable, sin llegar a abordar el tema con lujo de detalles ni de fondo como los descritos, por lo que se puede decir que estos fueron los pioneros y precursores de la sustentabilidad moderna.

Dentro de este apartado, una mención especial merece el decreto de 1876, en donde establece que el Desierto de los Leones y zonas adyacentes a la cordillera del Ajusco, son Zonas de Reserva Forestal, indicando normas y restricciones, enfocadas a una explotación racional y controlada de los recursos localizados en esta área verde del Valle de México.

Desde 1987, a la fecha se han producido un sinnúmero de artículos y publicaciones relacionadas con la sustentabilidad y desarrollo sostenible alrededor del mundo, en todos los idiomas conocidos, donde tomaremos los aspectos relevantes de la cumbre de Río de Janeiro de 1992.

En este documento titulado *“Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo”*, se establecen los principios y regulaciones para definir lo que es sustentabilidad y desarrollo sostenible, así como los medios y objetivos a alcanzar en el nuevo milenio.

La particular importancia, es plantear una serie de recomendaciones y acciones a realizar en las tareas agropecuarias, con la finalidad de revertir la tendencia negativa, caracterizada por la degradación de suelos, tierras, aguas y aire, como resultado de una explotación poco eficiente y desmedida.

Dentro de este contexto, la FAO ha publicado una gran cantidad de informes, que describen de forma dramática la evolución de esta tendencia desde 1992 a la fecha, siendo algunos de los más importantes para este trabajo el titulado “Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles: Principios y enfoques”; el cual hace hincapié en que la actual tendencia negativa de degradación del medio ambiente se encuentra lejos de estar controlada, por lo cual recomienda una serie de medidas y directrices enfocadas a convertir los procesos agrícolas de las comunidades en procesos sustentables.

Por otro lado organizaciones no gubernamentales como Greenpeace, WWF y Oxfam en sus diferentes capítulos internacionales, han advertido que en caso de continuar la actual tendencia de consumo acelerado y gradual, el colapso del ecosistema y la sociedad, no se encuentra muy lejos; un ejemplo de estos artículos, es el publicado en 2011 por la WWF y titulado “*WWF recuerda que la humanidad necesitaría casi tres Planetas para satisfacer sus demandas en 2050*”, que describe con lujo de detalle la alarmante realidad.

Bajo esta premisa, es común encontrar artículos enfocados al estudio de la sustentabilidad en los procesos agrícolas, con la finalidad de transformar dichos procesos de una actividad extractiva, a una actividad que sea sustentable, garantizando el equilibrio entre medio ambiente, sociedad y economía.

“*Análisis económico de la sustentabilidad agrícola*” publicado en 1994 por el chileno Faeth o “*Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola*” publicado por el ministerio de agricultura y ganadería del Paraguay en el año 2000, son ejemplos importantes de trabajos académicos, cuyo objetivo es la conversión de los procesos agrícolas tradicionales a procesos agrícolas sustentables en beneficio de las comunidades.

En México, se ha desarrollado estudios interesantes en materia de sustentabilidad y desarrollo sostenible, principalmente en materia agrícola; el artículo de Javier Trujillo, titulado *“Desarrollo de una agricultura sustentable en México: El paradigma agroecológico”*, se puede destacar por ser uno de los primeros artículos que se publicaron en materia de sustentabilidad (1990).

El anterior artículo, dio pie a la aparición de otros estudios en materia de sustentabilidad agrícola, como es el libro *“Sustentabilidad y sistemas campesinos: cinco experiencias de evaluación en el México rural”* publicado por Omar Maserá y Santiago López Ridauro en el año 2000, siendo un documento que aporta información importante, acerca de los primeros estudios de la sustentabilidad en México y la vinculación con las comunidades rurales de nuestro país.

Cabe señalar que la mayoría de los documentos y publicaciones enfocados hacia la sustentabilidad, son redactados por instituciones de educación superior e investigación en su mayoría, y se enfocan principalmente, en buscar un manejo responsable de los recursos naturales, mejorar el rendimiento de la tierra con técnicas sustentables, desarrollar nuevos productos sustitutos a partir de los desechos agrícolas, estudiar las estructuras de organización de las comunidades rurales (principalmente las indígenas), detectar los puntos de coincidencia que tienen las prácticas tradicionales, con las modernas teorías de la sustentabilidad y medir el impacto socio-económico de estas prácticas en las zonas rurales de nuestro país.

Dentro de este tenor, se han hecho numerosos estudios relacionados con el manejo sustentable de los cultivos tradicionales de nuestro país, a partir del año 2000, siendo el agave uno de los estudios más recurrentes, debido a su gran cantidad de derivados, que le da un gran potencial económico a esta planta, sin contar su importancia ambiental.

Los trabajos de Abisaí García, mencionados en el apartado anterior, también se pueden englobar dentro de esta clasificación, ya que además de abordar el agave desde un punto de vista biológico, también describe con detalle sus problemáticas

desde un punto de vista ambiental y social, lo que da pie a desarrollar posibles soluciones a las amenazas que tiene esta planta en la actualidad.

Existen otros trabajos que poseen similitudes con los estudios de Abisaí García Mendoza, que se encuentran enfocados a describir las diferentes problemáticas de los agaves, que se presentan en las diferentes regiones geográficas de nuestro país y basados en lo anterior, plantean posibles soluciones que son resultado de una amalgama entre las directrices propuestas por la FAO y la ONU y el conocimiento tácito tradicional que conservan las comunidades indígenas desde tiempos inmemoriales.

Cabe señalar que existe una gran variedad de publicaciones sobre sustentabilidad, los cuales abordan este tema desde alguno de los tres ejes que son la economía, el medio ambiente y la sociedad, siendo el económico el que se aborda con mayor frecuencia, seguido del eje ambiental y en último lugar el social, centrándose principalmente en los procesos productivos y organizacionales, de los diferentes derivados de agave que se producen a lo largo y ancho de la república.

7.1.3. Resultados del análisis de información del rubro procesos agrícolas y agricultura

Las investigaciones más abundantes en materia agrícola, son informes gubernamentales y de organismos internacionales, destinados a conocer la situación de la producción agrícola de cada país, donde indican qué especies vegetales son las que más se han producido en los procesos agrícolas, cuáles son las más lucrativas, qué productos agrícolas son los que más se exportan y que países son los que reciben dichas exportaciones, cuáles son los países y regiones que tienen mayor producción agrícola y cuáles presentan déficits significativos, así como los retos y oportunidades que presenta la agricultura en un mediano y largo plazo.

Dentro de este rubro de investigaciones las más notables son los informes realizados tanto por la FAO como por la OCDE, las cuales indican con lujo de detalle el estado actual de la difusión de las TIC, entre los productores agrícolas

de los diferentes países que conforman dichos organismos; centrándonos en la realidad mexicana, el informe *“Análisis del extensionismo agrícola en México”*, publicado en 2011, por la OCDE, es una de las referencias obligadas en materia de comprensión del estado actual de la agricultura en México.

Otros informes oficiales de importancia es el *“Atlas agroalimentario de México 2016”*, publicado por el SIAP, dependiente de la SAGARPA, documento que explica cómo es la producción agrícola en las diferentes regiones de nuestro país, cuáles son los principales productos agrícolas que se cultivan en México, así como indicar cuáles de estos son los que se exportan y cuál es su destino en los mercados globales.

Las publicaciones que le siguen en importancia a los informes oficiales, son los artículos publicados con relación a la agricultura en México, que se centran en las necesidades actuales del campo, en los procesos de modernización y en los cultivos más rentables para la economía mexicana, donde uno de los que tiene más impacto es el maíz, también abundan los manuales de cuidados de cultivos y control de plagas, los cuales en su mayoría son publicados por los tres diferentes niveles de gobierno de nuestro país.

Dentro de estas categorías los artículos más recurrentes, son los relacionados con la mejora de la calidad genética de las semillas y técnicas enfocadas en el perfeccionamiento de las técnicas agrícolas con la finalidad de incrementar la producción agrícola y revertir la paulatina degradación de la tierra, por medio de la implementación de cultivos rotativos y técnicas enfocadas a transformar la agricultura tradicional, en agricultura orgánica.

Los artículos de modernización, hablan principalmente de la implementación de nuevas técnicas agrícolas en los diferentes cultivos de nuestro país, así como en cómo incrementar la tecnificación del campo (principalmente por medio de la implementación de sistemas de irrigación, medir el impacto que resulta del uso de nuevos agroquímicos para mejorar el rendimiento agrícola, y la mecanización de algunos procesos de cultivo.

Cabe señalar que por lo menos una sexta parte de los artículos de agricultura, se encuentran enfocados a la transformación de los procesos agrícolas tradicionales, caracterizados por ser actividades intensivas y de extracción de recursos, en un proceso sustentable y orgánico, que aunque su número es pequeño comparado con los otros temas, su tendencia de crecimiento de publicaciones de este tipo, esta al alza, considerando el interés que ha despertado el tema en la última década.

7.1.4. Resultados del análisis de información del rubro TIC

De los tres criterios analizados, el que tiene que ver con las TIC, es el que presenta el mayor volumen de artículos y publicaciones realizadas en los últimos 30 años, considerando que las TIC, han transformado el modo de vida de la sociedad en los recientes años, ya que gracias a su existencia es posible procesar grandes volúmenes de información, comunicar a las personas sin importar las distancias y por consiguiente, mejorar el proceso de toma de decisiones.

La mayoría de los artículos clasificados en este ramo, describen los adelantos y mejoras en la tecnología que existe hoy en día, describiendo con lujo de detalle cómo y en qué áreas se puede mejorar el uso de estas tecnologías en la vida cotidiana, principalmente desde un punto de vista macroeconómico, lo cual no es raro, considerando que el principal cliente de las TIC, son las empresas transnacionales y los organismos públicos nacionales e internacionales.

En los últimos 10 años, uno de los temas que se presenta con más insistencia en el rubro de las TIC, es la aplicación en el entorno de la enseñanza escolarizada e informal, midiendo principalmente su impacto en las comunidades académicas y su aceptación por parte de los círculos docentes de los diferentes niveles a nivel global.

Esta tendencia, se ha remarcado con la llegada del internet y las grandes bases de datos, que han revolucionado la educación como se concebía hace 50 años, a tal grado que una buena parte de los artículos relacionados de las TIC y la

educación, comienzan a estudiar y analizar, si la sociedad del siglo XXI es una sociedad del conocimiento, caracterizada por difundir el conocimiento más allá de las fronteras, sin importar las barreras geográficas o sociales, tema que ha generado numerosos debates y textos de argumentación y contra argumentación que se cuentan por miles.

Otro tema que presenta crecimiento dentro del mismo rubro, es el del desarrollo de nuevos recursos tecnológicos por medio del uso de hardware y software libres, como una alternativa viable a la compra de sistemas tecnológicos licenciados, los cuales muchas veces se encuentran fuera del alcance de la mayoría de las personas y organizaciones pequeñas.

Ante el incremento significativo en el uso de las TIC, también existen informes cuyo enfoque es la medición del impacto de su uso en comunidades que en primera instancia, parecerían ajenas al uso de estas tecnologías, como es el caso de las comunidades rurales e indígenas; centrándose estas investigaciones principalmente en los pobladores de los países iberoamericanos, debido a que este fenómeno se encuentra más acentuado en esta región geográfica del mundo, lo cual se explica como consecuencia de la cercanía que tienen estos países con algunas naciones consideradas como súper potencias mundiales, como es el caso de los Estados Unidos o Canadá.

La llegada de nuevos dispositivos cómo es el caso de los teléfonos inteligentes y las “*tablets*”, han representado un hito en el avance tecnológico de la humanidad, siendo un ejemplo significativo de la miniaturización de los equipos de cómputo, lo que ha cautivado a numerosos investigadores en la última década, ya que además de la reducción de tamaño de estos dispositivos, la reducción de costos ha resultado significativa, de tal forma que se encuentran al alcance de una buena parte de la sociedad.

Por tal motivo, una buena parte de las investigaciones relacionadas con el uso de la tecnología móvil, se enfoca en cómo se utiliza y si su uso influye de forma

directa en las tareas cotidianas de la sociedad, así como el impacto que tiene en la micro y macro economía.

Aunque este tema presenta un crecimiento pequeño comparado con otros temas, debido a lo especializado y complejo del tema, es innegable que es significativo, considerando que el tema del hardware libre es relativamente nuevo (presenta una antigüedad aproximada de 20 años) comparado con otras áreas del conocimiento que abordan las TIC y que tienen mayor tiempo (como es el caso de las bases de datos, el desarrollo de software o el súper cómputo).

De particular importancia resultan los artículos y textos que hablan acerca de la construcción de hardware y software a la medida, el cuál será implementado en entornos agrícolas, permitiendo sentar un precedente significativo y una idea de cuáles plataformas son las más óptimas para el desarrollo de esta investigación.

Algunos ejemplos de lo anterior, son los textos que hablan del uso de hardware libre, principalmente la plataforma *“Arduino UNO”*, para el desarrollo de sistemas enfocados al control de invernaderos, por medio de dispositivos construidos con esta plataforma.

Los textos más representativos para esta investigación son la tesis de licenciatura *“Invernadero inteligente”* de Eduardo Barrera, Rafael Víctor Herrera y Alejandro Raúl Meraz, publicada por el IPN en 2014, la tesis de licenciatura titulada *“Un modelo de referencia para el diseño de soluciones basado en el paradigma de internet de las cosas”* de Ayrton Daniel Ruíz Reyes, publicada por la UNAM en 2016 o el artículo *“Monitoreo y control climático de un invernadero a escala”* de José Eduardo Rosales y Efrén Fitz de la Universidad de Chapingo en 2017, entre otras; lo anterior nos habla del impacto de este tema en la producción agrícola de inicios del siglo XXI.

Los resultados citados, únicamente engloban publicaciones indexadas y arbitradas, ya que en la red la cantidad de artículos, textos, repositorios de información, registros digitales y filmográficos es extremadamente grande.

7.2. Análisis de datos y resultados preliminares

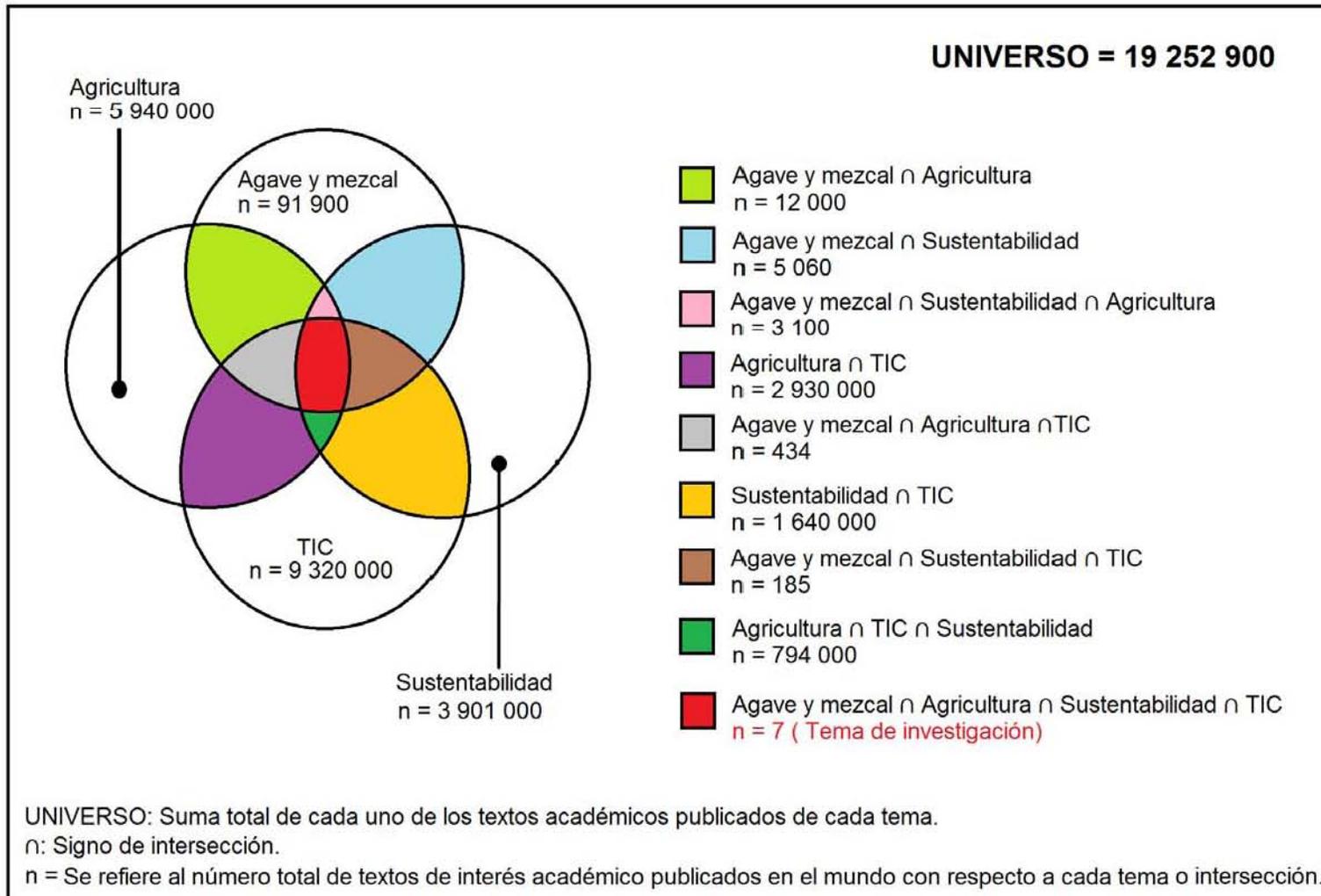
El análisis preliminar de información por medio de la plataforma Google Scholar, arrojó un universo total de 19 252 900³⁴ artículos relacionados con las cuatro palabras clave que tiene esta investigación, de los cuales 978 400, son publicados o patrocinados en mayor o menor medida, por universidades e instituciones mexicanas; aunque a primera vista este número resulta exageradamente grande, es importante recalcar, el hecho de que no todos los artículos plasmados por la plataforma, son de interés para esta investigación por diferentes motivos: artículos relacionados con procesos agrícolas no sustentables, otros usos de las TIC que no tienen relación con el ramo agrícola.

Considerando lo anterior, aunque se tiene un conocimiento preliminar de cuantos artículos y textos de interés académico existen a nivel global, es necesario depurar aún más los datos, centrándose en aquellos que tienen una relación directa con este trabajo de investigación, por ello es necesario ver cómo son las interrelaciones de cada tema entre sí, de tal forma que aquellos artículos que presenten una conexión de los cuatro temas de interés de esta investigación, serán aquellos que tengan una relación directa con el área de estudio de esta tesis.

En la figura 36, se muestra una gráfica de Venn, donde se hace el desglose de textos de interés académico de los cuatro temas fundamentales, mostrando en las intersecciones los textos que abordan dos o tres de estos temas; donde se puede observar que las intersecciones más alejadas del centro, son aquellas que tienen un mayor número de resultados, lo que nos habla de que aunque abordan dos temas, estos aún no cubren los cuatro tópicos planteados, entonces es necesario hacer una depuración de resultados aún mayor.

³⁴ Resultados actualizados hasta el mes de Noviembre de 2017, la plataforma Google Scholar actualiza sus resultados de forma constante, por lo que lo expresado en esta tesis puede variar de forma significativa en un futuro.

Figura 36: Estado del arte de la investigación, representada por medio de un diagrama de Venn



Fuente: Elaborado con información de la base de datos Google Scholar (2017).

Conforme nos vamos acercando al centro, el número de texto de interés académico con tres temas que convergen se va haciendo más pequeño, finalmente la intersección de mayor importancia y la de menor número de textos publicados es aquella que aborda las cuatro palabras clave, ya sea como investigación de impacto o propuesta, entonces estas publicaciones son las que sirven como un indicador de los textos, que pueden considerarse como un antecedente directo de la presente investigación.

De una búsqueda que arrojó un universo de más de 19 millones de resultados, resulta trascendental el hecho de que únicamente 7 textos publicados, pueden ser consideradas como un antecedente directo de esta investigación, dichas trabajos se enlistan en el cuadro 12, indicando el título, autor, año de publicación, tipo de publicación (en caso de ser artículo dónde se publicó), y una breve reseña de su contenido.

Cuadro 12: Resultados del estado del arte que representan un antecedente directo para esta investigación

| Título | Autor / Año de publicación / Tipo de Publicación | Contenido |
|--|--|---|
| Medición y control de las variables del proceso de producción de mezcal artesanal de un modelo de negocio con dispositivos móviles | Francisco Zarco Magallón y Graciela Bribiesca Correa / 2016 / Artículo y ponencia de investigación para congreso | Este artículo es el precedente más directo que existe de este trabajo de investigación, considerando que fue el trabajo que dio pie a esta tesis por parte del autor. La temática que maneja es una propuesta de implementación de un sistema de monitoreo de variables de sustentabilidad en la etapa de corte de agave mezcalero, con la finalidad de mejorar el proceso de toma de decisiones por parte de los productores y por consiguiente mejorar el proceso de toma de decisiones por parte de los productores. |
| Arduino: Mejorando la producción de mezcal | Francisco Zarco Magallón y Graciela Bribiesca Correa / 2017 / Ponencia de investigación y registro filmográfico | Esta también fue otra ponencia que fungió como antecedente directo, por parte del autor de esta tesis, la diferencia fue que se dio mayor énfasis en los aspectos técnicos y económicos. |

Fuente: Elaborado con información de la base de datos Google Scholar (2017).

Cuadro 12: Resultados del estado del arte que representan un antecedente directo para esta investigación (Continuación)

| Título | Autor / Año de publicación / Tipo de Publicación | Contenido |
|---|--|---|
| Tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en el desempeño de las empresas de mezcal y tequila en México | Arcelia López Toledo, Patricia Soledad Sánchez Medina y Ana María Ríos Santos / 2011 / Artículo de investigación | Este artículo es el antecedente más antiguo encontrado por la plataforma Google Scholar, su contenido habla sobre el impacto de las diferentes TIC en el ramo de la industria de los destilados de agave, y cuáles de estas tecnologías han sido implementadas por los productores. También se analiza si existe un impacto real en este proceso productivo y como se representa. |
| Extensionismo agrícola en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en Chiapas y Oaxaca | Pablo Alejandro González Tena, Roberto Rendón Medel, Dora María Sangerman-Jarquín, Juan Guillermo Cruz Castillo y Julio Díaz José / 2015 / Artículo de Investigación | Estudio que analiza que tan difundido se encuentra el uso de TIC en los estados de Chiapas y Oaxaca entre los productores agrícolas; cómo utilizan dicha tecnología y cuáles son las áreas de mejora y oportunidad en materia de desarrollo e innovación tecnológica. Hace mención del agave, debido a que es un cultivo propio del estado de Oaxaca. |
| El enfoque gestión de innovación: avances de las TIC en la agricultura de América Latina | José Nagel / 2013 / Informe de la CEPAL | Informe que trata acerca del impacto y los avances en materia de TIC, en el campo de la agricultura a nivel Latinoamérica, hace una mención especial del cultivo de agave en la zona occidental de México y la paulatina introducción de estos avances a la industria de los destilados. |
| Medición de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal de agave mezcalero: una propuesta de modelo de negocio con enfoque sistémico y de procesos con redes neuronales artificiales | Ignacio Alejandro Olivares Chapa y Graciela Bribiesca Correa / 2015 / Artículo de investigación para congreso | Artículo de investigación y ponencia, que habla acerca de cómo las redes neuronales artificiales pueden ayudar a identificar variables de peso, con la finalidad de desarrollar planes de negocio que transformen la producción del agave de una actividad extractiva y degradante del ambiente, a una actividad sustentable. |

Fuente: Elaborado con información de la base de datos Google Scholar (2017).

Cuadro 12: Resultados del estado del arte que representan un antecedente directo para esta investigación (Continuación)

| Título | Autor / Año de publicación / Tipo de Publicación | Contenido |
|---|--|--|
| Medición de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal de agave mezcalero: una propuesta de modelo de negocio con enfoque sistémico y de procesos con redes neuronales artificiales: el caso de Santiago Matatlán, Oaxaca | Ignacio Alejandro Olivares Chapa / 2016 / Tesis doctoral | El anterior artículo y ponencia, fue la base para el desarrollo de una tesis doctoral, que complementa el enfoque antes planteado. |

Fuente: Elaborado con información de la base de datos Google Scholar (2017).

Con base en el análisis del cuadro 12, se puede concluir que la investigación desarrollada en este trabajo, es una innovación en su ramo y también es una de las pioneras, lo anterior se respalda, tomando en cuenta el bajo número de textos de interés académico que abordan de forma integral los cuatro temas, dentro de un universo exageradamente grande de artículos de cualquiera de dichas áreas de estudio.

Esto nos describe de forma clara y oportuna, que existe una importantísima área de oportunidad en el desarrollo sustentable de empresas en zonas rurales, que históricamente han sido consideradas como un sector marginal y de bajo impacto a las arcas de nuestra nación, por lo que es de extrema importancia revalorizar y estudiar el prodigio de la sustentabilidad desde un punto de vista crítico y científico utilizando, de manera integral los cuatro temas expuestos.



Fuente: Colección del autor

TERCERA PARTE: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Capítulo 8: Propuesta de investigación; diseño de un prototipo para la medición y control de variables por medio de dispositivos móviles

“El conocimiento si no se sabe aplicar es peor que la ignorancia...”

Charles Bukowski (1920-1994)

Una vez expuesto el contexto de este trabajo, es el momento de pasar a la propuesta de investigación enfocada a resolver los problemas y cuestionamientos planteados al inicio del presente estudio.

El siguiente objetivo consiste en determinar cuáles son las necesidades de los productores, así como su conocimiento, dominio y uso actual de las TIC en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero y el impacto que tienen en esta actividad productiva.

Con la información anterior, se determinó cuál era la solución más factible para poder resolver y cubrir los problemas, necesidades y especificaciones detectadas en el análisis de la anterior información.

Expuestos los anteriores objetivos, se procedió a determinar la factibilidad del proyecto, así como a definir los requerimientos y especificaciones económicas, sociales, ambientales y técnicas necesarias para la construcción de este prototipo, qué plataforma es la más óptima y cuáles componentes serán los más óptimos para su construcción y funcionamiento.

8.1. Análisis y diagnóstico de acceso y uso de TIC utilizados en el proceso de siembra y corte de agave mezcalero en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca

Históricamente, el estado de Oaxaca ha sido una de las regiones con mayores rezagos de carácter social, económico, educativo y por consiguiente tecnológico, lo que nos da una idea de los retos a cubrir en materia de la utilización de las TIC, no sólo en el contexto agrícola, sino también en el social.

8.1.1. Metodología aplicada para el análisis y diagnóstico

La metodología seleccionada para este proceso fue el muestreo a conveniencia, considerando, que aunque la muestra no es una fracción proporcional al total de productores de agave mezcalero de la región, si se seleccionó un grupo de productores representativo, basados en los criterios de antigüedad, tradición y experiencia en la producción de agave mezcalero con métodos tradicionales.

Lo anterior se sustenta, ya que de acuerdo con los pobladores del municipio de Santiago Matatlán, dichos productores son conocidos por que sus familias han producido mezcal desde hace más de 50 años y han conservado las técnicas tradicionales de producción en la mayoría de sus etapas.

8.1.2. Análisis y diagnóstico

8.1.2.1. Análisis del uso de las TIC en Santiago Matatlán, Oaxaca

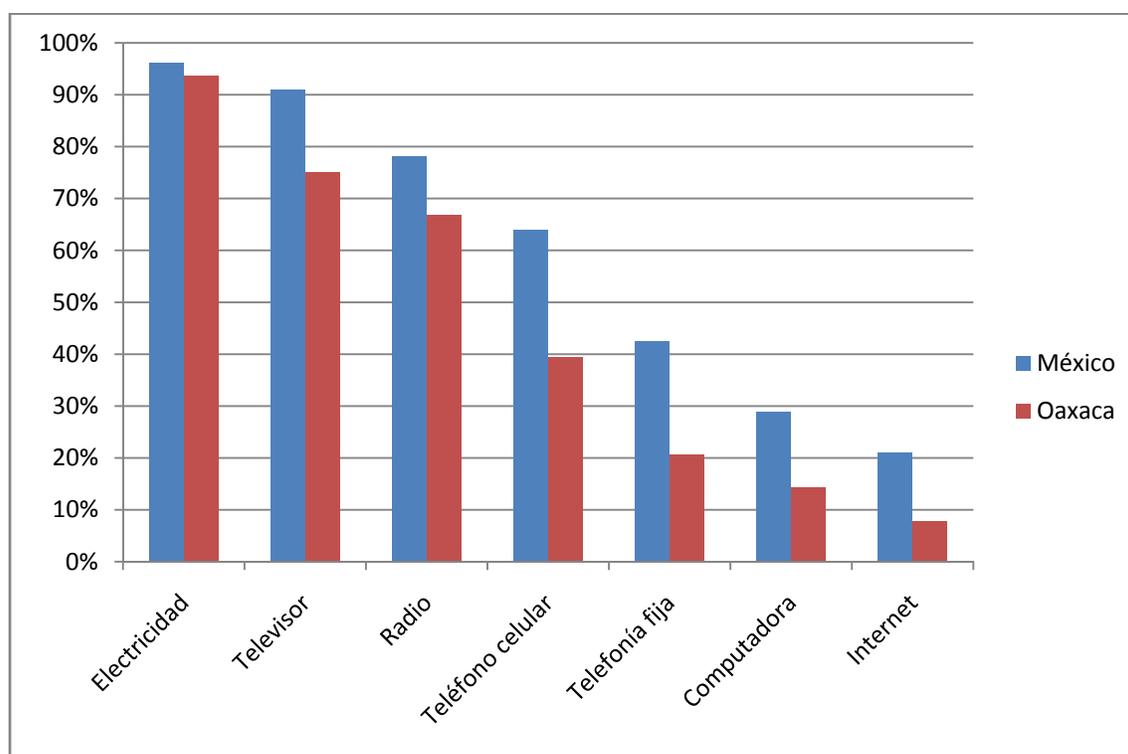
La paulatina penetración de las TIC en el estado de Oaxaca, ha sido una labor de frutos limitados y con muchos pendientes por cumplir, debido a que buena parte de las comunidades de esta región sureña de México aún no cuenta con acceso a las TIC, lo cual es un reflejo de que aún existe una situación de precariedad imperante en este estado.

En la figura 37, se muestra una gráfica de cómo es la tendencia de penetración de las TIC en Oaxaca, en comparación con el promedio nacional, cuyos resultados

muestran que las tasas se encuentran por debajo de los estándares nacionales recomendado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

El patrón de penetración de las TIC, presentado a nivel estatal, es similar a nivel municipal en Santiago Matatlán (Figura 38), donde la radio y la televisión tienen la mayor presencia en el municipio, en cambio el internet es el recurso que cuenta con menor presencia, como resultado de falta de una infraestructura adecuada, así como un precio elevado en comparación con el servicio prestado por los concesionarios del servicio de telecomunicaciones (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2010).

Figura 37: Penetración de las TIC en los hogares oaxaqueños en comparación con la media nacional



Fuente: Elaborada con datos de Coria, Pérez-Meza, Mendoza-Cortés y Martínez-Peláez (2011).

Por otro lado, se observa que la telefonía celular, es uno de los recursos que está teniendo mayores tasas de penetración entre la población del municipio (39.3%) y las líneas telefónicas fijas van en retroceso, considerando que a pesar de que la

recepción del servicio móvil presenta aún deficiencias, es más económico que el de línea fija, además de brindar una nueva gama de servicios y medios de comunicación (cómo es el caso de las aplicaciones de mensajes, el servicio SMS o las redes sociales), hace que este tenga mayor popularidad en comparación a la telefonía fija, la cual también presenta fallas significativas en la región, como resultado de la falta de mantenimiento y actualización de la infraestructura (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2010).

De acuerdo con los informes del Gobierno del Estado de Oaxaca (2010), el municipio de Santiago Matatlán, cuenta con los servicios básicos en materia de telecomunicaciones, propios de una ciudad pequeña, contando los pobladores con acceso a las TIC, como es el caso de radio, televisión, telefonía fija y celular, así como acceso a internet.

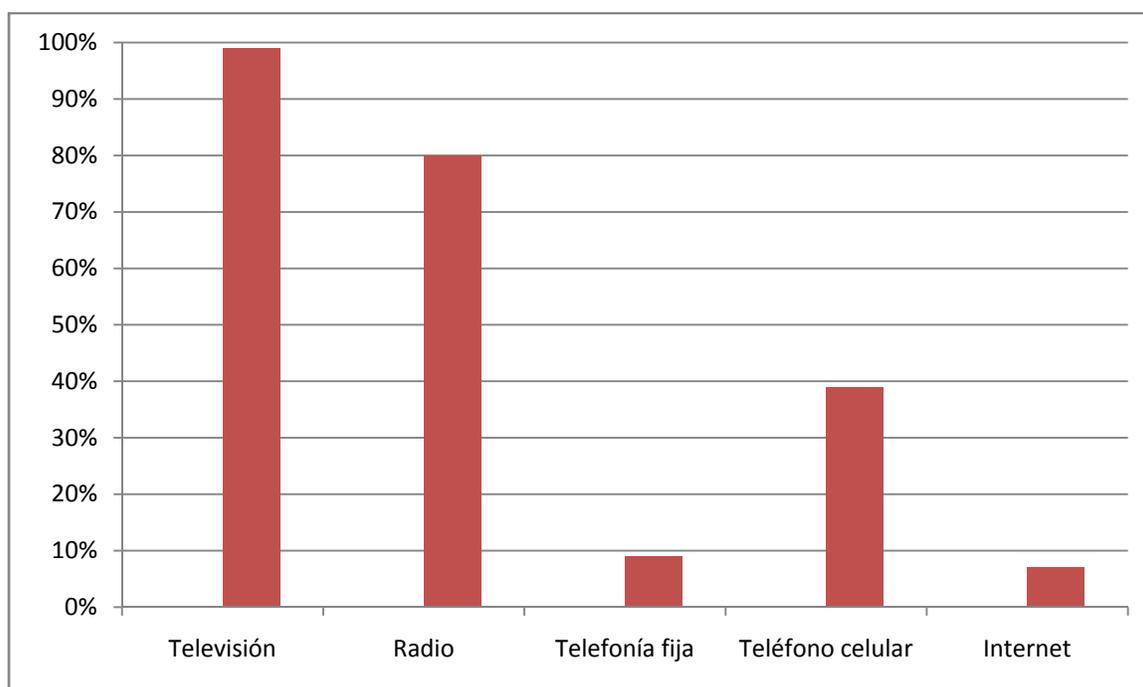
La radio y televisión, son los recursos de tecnologías de la información, que más penetración tienen en el municipio, con un porcentaje de 99% y 80% respectivamente entre las familias que habitan esta región; en tanto la telefonía fija apenas cuenta con una penetración de cerca del 9% de la población del municipio, concentrándose principalmente este servicio en la cabecera municipal y en las destilerías de mezcal (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2010).

Esto nos habla de que las TIC que mayor penetración tienen son aquellas de tipo receptor, que sirven únicamente para recibir información, sin embargo cuentan con una funcionalidad limitada, lo cual no aporta ningún valor agregado a las actividades económicas principales de este municipio, como es el caso de la agricultura y la producción artesanal del mezcal, debido a que para acceder a estos medios es necesario tener espacios en las estaciones emisoras de radio y televisión, lo cual se logra por medio del apoyo gubernamental o la publicidad, por eso quedan descartadas, debido a que la primera opción es muy limitada y la segunda muy costosa para las pequeñas y medianas empresas.

Por otro lado, el uso de celulares e internet, es principalmente utilizado como un medio de comunicación y esparcimiento, encontrándose este recurso subutilizado

por parte de la mayoría de la población, a pesar de que de acuerdo con la CEPAL y el BID, puede aprovecharse como un factor clave de desarrollo de las actividades económicas de la región (CEPAL, 2012) (Gobierno de la República, 2010) (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010).

Figura 38: Penetración de las TIC en los hogares de Santiago Matatlán, Oaxaca



Fuente: Elaborada con datos de Coria, Pérez-Meza, Mendoza-Cortés y Martínez-Peláez (2011), Gobierno del estado de Oaxaca (2010) y con datos de la encuesta localizada en los anexos de esta tesis.

En el caso del internet, la tendencia sigue casi el mismo patrón de penetración imperante en el resto del país, siendo la población juvenil que oscila entre los 12 y los 40 años, sus principales usuarios; con la particularidad de que esta tendencia principalmente se reafirma en los estudiantes, los cuales son los que mayor acceso a la red tienen, considerando que las escuelas de educación primaria y secundaria, cuentan con conectividad, por medio de aulas digitales (Gobierno del estado de Oaxaca, 2010)³⁵.

³⁵ Este trabajo aborda únicamente lo establecido por los informes oficiales, por lo que no ahonda a profundidad en el estado actual de estas instalaciones, así como en el caso de su infraestructura.

A fin de corroborar la anterior información, fue necesario realizar un estudio de campo y la aplicación de una encuesta (Ver anexo 1) a los productores, con la finalidad de determinar qué recursos tecnológicos utilizan, cómo son usados, cuál es el dominio en el uso de estos recursos y cuál es la efectividad y el impacto que tienen en la etapa de siembra y corte del agave mezcalero.

Los resultados arrojados por la encuesta, son interesantes desde el punto de vista académico, ya que los productores de mezcal son personas que hacen uso cotidiano de las TIC, aunque de forma inconsciente, como una herramienta clave de su actividad económica.

Dentro de los hallazgos de esta investigación, casi un 100% de las destilerías y productores tienen acceso a los teléfonos fijos, un 71% utiliza servicios de telefonía celular y poco más del 64% tienen acceso a internet, haciendo uso de sus diferentes recursos de forma cotidiana, como es el caso de las redes sociales, el correo electrónico, la telefonía IP (principalmente por la plataforma Skype) y páginas de internet enfocadas a la publicidad y venta de sus productos.

Los hallazgos antes citados, podrían dar la impresión al lector de que este sector se encuentra plenamente inmerso en el mundo tecnológico del nuevo milenio que supone el uso de TIC, el cual cabe señalar se encuentra por encima de la media municipal y estatal, sin embargo este panorama presenta claroscuros que no deben perderse de vista.

El uso de la mayoría de los recursos descritos, se encuentra principalmente enfocado a la etapa de venta y distribución del mezcal, y en el resto de las etapas, su uso se encuentra casi restringido a un canal de comunicación entre los diferentes actores que participan en este proceso como es el caso de los proveedores de materia prima, transportistas, viveristas, entre otros.

Por otro lado, en la etapa de siembra y corte, el uso de las TIC es casi inexistente, siendo el más habitual los registros de edades de los agaves, los cuales son almacenados en el mejor de los casos en hojas de cálculo; por otro lado la utilización de los recursos de telefonía celular y móvil, junto con sus diferentes

recursos que brindan, se limitan a un medio de comunicación entre los maestros mezcaleros, con la finalidad de proveerles de materia prima para la fabricación de mezcal.

De acuerdo con el Consejo Regulador del Mezcal, el uso de TIC, se encuentra enfocado a la geolocalización³⁶ de cultivos por medio de plataformas como “Google Maps” y al almacenamiento de información en bases de datos, para que esta sea aprovechada por los productores que así lo deseen.

Cabe señalar que a pesar de que los datos antes citados, son principalmente del sector artesanal, esta realidad también es común en el sector semi-industrial e industrial, debido a que siguen explotando el agave de una forma muy rudimentaria y los recursos TIC, se encuentran en un claro estado de subutilización.

La utilización de las TIC, en los procesos agrícolas inherentes al agave, actualmente está relegada por diversos motivos, principalmente por el elevado costo de las alternativas tecnológicas que actualmente existen en el mercado, así como el complicado manejo que implica la utilización de muchas de estas herramientas y plataformas.

Aunque en el estado del arte, se mencionan algunas alternativas experimentales que podrían aprovecharse, estas son aún desconocidas para buena parte de los pobladores, ya que no han explorado los repositorios y bases de datos académicas, debido a que muchas veces no saben que existen.

En el caso de los agricultores que tienen un conocimiento más profundo de este tipo de plataformas tecnológicas, el uso del internet y otros recursos, se amplía a la consulta de las bases de datos de los precios de las materias primas agrícolas en el mercado nacional, con la finalidad de establecer precios competitivos a los potenciales compradores de piña de agave, que no sólo es demandada por productores de la región, sino también por productores de otro tipo de destilados,

³⁶ Geolocalización: capacidad para obtener la ubicación geográfica real de un objeto, como un radar, un teléfono móvil o una computadora conectado a Internet.

como es el caso de las destilerías de Tequila, clientes habituales de esta materia prima.

Lo descrito nos habla no sólo de la necesidad de implementar las TIC en los procesos agrícolas, de acuerdo con las recomendaciones de la CEPAL y el BID, sino también en establecer una política de alfabetización digital, que permita optimizar y potencializar el uso de estos recursos en los procesos económicos y agrícolas, no sólo de Santiago Matatlán, sino de nuestro país, debido a que lo observado en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, tan sólo es un pequeño reflejo de la situación generalizada en gran parte del agro mexicano y sus procesos artesanales.

8.1.2.2. Problemas, necesidades y especificaciones detectadas en materia de recursos tecnológicos

Desde el año 2016, se han estudiado las necesidades tecnológicas de los productores de agave mezcalero artesanal, las alternativas existentes en el mercado con las que cuentan y los recursos tecnológicos utilizados en la comunidad de Santiago Matatlán, Oaxaca.

Los resultados preliminares de esta investigación, fueron publicados inicialmente por el autor de esta investigación, en el artículo titulado "*Medición y control de las variables del proceso de producción de mezcal artesanal de un modelo de negocio con dispositivos móviles*", presentado en el XXI Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática en Octubre del año 2016, cuya información fue corroborada y actualizada en Abril de 2017, en la ponencia titulada "*Arduino: Mejorando la calidad del mezcal*".

Basados en los resultados publicados en los artículos anteriores, se pudo determinar que actualmente no existen dispositivos, mecanismos, ni artefactos que permitan la medición de variables de específicas del agave mezcalero artesanal; lo cual es extremadamente importante considerando que la naturaleza de esta planta, la hace extremadamente delicada y es imposible la estandarización de variables por lo anterior (Zarco & Bribiesca, 2016).

Tomando en cuenta lo publicado en la literatura académica, en estudios anteriores, consulta con biólogos especialistas y productores de agave mezcalero de la región, así como trabajos de campo en la población productora de los Valles Centrales de Oaxaca; se determinó que el pH, la presencia de plagas, y la humedad ambiental y del suelo, cuadro 13, nos habla de que dichas variables tienen un impacto directo en el ciclo de vida y entorno donde crecen las especies de agave que son utilizadas para la producción del mezcal artesanal.

Cuadro 13: Variables detectadas para la elaboración del prototipo de medición

| Indicador | Justificación |
|----------------------|---|
| pH del suelo | Los cambios en la acidez del suelo, dañan de forma mortal a las agaváceas. El constante monitoreo de esta variable, detecta la presencia de químicos contaminantes o factores ajenos al entorno común. |
| Humedad del suelo | Una excesiva humedad del suelo, además de “pudrir” la planta, es un caldo de cultivo perfecto para las enfermedades y plagas, que pueden afectar de forma irremediable la planta, el conocer los niveles de humedad, permite tomar medidas preventivas y correctivas. |
| Humedad del ambiente | Una excesiva humedad del ambiente, además de “pudrir” la planta, es un caldo de cultivo perfecto para las enfermedades y plagas, que pueden afectar de forma irremediable la planta, el conocer los niveles de humedad, permite tomar medidas preventivas y correctivas. |
| Presencia de plagas | Las plagas, pueden dañar de forma irreversible la planta, ya sea, por la acción directa de los agentes biológicos, o por el uso de químicos que cambian el pH del suelo. El constante monitoreo, puede visualizar de qué plaga se trata y se pueden tomar decisiones al respecto, ya que algunas plagas, pueden ser aprovechadas como una forma de ingresos suplementarios (ej. Grana cochinilla y gusano de maguey), o en su defecto, se pueden implementar controles tradicionales, que no alteran el medio ambiente. |

Fuente: Zarco y Bribiesca (2016)

Cabe señalar que aunque dichas variables se pueden medir por medio de artefactos disponibles en tiendas especializadas de enseres agrícolas, se observó que las alternativas existentes en el mercado presentaban problemáticas significativas con respecto a su uso, además de que se detectó que estas se encuentran en un contexto completamente distinto a la realidad económica ambiental y social de la comunidad de Santiago Matatlán, por lo siguiente:

- Presentan una curva de aprendizaje alta, lo que dificulta su manejo por parte de los productores generando rechazo.

- Son demasiado costosas o son de carácter experimental.
- Su uso se encuentra dirigido en gran medida a ambientes agrícolas controlados (como es el caso de los invernaderos).
- La mayoría de estos recursos se encuentran enfocados a procesos agrícolas industrializados, los cuales de acuerdo a lo expresado por el informe Brundtland (1987) y en la cumbre de Río de Janeiro (1992), no son sustentables.

8.1.2.3. *Análisis de alternativas de herramientas de medición y control de variables agrícolas existentes en el mercado.*

Antes de plantear una propuesta para la medición y control de variables que inciden en el ciclo de vida del agave mezcalero, es necesario contemplar que en el mercado existen numerosos artefactos, dispositivos, herramientas y mecanismos que son utilizadas actualmente en los diferentes entornos agrícolas, los cuales pueden ser controlados (invernaderos) y no controlados (sembradíos a cielo abierto, vegetales y frutas silvestres).

Tomando en consideración lo anterior, es necesario revisar qué recursos existen actualmente en el mercado, si estos son plataformas licenciadas o libres, qué precio tiene su adquisición y los potenciales beneficios y desventajas que pueden presentarse y sobre todo cuáles de estos cubren las especificaciones planteadas y cuáles cubren cabalmente los componentes de la norma empírica citada en el apartado descrito.

Cabe señalar, que hoy en día encontramos una gran variedad de dispositivos, y en esta investigación se les mencionará de forma muy general, sin entrar a un alto grado de detalle, en virtud de que en muchos casos son dispositivos prácticamente idénticos, siendo la marca o el diseño la única variación significativa en los artefactos o dispositivos agrícolas, lo que para fines prácticos del siguiente estudio, no son aspectos de interés.

En el cuadro 14, se presenta un panorama general de los artefactos, dispositivos u otros recursos tecnológicos enfocados a entornos agrícolas que existen en el

mercado o que han sido desarrollados de forma experimental por alumnos de diferentes instituciones educativas de nuestro país; dicho cuadro describe cuáles son sus funcionalidades y las desventajas que estos presentan en caso de que se quisiera utilizar en un cultivo artesanal de agave mezcalero, análogo al que se presenta en buena parte del país, principalmente en Santiago Matatlán y pueblos circunvecinos.

Cuadro 14: Artefactos agrícolas que pueden utilizarse en el cultivo artesanal de agave mezcalero

| Artefacto | Descripción | Desventajas |
|---|---|---|
| Modulo inteligente de monitoreo para invernaderos | Modulo creado con la finalidad de monitorear los cultivos de invernaderos, mide pH, humedad, temperatura y presencia de sustancias tóxicas, en caso de detectar algo, se manda una señal vía "twitter". Diseñado por Damian Real y Alberto Rivas de la Facultad de Ciencias de la UNAM. (Frias, 2015) | Es todavía de carácter experimental. No puede detectar plagas. Es para producción industrial y no artesanal. |
| Dispositivo para selección de cultivo apropiado para el suelo | Dispositivo creado con la finalidad de medir las características del suelo para determinar qué cultivo es propicio para ese lugar. (UNO TV, 2015) | Solamente mide las características del suelo. No mide otros factores como plagas, humedad o edad. De carácter experimental. |
| Sistemas de control de invernaderos de licencia | Sistemas diseñados para monitorear Humedad del ambiente, tierra, temperatura y plagas mediante una serie de dispositivos conectados a un servidor o a distintas terminales. Los componentes están sujetos a protección industrial y licencias, por lo que una potencial modificación requiere de permisos y pagos de licencias. | Los dispositivos son de gran tamaño y de difícil uso. No todos los productores tienen acceso a este tipo de tecnologías, ya que utilizan servidores y la compra de equipo de cómputo para cada aparato, lo que incrementa sustancialmente el costo. La mayoría sólo se enfoca a invernaderos. El precio de los sistemas oscila entre los 5000 a 100000 USD. |
| Sistemas de control de invernaderos de hardware libre | Sistemas diseñados para monitorear Humedad del ambiente, tierra, temperatura y plagas mediante una serie de dispositivos conectados a un servidor o a distintas terminales. Circuitos y planos son de acceso público. | Los sistemas de control de invernadero a pesar de estar diseñados con plataformas de bajo costo, están diseñados sólo para invernaderos y control de mecanismos de riego. No están diseñados para medir variables sustentables y fueron diseñados para procesos de explotación agrícola intensiva. De carácter experimental. |

Fuente: Zarco y Bribiesca (2016).

En función a lo descrito en el cuadro 14, es posible observar que la mayoría de los resultados, se encuentran enfocados a entornos controlados que cultivo, como es el caso de los invernaderos, lo que en automático los descarta de una alternativa viable para implementarse en los cultivos que se siembran a campo abierto, como es el caso del agave mezcalero.

Además, muchos de los sistemas informáticos en cuestión se encuentran enfocados a técnicas de cultivo que de acuerdo a lo señalado en el informe Brundtland (1987) y a las directrices establecidas en la cumbre de Río de Janeiro (1992), son prácticas consideradas como extractivas y depredadoras, por lo que bajo ninguna circunstancia pueden ser consideradas como sustentables y en cambio, si han contribuido a la paulatina extinción de algunas especies de agave mezcalero.

Por otro lado, es importante recalcar que no se encontraron coincidencias de dispositivos enfocados al cultivo a cielo abierto, lo que se puede explicar en parte por la dificultad de mantener sensores y artefactos en buen estado de conservación, así como el alto costo que implica colocar un gran número de estos recursos en extensiones de cultivo, que generalmente abarcan territorios extensos, que en muchos casos se cuentan por hectáreas.

8.1.2.4. Diagnóstico

Basados en los tres puntos anteriores, se pudo detectar que existen tres líneas de investigación que deben tomarse en cuenta al momento de plantear una propuesta las cuáles son:

- Existe el conocimiento y manejo de las TIC (principalmente la tecnología móvil) adecuado en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca.
- Organismos internacionales como la CEPAL y la ONU, señalan la necesidad de incrementar la penetración de las Tecnologías de la Información y Comunicación en los procesos agrícolas de Latinoamérica.
- La información arrojada por la consulta directa entre los productores y organismos de control como el Consejo Regulador del Mezcal, menciona que las herramientas existentes en el mercado son limitadas y no satisfacen sus necesidades.

Considerando lo anterior, para poder medir y controlar las variables inherentes al ciclo de vida del agave, es necesario contar con las herramientas adecuadas para

la medición y control de dichas variables, aprovechando los recursos TIC con los que cuentan los productores de agave mezcalero artesanal de esta región oaxaqueña.

8.2. Propuesta de investigación

Después de analizar los puntos anteriores y considerando las recomendaciones hechas por la CEPAL en materia de implementación de TIC en entornos agrícolas en un contexto latinoamericano en donde se debe privilegiar a los pequeños y medianos productores agrícolas, los cuales en la mayoría de los casos aún hacen uso de procesos artesanales, se puede determinar que para mejorar los procesos agrícolas, es necesario que los productores cuenten con el instrumental adecuado para medir y controlar las variables del ciclo de vida del agave, lo cual se lleva a cabo en la actualidad con una gran cantidad de instrumentos y recursos, lo que es poco de acuerdo con lo expresado por los organismos internacionales.

Por tal motivo, la propuesta de esta investigación es el desarrollo de un dispositivo que permita medir las variables citadas con anterioridad y que pueda enviar alertas a los equipos móviles de los productores, con la finalidad de simplificar y optimizar el proceso de análisis de información, el cuál es hecho en la actualidad de una forma prácticamente manual.

Tomando como referencia la información del marco teórico y el diagnóstico tecnológico de Santiago Matatlán, es posible determinar los requerimientos que se deben cubrir en la construcción del recurso tecnológico, para que este pueda realmente a ayudar a los productores artesanales de agave mezcalero artesanal:

- *Bajo costo:* Lo que permitirá ajustarse a la realidad económica de los productores artesanales de agave mezcalero de la región.
- *Fácil manejo:* Debe contar con una interfaz de manejo amigable y de fácil uso, lo que disminuirá la resistencia al cambio, o incluso el repudio, por parte de los usuarios finales.

- *Resistencia al medio ambiente:* Considerando que su manejo será a cielo abierto, es necesario que resista las inclemencias del clima y del entorno natural propias de la región, como lluvias, granizadas, altas temperaturas, ataques de fauna endémica, entre otros factores..
- *Complementario:* De acuerdo con el Plan municipal para el desarrollo rural sustentable (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2010): Actualmente existen 14 empresas dedicadas a la producción de mezcal artesanal en Santiago Matatlán registradas ante el CRM. Las 14 cuentan con cierto grado de familiaridad con las TIC, ya sea por uso teléfono celular o correo electrónico, por lo que se asume, la existencia y uso de dispositivos móviles con acceso a internet por parte de los productores; por tal motivo, el prototipo fue diseñado como un complemento de los recursos tecnológicos, con los que cuentan actualmente los productores.

La detección de los referidos criterios permitió identificar los circuitos y plataformas físicas y lógicas para la construcción de esta propuesta de dispositivo, de la misma forma se pudo establecer las directrices más óptimas que se siguieron para la consecución de los objetivos de esta investigación.

Esto nos habla de que estamos ante un paso extremadamente importante, ya que se tiene una idea de qué construir y que características iniciales debe tener; sin embargo, a pesar de este avance, es necesario determinar cómo se pueden cubrir las características señaladas.

Aunque en primera instancia puede sonar como una labor que sólo se puede realizar por medio de un análisis complejo, basta con aplicar un poco de memoria, conocimiento práctico de nuestros padres, abuelos y bisabuelos, así como sentido común, lo que nos llevará a que la solución se encuentra en la regla de las tres E, que no es otra cosa que una adaptación moderna del adagio popular “*bueno, bonito y barato.*”

8.2.1. La regla de las tres E

La regla de las tres E, es una adaptación de la regla de las tres B, donde se infiere el conocimiento tácito de la sociedad mexicana, particularmente entre las personas mayores, las cuales mencionan que uno ha hecho una buena adquisición si está cumple con las características de “*bueno, bonito y barato*”, lo que quiere decir que es un artículo de calidad, que cumple con el gusto del comprador y sobre todo que está a un precio accesible en comparación a otras alternativas en el mercado.

Este ejemplo de conocimiento empírico, es común que sea aplicado de forma generalizada a cualquier ámbito de la vida cotidiana, sin embargo en el campo de las TIC, es necesario adaptar la anterior frase a un entorno académico y moderno, sobre todo el criterio “*bonito*”, con la finalidad de eliminar posibles interpretaciones subjetivas que pueden darse dependiendo el punto de vista que se tome.

Considerando que a final de cuentas la regla de las tres B, persigue la efectividad, la cual es definida como la “*producción del efecto esperado, que va bien para determinada cosa*” (RAE, 2017), lo que en este trabajo se entiende como el hecho de que resuelva las necesidades detectadas entre los pobladores y que cumpla con las especificaciones que se desprenden de estas, se observa que debe cumplir con eficiencia, eficacia y economía el dispositivo propuesto, la intersección de estas características dará como resultado la efectividad (Figura 39).

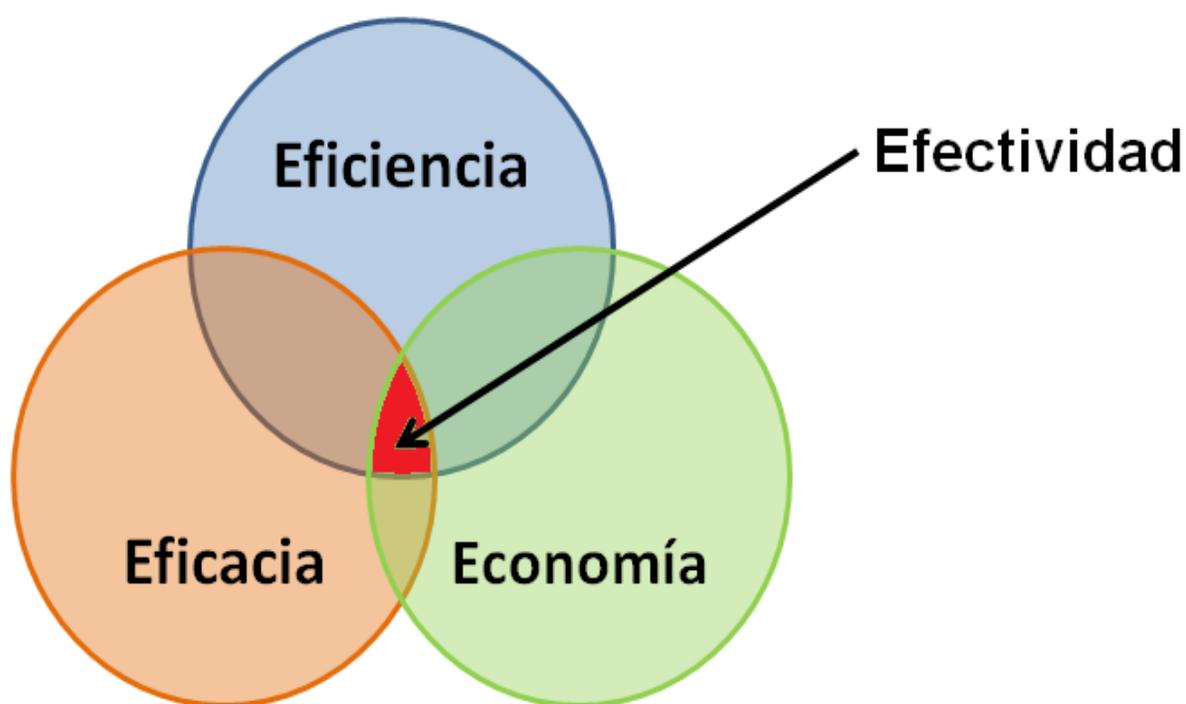
Cuando se habla de la eficacia con esta regla, nos referimos a que la propuesta de dispositivo haga lo que tiene que hacer, sin embargo esta acción no necesariamente implica que los recursos sean aprovechados de una forma adecuada, lo que puede dar pie a un desperdicio o subutilización de recursos.

Tomando en cuenta este aspecto, entonces es necesario que la propuesta sea eficiente, lo que se debe entender que los procesos que debe ejecutar el dispositivo, deben hacerse aprovechando óptimamente los recursos económicos,

tecnológicos y energéticos, de tal forma que se reduzca la potencial subutilización o desperdicio de estos.

Aunque en el mercado existen numerosas alternativas que pueden ayudar a alcanzar a lograr las dos E mencionadas anteriormente, es posible que algunos de estos recursos y componentes sean costosos, lo que incrementaría de forma significativa el costo, alejándolo de las posibilidades económicas que tienen los productores artesanales.

Figura 39: Representación gráfica de la regla de las tres E



Fuente: Elaborado a partir de la adaptación de conocimiento tácito de dominio popular

Es entonces que la economía entra en escena, ya que se elegirán los recursos tecnológicos que permitan adaptar el costo de esta propuesta a la realidad económica y social, de tal forma que esta se convierta realmente en una ayuda a los productores artesanales y no se convierta en un fardo económico, basados en los resultados de experiencias tecnológicas ocurridas años atrás.

Por otro lado, el lector debe tener bien claro que no necesariamente las tecnologías de última generación, las más populares o las más complejas, son

soluciones que puedan cumplir a cabalidad con la regla aquí expresada, debido a que muchas veces se subutilizan recursos de las plataformas antes citadas, lo que incrementa significativamente los costos, obteniendo resultados similares con productos de complejidad menor y por consiguiente más económica.

Tomando en cuenta los criterios anteriores, es necesario decidir qué tipo de plataforma o recursos se emplearán, si se utilizarán recursos ya existentes y prefabricados o si se construirá desde 0 la propuesta y en caso de tomarse esta decisión, se tendrá que decidir si se elige una plataforma propietaria o con licencia de paga³⁷ (adaptando sus recursos a las necesidades de los usuarios) o una plataforma libre o de licencia abierta, lo que implica construir el dispositivo, e incluso algunos de sus componentes desde cero³⁸.

8.2.2. Selección de la alternativa más viable

Con base en lo expuesto, se puede definir que la alternativa más viable que puede cubrir en forma más extensa los requerimientos indicados en el apartado de bajo costo, fácil manejo, complementariedad y resistencia al medio ambiente, así como el cumplimiento de la regla de las tres E, es construir un dispositivo a la medida por medio de plataformas libres.

³⁷ Plataforma propietaria o licenciada: En informática se refiere a toda aquellas tecnologías que pertenece a una empresa en particular, lo que implica que el acceso a la información de diseño como planos, codificaciones de programas de cómputo o modificaciones en el producto final, requieren un permiso de los propietarios, lo que implica un pago de derechos generalmente elevado (en caso de no hacerse así la persona que haga alguno de estos actos puede hacerse acreedor a acciones punitivas de carácter legal), siendo optada esta opción tomada generalmente por empresas multinacionales o del ramo que tienen capitales elevados para cubrir dichos precios que para la mayoría de la población resultan prohibitivos.

³⁸ Plataforma libre o de licencia libre: Toda aquella tecnología que una vez adquirida ya sea por regalo, descarga o compra, el dueño puede modificar sus planos, codificaciones en el software o programas de cómputo o componentes, siempre y cuando de los créditos correspondientes a los diseñadores originales, estos cambios no implican acciones legales de ninguna índole; sin embargo es habitual que las personas que utilicen este tipo de plataformas, adquieran el compromiso de compartir y hacer públicos dichos cambios con la finalidad de que sean aprovechados por otros usuarios de este tipo de tecnología.

Lo anterior se justifica debido a que dichas plataformas cuentan con las siguientes ventajas:

- Flexibilidad en la configuración física y lógica de sus componentes.
- Bajo costo de adquisición.
- La modificación de la configuración de componentes no deriva en el pago de una licencia.
- Gran variedad de alternativas en el mercado.
- Adaptación a los diferentes sistemas operativos de computadoras y móviles que existen en el mercado.

Por otro lado el agave mezcalero, es una planta con necesidades muy específicas, así como una fisonomía muy delicada lo que hace necesario crear un recurso que se ajuste a esta realidad; entonces si se implementase herramientas enfocadas a un tipo de cultivo estandarizado o controlado, podrían sesgar de forma significativa los resultados y por consiguiente, derivar en la toma de decisiones erróneas que pueden impactar de forma negativa en el cultivo de esta especie vegetal.

Además se debe tomar en cuenta, que el uso o modificación de recursos tecnológicos con licencia, pueden incrementar drásticamente los costos, de tal forma que estos al final se conviertan en una restricción y una causal de rechazo por parte de los productores, los cuales al ser industrias de carácter artesanal, cuentan con recursos financieros y tecnológicos limitados.

Sin embargo, para contextualizar esto, es necesario comprender algunos conceptos de TIC, antes de elegir cual plataforma abierta sería la más conveniente para la construcción del dispositivo.

8.2.2.1. Definición y clasificaciones de hardware

El hardware, es definido como los componentes físicos o tangibles que conforman un equipo de cómputo (Navarro, 2002).

Hasta la irrupción del internet en la vida cotidiana de la sociedad, la clasificación del hardware, se limitó principalmente a las funcionalidades que estos dispositivos tenían. De acuerdo con la clasificación funcional el hardware se clasifica generalmente en cinco tipos:

- Entrada
- Salida
- Entrada / Salida
- Almacenamiento
- Procesamiento

Considerando esta clasificación, el lector podrá vincularlos con relativa facilidad con cada uno de los componentes o periféricos de los equipos de cómputo, sin embargo con la irrupción del internet y sus aplicaciones en la vida cotidiana de las personas esta clasificación resulta insuficiente.

A diferencia del software, que además de su funcionalidad, existe una clasificación de acuerdo a su naturaleza de licencia o libre, el hardware tuvo un desarrollo completamente diferente hasta el año 2001, cuando nace el hardware libre, por lo que este tipo de clasificación es relativamente nueva.

8.2.2.1.1. El hardware libre

Hablar del hardware libre³⁹, es hablar de un tema relativamente nuevo en la informática actual, considerando que tuvo sus orígenes con el movimiento “*open source*” o de fuentes abiertas, el cual tomo impulso a partir de la llegada del nuevo milenio y la aparición de los grandes repositorios públicos de información, accesibles en internet.

³⁹ En inglés el término para referirse al hardware libre es “*Open Source Hardware*”, lo que vendría a traducirse como Hardware de código abierto. También existe el sinónimo en inglés “*Free Hardware*”, sin embargo este es poco empleado en la literatura por la confusión que implica la palabra “Free”, la cual también se puede traducir como “gratis”, dando el sentido de que se trata de hardware que se puede adquirir de forma gratuita (OSHWA, 2015).

La filosofía del movimiento “*open source*” es que el conocimiento emanado del desarrollo tecnológico, tiene que ser de acceso público y compartido con la sociedad, con la finalidad de aprender de él, utilizarlo y perfeccionarlo, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Aunque en un inicio el término se restringía únicamente al software y su desarrollo, este concepto se fue ampliando como resultado de los adelantos tecnológicos que se han presentado en las dos últimas décadas, como resultado de la apertura de Internet a la sociedad, así como la paulatina transición de la sociedad ordinaria, característica de finales del siglo XX, a una sociedad del conocimiento, la cual ha marcado un hito significativo en las primeras décadas del siglo XXI.

De acuerdo con la declaración de principios de la Asociación de Hardware Libre (OSHWA por sus siglas en inglés), que actualmente funge como reguladora de esta tecnología en los Estados Unidos, define como Hardware libre:

“Es aquel hardware cuyo diseño se hace disponible públicamente para que cualquier persona lo pueda estudiar, modificar, distribuir, materializar y vender, tanto el original como otros objetos basados en ese diseño” (OSHWA, 2015).

Dentro de sus principales características encontramos que el hardware libre consta de libertades, basadas en las del movimiento de software libre, las cuales fueron adoptadas por todo el movimiento “Open source”, incluyendo el hardware (Stallman, 2012) (OSHWA, 2015):

- Libertad de utilización: cada persona es libre de utilizar los recursos “*open source*” en la satisfacción de sus necesidades, por lo que se apela a la capacidad y conciencia de los usuarios finales.
- Libertad de estudio: lo que implica que los código fuentes de programación y configuración de los componentes y planos, deben ser consultables por cualquier interesado que así lo disponga.
- Libertad de modificación: en el hardware libre implica que este debe de ser de configuración variable, es decir que cada uno de sus componentes

puede ser modificado con la finalidad de adecuarlo a las necesidades del usuario, perfeccionarlo o tomarlo como referencia para obtener un producto completamente nuevo.

- Libertad de distribución: es decir, que no se obstaculizará su transferencia por regalo, venta o intercambio.

Dentro de estos principios, se tiene entendido que ninguno de los pilares puede existir sin la existencia de los demás, por tal motivo es importante su seguimiento, con la finalidad de mantener el equilibrio y la existencia de los recursos desarrollados y difundidos por el movimiento “*open source*”.

Para que el hardware pueda ser considerado como libre y hacer realidad los anteriores principios, la OSHWA, recomienda una serie de mejores prácticas y características que deben seguir los desarrolladores en este tipo de plataformas.

8.2.2.1.2. Principios y mejores prácticas del hardware libre

Dentro de los principios fundamentales, la OSHWA estipula que los planos y configuraciones electrónicas, deben estar al alcance del público en general, en un formato adecuado y comprensible, así como en ficheros de fácil acceso con la finalidad de que se puedan realizar los estudios, modificaciones y desarrollos pertinentes (OSHWA, 2015).

Además, el hardware deberá indicar de forma explícita que parte del hardware (sino es que todo), se encuentra sujeto a una licencia de tipo “Open Source”, lo que permitirá al usuario final, delimitar su área de acción e identificar las partes del componente físico que podrá modificar libremente (OSHWA, 2015).

De la misma forma, es necesario especificar qué tipo de requerimientos en materia de hardware y software son requeridos para la manipulación del hardware libre, con la finalidad de facilitar su uso y comprensión por parte de los usuarios finales (OSHWA, 2015).

Al trabajar con hardware libre, es habitual que exista un uso más o menos extensivo de componentes licenciados (como es el caso de paquetería de programación u otro tipo de hardware), por lo que se entendería que al haber componentes licenciados todo el desarrollo es sujeto a licencia.

De acuerdo con la declaración de la OSHWA, el desarrollo debe ser licenciado u “*Open source*”, no puede haber desarrollos parcialmente licenciados, por lo que su distribución ya sea por venta, transferencia gratuita o intercambio, no será sujeta a persecución legal, siempre y cuando se indique la autoría y modificaciones del trabajo original (OSHWA, 2015).

Además se estipula que cada persona es responsable y libre de lo que desarrolla con las plataformas de hardware libre, por lo que no se restringe su uso en las distintas áreas del conocimiento humano (OSHWA, 2015).

Dentro de las mejores prácticas elaboradas por la OSHWA, recomienda que al desarrollar y compartir hardware libre se documente con lujo de detalle los siguientes aspectos:

- *Misión:* para qué sirve el dispositivo, junto con una pequeña introducción que contextualice dicho funcionamiento y resuelva inquietudes y cuestionamientos de los usuarios finales
- *Aspectos de diseño general:* los cuales constituyen los planos, códigos fuentes, fotografías, listas de componentes, diseños 2D y 3D y plataformas físicas y lógicas de desarrollo a utilizar.
- *Instrucciones de construcción y desarrollo físico y lógico.*

Además recomienda que cada desarrollo o proyecto desarrollado por hardware libre, sea licenciado con un registro de tipo “*open source*”, a fin de garantizar la autoría y propiedad intelectual del desarrollo, con la finalidad de que otras personas puedan aprovecharlo, mejorarlo u obtener productos derivados.

Aunque esta tendencia, ha ganado adeptos de forma paulatina, convencidos de sus beneficios entre los círculos de desarrollo tecnológico y los cuadros de

investigación de la nueva generación, aún existe mucho recelo con respecto a su efectividad y seguridad, por una buena parte de la comunidad académica y de desarrollo de hardware.

8.2.2.1.3. El movimiento “Open Source”

La historia del hardware libre va de la mano con el movimiento “*open source*”, el cual nace en las décadas de 1960 y de 1970, de acuerdo con uno de los padres del movimiento, Richard Stallman, el cual comenzó a observar las desventajas presentadas por la normatividad de derechos de autor, para la investigación y el desarrollo (Stallman, 2012).

En la década de 1960, un grupo de estudiantes de informática y computación, así como aficionados a estas disciplinas de la Universidad de Berkeley, presididos por Lee Felsenstein y Michael Hauben, escriben un manifiesto titulado “*Participatory Democracy From the 1960s and SDS into the Future On-line*”, el cual señala la necesidad de democratizar no sólo las estructuras organizacionales, sino el conocimiento y la tecnología, ya que eran vistos como medios para alcanzar las expectativas sociales en un futuro no muy lejano (Felsenstein & Hauben, 1963).

Ellos citan el ejemplo de su club, en donde la interacción y cooperación entre individuos que podrían considerarse como polos opuestos, pueden alcanzar fines comunes enfocados al bienestar de la comunidad que conformaban, por tal motivo, si esto era posible en un club universitario, era posible llevar este tipo de acciones a toda la sociedad en general (Felsenstein & Hauben, 1963).

Influenciado por el aires de cambio en la sociedad académica, propia de la década de 1970, Richard Stallman hace público el hecho de que la inflexibilidad de las legislaciones en materia de derechos de autor, aunado a la competencia comercial existente entre las organizaciones comerciales, ha convertido al conocimiento en propiedad de un círculo extremadamente reducido, cuyos beneficios se limitan a aquellas personas que son capaces de pagar las licencias (Stallman, 2012).

Tomando en cuenta, que los planos, configuraciones y códigos fuentes, se encuentran bajo la protección de la legislación de propiedad intelectual (casi siempre bajo secreto industrial) hace que la mejora de la tecnología existente, así como el desarrollo de nueva tecnología basada en la existente, sea extremadamente restringida y se convierta en un monopolio dependiente de las grandes organizaciones y laboratorios, casi siempre con fines mercantiles (Stallman, 2012).

Considerando las anteriores limitaciones, Richard Stallman (que había participado en el proyecto UNIX en los laboratorios Bell en las décadas de los 60 y 70), inicia en el año 1983 el proyecto GNU, cuya premisa se basa en la propiedad colectiva del conocimiento y la posibilidad de mejora del software emanado de este proyecto por parte de cualquier persona interesada, siempre y cuando se respete la autoría del producto (Yang-Wong, 2011; p. 4).

Este acto, representó un hito significativo, en la historia del movimiento “*open source*” o de código abierto en español, debido a que se comenzó a difundir su filosofía con mayor celeridad, gracias al acceso generalizado a internet por parte de las personas comunes y corrientes, principalmente por aficionados y estudiantes universitarios, los cuales comenzaron a utilizar la internet, como un medio de comunicación y difusión de sus avances tecnológicos marcando el incipiente comienzo de una era prometedora.

La década de 1990, se caracteriza por la aparición de los sistemas operativos Linux en sus diferentes versiones, así como la aparición de software de código abierto como paquetes de oficina (“*Open Office*” y “*Word Perfect*”) y navegadores de internet como “*Navigator*”. Lo anterior permitió que grandes consorcios multinacionales (Como “*Oracle*” o “*Sun Microsystems*”), mudaran sus plataformas de software de licencia a software libre.

Para el año 2000, ya existía una comunidad de usuarios significativa de usuarios de productos de licencia libre y muchas más empresas multinacionales comenzaron a adoptar este tipo de software, aunado a que las instituciones

académicas comenzaron a observar en este tipo de software un nicho de oportunidad para un crecimiento integral de la sociedad.

La anterior aseveración, se vio reforzada con la visita de 2001 a Sillycon Valley de Kofi Annan, Secretario General de la ONU, donde recordó a los asistentes uno de los compromisos del milenio relacionados con las TIC (CNet, 2006):

"Garantizar que todos los habitantes del planeta, sean beneficiarios de las nuevas tecnologías, especialmente de las tecnologías de la información y las comunicaciones..."

A partir de entonces, se dio un giro radical en el movimiento "Open source", comenzando a ampliar su potencial no sólo al hardware, sino también se observó que este movimiento podía tocar a otros ramos como las telecomunicaciones y el hardware.

8.2.2.1.4. Historia del hardware libre

En el caso del hardware de licencia libre, podemos encontrar sus orígenes en el año de 1997, cuando Bruce Perens (el cual es padre del término "*open source*" y cofundador de la iniciativa del mismo nombre, como organización) hace una invitación para integrar una certificación en la creación de hardware de licencia libre (OSHWA, 2015).

Dicha certificación, pretendía crear un nuevo modelo de hardware, cuyos planos y configuraciones físicas y lógicas, se encontrará al alcance de toda aquella persona interesada, con el propósito de estudiar, modificar o construir algo nuevo a partir de aquella información, de forma libre y sin atravesar los complicados entramados legales, propios de las grandes organizaciones multinacionales.

El año de 1998, fue particularmente decisivo para la historia del hardware libre por tres hechos especialmente significativos:

- David Freeman, integrante del programa de certificación, anuncia el Proyecto de Especificación de Hardware Abierto ("*OHSpec*"), con la

intención de buscar una licencia y personalidad jurídica para este tipo de plataformas de acceso libre (OSHWA, 2015).

- Troy Benjegerdes, anuncia un modelo empresarial, basado en la implementación de los principios “*open source*” (OSHWA, 2015).
- “*Reinoud Lamberts lanzó Open Design Circuits, un sitio web dedicado a diseñar de forma colaborativa circuitos de bajo coste y diseño abierto*” (OSHWA, 2015).⁴⁰
- Greaahm Seaman, intenta definir los tópicos y conceptos principales del desarrollo de código abierto (OSHWA, 2015).

A principios de 1999, surge el concepto “*Diseño de código abierto*”, aplicable tanto al desarrollo de hardware y software, gracias a las investigaciones de Dr. Sepehr Kiani (doctor en ingeniería mecánica del MIT), el Dr. Ryan Vallance y el Dr. Samir Nayfeh, los cuales posteriormente fundaron la “*Open Design Foundation*”, con la finalidad de regular y difundir esta nueva forma de hacer tecnología (OSHWA, 2015).

A pesar del éxito inicial, hubo una declinación en el interés del hardware de código abierto, y solamente hasta mediados de la primera década del siglo XXI, renació de la mano de proyectos académicos, que posteriormente se convirtieron en plataformas de hardware libre como es el caso de “*Arduino*”, “*OpenCores*”, “*RepRap*”, “*Adafruit*” y “*SparkFun*”, las cuales a la postre se convirtieron en empresas de referencia en el ramo (OSHWA, 2015).

En 2007, surge la primera organización enfocada a la regulación y difusión del hardware libre, conocida como “*Open Graphics Project*”, “*un proyecto para diseñar, implementar y fabricar un chip de gráficos 3D libre y abierto y una tarjeta gráfica de referencia*” (OSHWA, 2015).

Dado el éxito del proyecto y observando que existían numerosas lagunas en materia legal, comercial y académicas, con el objeto de salvaguardar los intereses

⁴⁰ Actualmente no existe mucha información en español acerca del hardware libre, por lo que la cita en cuestión, es una traducción propia del sitio de la OSHWA (2015).

de la organización surge “*Open Hardware Foundation*”, la cual además de establecer políticas y directrices, así como encargarse de la difusión de este tipo de hardware, se convirtió en una agencia de financiamiento por medio de donaciones e ingresos de la compañía “*Transversal Technology*” (OSHWA, 2015).

Conforme fue pasando el tiempo, se comenzó a hacer presente el innegable éxito del hardware libre en la sociedad, siendo adoptado por organizaciones como el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), la cual en 2008 creó un grupo de investigación y desarrollo liderado por Javier Serrano, y que aglutina a institutos académicos y empresas del ramo (OSHWA, 2015).

Para 2010, el desarrollo y la investigación que tiene como base el hardware libre se han expandido a lo largo y ancho del orbe, por lo que se observó la necesidad de establecer un espacio de comunicación e intercambio de ideas, con la finalidad de definir una ruta futura a seguir y definir regulaciones y políticas, por lo que Ayah Bdeir y John Wibeck, especialistas en la materia, unen esfuerzos y organizan la primera cumbre de hardware libre el 23 de septiembre, siendo un éxito rotundo ya que logro aglutinar un total de 320 especialistas y 22 oradores (OSHWA, 2015).

Ante este crecimiento y observando la necesidad de sumar esfuerzos para multiplicarlos, en el año de 2011 la “*Open Hardware Foundation*”, el “*Open Graphics Project*” y otros especialistas, fundan la “*Open Source Hardware Association*” (OSHWA por sus siglas en inglés), organismo regulador y difusor de la materia (OSHWA, 2015).

Hoy en día, la OSHWA, coopera con organismos reguladores de diferentes sectores de la informática e instituciones académicas a nivel internacional de gran renombre como el CERN (investigaciones de ciencias nucleares), la Organización Internacional de Estandarización (OSI) o la “*Tucson Amateur Packet Radio*” (TAPR) (OSHWA, 2015).

Actualmente el hardware libre ha presentado un crecimiento explosivo, basado en el acceso libre a internet, así como su potencial para ser aplicado en gran variedad de proyectos que van de las aplicaciones médicas a las industriales, de los usos

lúdicos a las plataformas de aprendizaje de instituciones educativas desde los niveles básicos a los de posgrado.

Sus bajos costos y su fácil asimilación en comparación de otras tecnologías, las convierte en plataformas que pueden ayudar a resolver una gran cantidad de problemas existentes en la vida cotidiana, produciendo dispositivos y artefactos de bajo costo y fácil mantenimiento, a la mano de cualquier persona que tenga interés, imaginación y espíritu emprendedor.

8.2.2.1.5. Ventajas y desventajas

Como cualquier plataforma, es importante aclarar que las plataformas de hardware libre, no se encuentran exentas de ventajas y desventajas en materia de uso, costo, mantenimiento y seguridad, por lo que es importante valorar y compararlas detenidamente, con la finalidad de tener un panorama amplio y objetivo al respecto.

Dentro de las ventajas, encontramos un costo reducido y la flexibilidad de configuración en las plataformas, lo que quiere decir, que nos permitirá modificar las configuraciones físicas y lógicas de las mismas, a fin de adecuarlas a nuestras necesidades o proyectos que queremos obtener.

En los últimos años, el diseño de hardware *“open source”* ha permitido aglutinar grupos multidisciplinarios e interdisciplinarios, cuya interacción entre elementos que podrían considerarse dispares, ha permitido desarrollar hardware con sus respectivas interfaces, enfocado a resolver problemas específicos de la sociedad en distintos contextos y entornos (Yang-Wong, 2011; p.5).

También es importante observar que se tratan de plataformas multi-sistemas, las cuales son compatibles con los principales sistemas operativos libres y de licencia, enfocados a equipos fijos o móviles, lo que les da una gran versatilidad en el desarrollo de proyectos de diferentes naturalezas.

Además es posible expandir nuestros proyectos, considerando que los circuitos brindan dicha posibilidad, por medio de componentes que permiten potencializar cada una de las plataformas, considerando que la mayoría de los proyectos, tienden a crecer, o por lo menos a cambiar, en un largo o mediano plazo.

El costo promedio de este tipo de plataformas oscila entre los 7 dólares en adelante, dependiendo de qué modelo se trate y que finalidad persiga, siendo las más utilizadas en el mercado las plataformas “*Arduino*” (cuyos precios fluctúan entre los 7 a los 200 dólares) y las “*Raspberry*” (con un precio que va de los 35 a los 120 dólares).

A pesar de la gran diversidad de precios y modelos (dentro de los cuales existen algunos productos que superan dichos rangos y están diseñados para la construcción de vehículos, impresoras 3D o bases de inteligencia artificial), cabe señalar que son costos bajos, si comparamos que tan sólo algunos periféricos de las computadoras tienen costos similares.

Las comunidades y repositorios de desarrolladores en plataformas “*open source*” de hardware, se han constituido en lo que podríamos llamar “*comunidades del conocimiento*”, donde cada uno de sus integrantes converge intercambiando experiencias y conocimientos, dentro de un entorno de democrática cooperación, acercándose a aquellas expectativas que tenían los grupos de desarrolladores y aficionados a las computadoras de la Universidad de Berkeley hace más de 50 años.

De acuerdo con Arriola (2014; p.33), los recursos de tipo “*open source*”, han permitido el acceso público y gratuito a las diferentes formas de conocimiento, llegando a todos los estratos de la población, sin importar su raza, adscripción académica o condición social, democratizando de alguna manera el conocimiento.

Dentro de las desventajas, se habla de la dificultad de manejo de este tipo de productos o de las limitantes que cuentan en comparación con las plataformas licenciadas de hardware, así como ciertos cuestionamientos respecto a su rendimiento y seguridad.

También se indica que los usuarios deben contar con un nivel de experiencia y conocimientos elevados en materia de diseño de circuitos y programación, para poder desarrollar la tecnología, restringiendo la mayoría de estas actividades a los círculos de desarrolladores de las grandes corporaciones, así como los centros educativos o de investigación científica.

Por otro lado, se dice que el hardware al ser un diseño físico y funcional para la satisfacción de necesidades, debe estar forzosamente protegido por las leyes de propiedad intelectual, con la finalidad de velar por los intereses económicos y empresariales de las personas y organizaciones que los producen.

Arriola (2011, p.33), también señala aspectos como el hecho de que la falta de financiamientos por medio de ventas o patrocinio de organismos públicos y privados, puede influir en la calidad de los productos “*open source*” de forma negativa, generando productos físicos o lógicos de calidad inferior en comparación con los elementos producidos bajo una licencia.

Además el autor menciona, que existe una resistencia significativa basada en el incremento de los plagios y “piratería”, al existir un intercambio constante de conocimiento, lo que puede repercutir de forma negativa en las investigaciones en materia de derechos de autor y paternidad de las obras (Arriola, 2011; p.33).

Existen otros argumentos como la ausencia de componentes en algunas regiones del orbe, la falta de efectividad de algunas plataformas, siendo minimizadas sin hacer un análisis integral de las características técnicas que presenta cada plataforma, con la finalidad de seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades de los proyectos en donde se van a implementar.

Si analizamos con detenimiento las desventajas, la mayoría surgen de concepciones erróneas no sólo de lo que es el “Hardware libre”, sino del potencial, funcionamiento y aplicación de las TIC. En la mayoría de las anteriores premisas, podemos observar que no se refieren a las plataformas en sí mismas, sino más bien se refieren a problemas de tipo social, económico y normativo, más que de carácter técnico.

Lo anterior es resultado del desconocimiento de los conceptos, filosofías y funcionamiento de las TIC, por tal motivo, no es raro que exista cierta resistencia en adoptar este tipo de tecnología para su uso ya sea para fines académicos, ya sea para fines cotidianos.

En primera instancia, se debe tener siempre presente que la tecnología (entendiéndola en el sentido más amplio de la palabra, lo cual engloba las TIC), es solamente un medio para resolver y satisfacer los problemas y necesidades de la sociedad, de una forma efectiva y eficiente, lo que permitirá mejorar la calidad de vida de los individuos, por lo que resulta erróneo pretender que las tecnologías de cualquier índole sean un fin en sí mismas.

También es habitual asumir que las tecnologías por sí mismas resolverán todos los problemas por sí solos, pensamiento que resulta no sólo parcial, sino desvirtuado de toda realidad: la comprensión del entorno, la identificación clara y oportuna de las necesidades y sobre todo, la suma de esfuerzos y voluntades permitirá valorar, implementar y potenciar este tipo de tecnologías en la resolución de problemas y necesidades.

Los argumentos que se utilizan a fin de señalar los aspectos relacionados con la calidad o la protección intelectual, son en su mayoría esgrimidos por instituciones y organizaciones que durante años mantuvieron un monopolio virtual en el desarrollo de recursos tecnológicos, las cuales ven afectadas de alguna manera sus intereses económicos, por lo que es habitual que exageren los defectos de los derivados “*open source*” con la finalidad de dar mayor realce a sus productos (Arriola, 2011; p.33).

Por otro lado el riesgo de plagio y “piratería” se minimiza al existir licencias de tipo “*open source*”, las cuales protegen la autoría y permiten identificar la paternidad de los proyectos; siendo la más representativa la “*Creative Commons*” (CC por sus siglas), la cual brinda a los autores y desarrolladores diferentes opciones normativas que pueden utilizarse en conjunto o combinadas (Arriola, 2011; p.33).

Además, es importante aclarar con precisión que es un precepto erróneo el relacionar que a mayor costo es una calidad superior, lo cual en la vida cotidiana se cumple de vez en cuando, siendo un ejemplo significativo el sistema operativo Windows, software de licencia, que ha presentado la mayor cantidad de fallas y ataques informáticos en la historia a pesar de su precio.

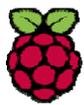
Es innegable la existencia de muchos retos (como es el caso de cómo superar la curva de aprendizaje y la carencia de componentes), pero estos se pueden sortear por medio de una vinculación efectiva entre el usuario final, el gobierno y las instituciones educativas, donde la suma de esfuerzos y voluntades, pueden ayudar a hacer accesibles los recursos faltantes y crear cuadros de desarrollo, los cuales podrán obtener su autonomía de forma paulatina.

8.2.2.1.6. Algunas de las plataformas de hardware libre más utilizadas

Al utilizar este tipo de plataformas, debemos tener bien claro que existen numerosas alternativas en el mercado con diferentes tipos de funcionalidades y que están enfocadas a diferentes tipos de actividades y recursos, eso sin contar que existen de diferentes precios y modelos.

En el cuadro 15, se mencionan algunas de las plataformas más utilizadas en los entornos de desarrollo de hardware libre, nivel de uso y una breve descripción en la que se especifica para qué se utilizan principalmente o para qué fueron diseñadas, a fin de proporcionar al lector, un panorama concreto de este sector emergente de la informática y diseño de componentes.

Cuadro 15: Algunas de las plataformas más utilizadas en materia de desarrollo de hardware libre

| Plataforma | Nivel de uso | Descripción |
|---|--------------|---|
|  | Alto | Plataforma de hardware libre de origen italiano, multipropósito y multi sistema, una de las más utilizadas alrededor del mundo por la gran variedad de modelos y proyectos desarrollados con ella. |
|  | Bajo | Plataforma diseñada para el diseño y proyección de recursos de tipo gráfico, como es el caso de videojuegos o proyectos visuales. Originaria de la India. |
|  | Bajo | De origen británico, este proyecto fue uno de los padres de las impresoras 3D. Actualmente se encarga del desarrollo y comercialización de este tipo de dispositivos, así como sus componentes para armarlas y mejorarlas. |
|  | Bajo | Originario de China Taipéi, el proyecto está enfocado al diseño y construcción de computadoras portátiles y personales por medio del uso de hardware libre. |
|  | N/A | Iniciativa de diseño de hardware libre, que aglutina a diferentes empresas multinacionales (por ejemplo Google, Facebook, Cisco, Goldman Sachs, etc.), en donde diseñan y construyen sus propios servidores y recursos de red por medio del aprovechamiento e intercambio de tecnología entre los miembros de la comunidad. Sin embargo no se encuentra disponible de forma comercial, solamente existen los repositorios al público. |
|  | Medio | Surge como una alternativa económica a Raspberry Pi en la República Popular de China. Ideal para diseños de microcomputación y experimentos de conexiones a internet. |
|  | Bajo | Otra alternativa económica a Raspberry Pi originaria de China. Su funcionalidad es muy similar a la de Raspberry Pi y Orange Pi |
|  | Medio | También conocida como la "rival de Raspberry Pi" fue diseñada para la construcción de microcomputadoras enfocadas a internet, principalmente servidores. Esta es la primera de las plataformas diseñada en la República Popular de China. |
|  | Alto | De origen británico, esta plataforma fue diseñada como una microcomputadora para fines de experimentación académica multipropósito. Actualmente es la más utilizada para el diseño de servidores web caseros y proyectos de microcomputación. |

Fuentes: Elaborada con información de las especificaciones técnicas de los fabricantes

8.2.2.1.7. “Arduino”: La plataforma más viable

Después de analizar las características tecnológicas que brinda cada una de las alternativas, así como uno de costo beneficio con base a la regla de las tres E, se determinó que las plataformas de la marca “*Arduino*”, eran las más viables para la construcción del prototipo de dispositivo, con base en los siguientes criterios:

- *Flexibilidad*: A diferencia de otras plataformas de hardware libre (como es el caso de “*Rep Rap*”, “*VIA Open Book*”, “*Open Compute Project*” o “*Uzebox*”), “*Arduino*” no tiene la limitante de tratarse de una plataforma diseñada para una aplicación específica, por tal motivo brinda la libertad de diseñar gran variedad de proyectos con diferentes aplicaciones. Aunque esto podría hacerse con cualquier otra plataforma, ello implicaría modificar tanto la composición física como lógica del componente, lo que impactaría en el costo y el rendimiento de la misma.
- *Multiplataforma*: Su software es compatible con los diferentes sistemas operativos existentes en el mercado, ya sean licenciados o abiertos, como es el caso de Windows, Mac o Linux, lo que garantiza la compatibilidad de la plataforma y reduce problemas inherentes a esta característica.
- *Usabilidad*: El contar con grandes repositorios de información de carácter público y la simplicidad de la estructura que manejan las diferentes tarjetas que tiene la marca, permite una fácil comprensión de los componentes por parte de los usuarios, lo que ayuda a superar fácilmente la curva de aprendizaje; por tal motivo esta plataforma es utilizada en las instituciones educativas como un recurso de primer orden en la inducción de los estudiantes de diferentes grados, al aprendizaje de la arquitectura de computadoras y al trazado de circuitos. Lo anterior, hace factible la creación de cuadros de enseñanza, aprendizaje y mantenimiento de cualquier aparato diseñado en “*Arduino*”, debido a que la facilidad de comprensión permite enseñar lo necesario a personas que carecen de un conocimiento profundo en materia de computadoras y TIC.

- *Disponibilidad:* La plataforma “Arduino” al ser una de las más populares a nivel mundial, es por consiguiente una de las más difundidas y fáciles de conseguir en todo el mundo; cualquier producto de la marca se puede conseguir con relativa facilidad en las tiendas especializadas de electrónica de nuestro país, lo mismo que los servicios referentes a soporte técnico y asesorías tecnológicas. Por otro lado, aunque otras plataformas podrían resultar una alternativa interesante, no son tan fáciles de encontrar en nuestro país, lo que obligaría a importarlas impactando en el precio. La disponibilidad de servicios de soporte técnico y asesorías se encuentran más restringidos, por ser un recurso utilizado por pocas personas.
- *Variedad:* Esta marca italiana, tiene una gran variedad de productos que pueden utilizarse, lo que amplía la gama de posibilidades para desarrollar un dispositivo que cumpla con las especificaciones señaladas con anterioridad, en el caso de otras marcas solo cuentan en su mayoría con un solo producto en catálogo, lo que reduce de forma drástica el número de posibilidades a implementar.
- *Precio:* Desde el punto de vista económico, la difusión de esta plataforma y la variedad de productos, permite conseguir esta plataforma a precios relativamente módicos en nuestro país, lo que permitió tomar una decisión apropiada de tal forma que se pueda seleccionar una alternativa económicamente viable.
- *Experiencia:* La plataforma “Arduino” tiene experiencia en el desarrollo de muchísimos proyectos de diferente índole, que van desde pequeños juguetes hasta sistemas complejos de domótica⁴¹; la agricultura no es la excepción y se encontraron numerosos sensores y sistemas agrícolas diseñados con esta plataforma, tomando en cuenta lo anterior, este conocimiento puede ser aprovechado para diseñar una propuesta acorde a las necesidades de los usuarios finales.

⁴¹ Domótica: Conjunto de técnicas orientadas a automatizar una vivienda, que integran la tecnología en los sistemas de seguridad, gestión energética, bienestar o comunicaciones.

Tomando en cuenta lo anterior, se decidió que la plataforma “*Arduino*” era la más apropiada para desarrollar este proyecto; esto no pretende restar mérito a las demás alternativas existentes en el mercado, las cuales son herramientas poderosas y con una altísima tasa de potencial, sin embargo para fines de este trabajo, se determinó que su uso no era viable, en virtud de que no cubrían a cabalidad con las especificaciones señaladas en el apartado 6.3.1 de este documento ni con lo planteado en la regla de las tres E.

8.2.2.1.8. Un poco de historia de “*Arduino*”

La tarjeta micro-controladora “*Arduino*”, nace en el año 2005, como un proyecto académico desarrollado por Massimo Banzi, profesor del Instituto de Interacción y Diseño de Ivrea, Italia; el cuál buscaba un sustituto más barato de la plataforma “*BASIC Stamp*”, cuyo costo rondaba los 100 USD y por consiguiente representaba más bien una carga financiera que una inversión para sus estudiantes (Kushner, 2011).

En este proceso, Banzi se reunía con un grupo de colegas y amigos conocedores del tema del trazado de circuitos y la arquitectura de computadoras en una bar llamado “*Bar di Re’ Arduino*”, el cual hacía referencia a un monarca italiano medieval nacido en la ciudad de Ivrea, que nunca se imaginó que su nombre pasaría a la inmortalidad no por su obra (recordado por los habitantes de la región como un estafador y soberano bastante inepto), sino por nombrar a la primera tarjeta micro-controladora de bajo costo, casi 950 años después de su muerte (Kushner, 2011).

Los primeros productos, eran tarjetas simples y con pocas funcionalidades, las cuales eran un poco más sencillas en términos funcionales que las “*BASIC stamp*”, sin embargo gozaron de una altísima popularidad entre los estudiantes y profesionistas especialistas en la materia debido al precio: 30 dólares la pieza (Kushner, 2011).

Conforme fue pasando el tiempo, la demanda fue creciendo y era evidente que se necesitaba algo más acorde a las necesidades estudiantiles, lo que implicaba que igualase o superase a su competidora “*BASIC stamp*”, bajo esta tónica conforme fue pasando el tiempo y se fue dispersando la noticia del surgimiento se fueron incorporando nuevos elementos al proyecto como es el caso del colombiano Hernando Barragán o el estadounidense David Mellies, por citar solo algunos de los miembros notables (Kushner, 2011).

Las ideas provenientes de diferentes partes del mundo, perfeccionaron la tarjeta “*Arduino*”, lo que permitió cumplir el objetivo inicial de su creador: Diseñar una tarjeta micro-controladora, enfocada a los estudiantes de las áreas relacionadas con las TIC, la cual sirviese como un curso rápido de seguir y comprender (Kushner, 2011).

Esto dio pie al surgimiento de diferentes tarjetas micro-controladoras, diseñadas para elaborar desde proyectos extremadamente básicos y simples, hasta el armado de impresoras tridimensionales de bajo costo, lo que ha permitido expandir su mercado hasta las grandes industrias multinacionales del ramo como Google o Android, las cuales han depositado grandes expectativas en el potencial de esta plataforma, debido a la gran cantidad de circuitos, aparatos, dispositivos, sensores y recursos tecnológicos que se pueden diseñar a partir de los múltiples recursos que tienen en el mercado (Kushner, 2011).

Hoy en día, “*Arduino*” es la plataforma más utilizada a nivel global, considerando que del año 2011 a la fecha, ha comercializado más de 250 mil tarjetas de sus distintas líneas, sin contar sus versiones genéricas y las falsificaciones; lo que le ha permitido convertirse en el hardware libre de referencia entre los desarrolladores (Kushner, 2011).

8.2.2.1.9. Los diferentes modelos de tarjeta “*Arduino*”

Actualmente la marca “*Arduino*”, maneja 23 modelos distintos de tarjetas micro-controladoras, las cuales se encuentran agrupadas en cuatro diferentes

clasificaciones, que indican las funcionalidades para las cuales se encuentran enfocadas, lo que define la calidad y el costo de cada tarjeta.

Las cuatro clasificaciones manejadas son las siguientes:

- *Principiante*: Sus materiales están diseñados para el aprendizaje y la inducción de personas que no están familiarizadas con el ramo de las TIC; con estas tarjetas se pueden desarrollar proyectos cuyo nivel de complejidad es bajo.
- *Características mejoradas*: Toman como base los modelos antes citados, pero a diferencia de la clasificación principiante, estos cuentan con mejoras significativas que permiten desarrollar proyectos de nivel intermedio, ideal para estudiantes de asignaturas que tienen relación con las TIC.
- *Internet de las cosas*: Enfocado a un nivel intermedio – alto, con las tarjetas de esta categoría, es posible diseñar aparatos y dispositivos utilitarios que pueden conectarse a internet, también permite la posibilidad de modificar los recursos tecnológicos ya existentes, permitiendo su plena conectividad a la red mundial de forma cableada o por medio de conexiones wifi⁴².
- *Wearables*: Son dispositivos y aparatos que pueden utilizarse como prendas de vestir (como es el caso de los relojes inteligentes), pero a diferencia de la ropa y complementos tradicionales, estos cuentan con acceso a los diferentes recursos de las TIC, ya sean servicios o redes con diferentes propósitos. Este tipo de recursos enfocados a un nivel intermedio – alto, permite el diseño y construcción de este tipo de tecnología.

Cabe señalar, que en cada una de estas clasificaciones, existe una gran variedad de placas (Figura 40), que tienen características específicas, las cuáles sirven como parámetro elemental para determinar su funcionalidad y para qué tipo de proyectos son óptimas.

⁴² Wifi: Mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.

Figura 40: Clasificación de las tarjetas de “Arduino” y modelos disponibles por categoría

| Principiante | Características mejoradas | Internet de las cosas | Wearable |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • UNO • Leonardo • 101 • Esplora | <ul style="list-style-type: none"> • Mega • Zero • Due • Mega ADK • M0 • M0 Pro | <ul style="list-style-type: none"> • Yún • Ethernet • Tian • Industrial 101 • Leonardo ETH • MKR Fox 1200 • MKR WAN 1300 • MKR GSM 1400 | <ul style="list-style-type: none"> • Gemma • Lilypad Arduino USB • Lilypad Arduino Mainboard • Lilypad Arduino Simple • Lilypad Arduino Simple SNAP |

Fuente: Arduino (2010).

Una vez descrito el panorama completo de los diferentes modelos, funcionalidades, alcances, limitaciones y precios de cada una de las tarjetas micro-controladoras que maneja la marca “Arduino”, se procedió a elegir la opción más idónea con base en las características del fabricante, el cumplimiento de las especificaciones expresadas en el punto 6.3.1 de este trabajo y las recomendaciones dadas por organismos como la CEPAL y el BID, se determinó que el modelo “Arduino UNO”, era el más apropiado para la construcción del dispositivo encargado de monitorear las variables de control del ciclo de vida del agave mezcalero.

8.2.2.1.10. “Arduino UNO”: Justificación de selección

“Arduino UNO”, es la tarjeta micro-controladora más básica de la línea que maneja la marca (Figura 41), y es utilizada principalmente como un recurso de aprendizaje entre los cuadros académicos y los estudiantes de electrónica y otro tipo de tecnologías; sin embargo sus características técnicas y las necesidades inmediatas de los usuarios finales, hacen que sea la más apropiada para la construcción de la propuesta de dispositivo.

Figura 41: Tarjeta micro-controladora “Arduino UNO”



Fuente: Arduino (2017).

La plataforma “*Arduino UNO*”, fue seleccionada debido a que presentó las siguientes características, que la hacen propicia para la construcción de un dispositivo complementario, efectivo y de bajo costo:

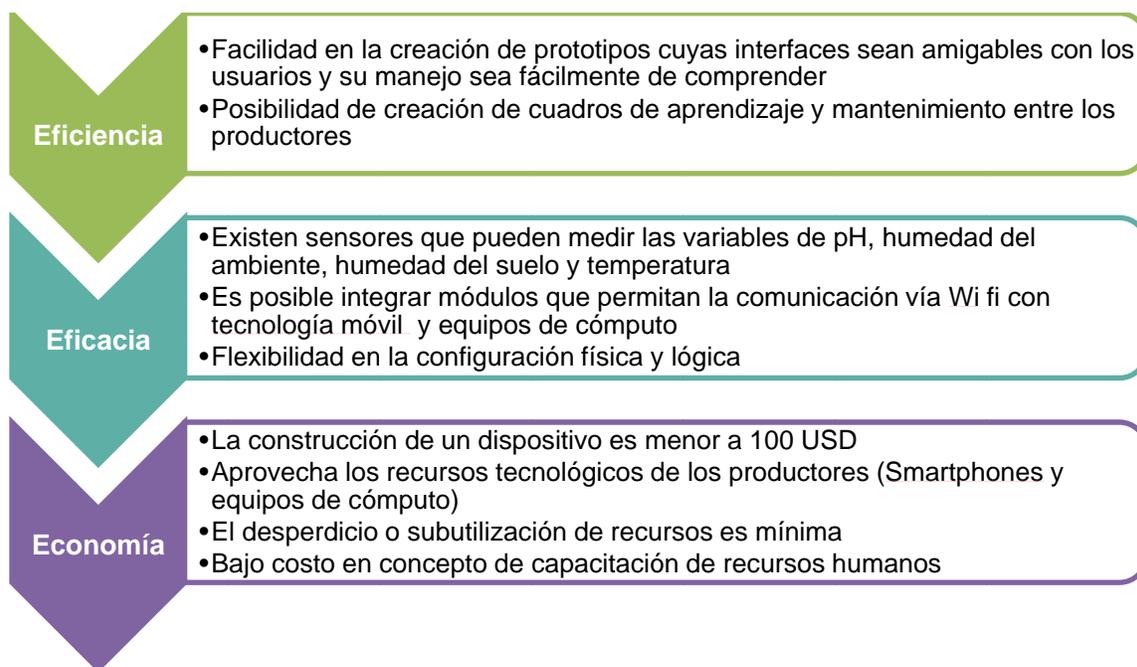
- *Económico*: Los modelos “*Arduino UNO*” en México se pueden encontrar en precios que oscilan entre los 7 y los 10 dólares, en comparación con otros modelos de la marca y las tarjetas de otras marcas.
- *Arquitectura y configuración libre*: Se puede configurar la arquitectura y configuración de la tarjeta de acuerdo a las necesidades presentadas por los usuarios finales, lo que permite construir gran variedad de dispositivos y aparatos, los cuales se convierten en un traje a la medida de las especificaciones del usuario.
- *Optimización de recursos*: Tomando en cuenta que sólo contamos con cuatro variables a monitorear, es necesario ver cuántos puertos se necesitarán para conectar los circuitos necesarios, al ser cuatro sensores, un adaptador Wifi, una pantalla en caso de requerir ver los datos sin

conexión Wifi y una fuente de corriente se utilizarán 6 puertos. “*Arduino UNO*” cuenta con seis puertos para sensores y uno de energía, por lo que todos los puertos se utilizarían de forma total, disminuyendo el desperdicio y la subutilización de recursos; aunque se podría utilizar otro modelo más complejo de la marca y con más puertos, estos son mucho más caros (oscilando los precios entre los 25 a 150 dólares) y el resultado de acuerdo con las proyecciones hechas con la ayuda de especialistas sería el mismo y muchos de los recursos de conectividad quedarían sin utilizar, lo que los hace inviables.

- *Multiplataforma*: Aunque es una realidad de que las plataformas Windows y Android son las más utilizadas en computadoras y dispositivos móviles, toda regla siempre tiene excepciones; considerando que se pretende llegar a la mayor cantidad de usuarios, se seleccionó esta plataforma debido a que es compatible con los principales sistemas operativos de dispositivos móviles y computadoras, lo que permite incrementar el número de personas que los utilicen, da pie a un potencial crecimiento a mediano y largo plazo y reduce potenciales problemas relacionado con la compatibilidad del dispositivo con los recursos con los que cuentan los productores.
- *Experiencia en entornos agrícolas*: En los últimos años los pequeños productores agrícolas de nuestro país han buscado plataformas más económicas y efectivas que se adapten a su realidad social y económica, dentro de este contexto, “*Arduino UNO*” ha sido la plataforma más utilizada en nuestro país, debido a su reducida curva de aprendizaje, fácil manejo y economía; por lo que alumnos de instituciones educativas como el IPN, la UNAM, la UAM o la Universidad Autónoma de Chapingo, han desarrollado proyectos experimentales enfocados a la producción agrícola de los pequeños y medianos productores, con resultados satisfactorios, lo que sienta un precedente significativo a tomar en cuenta al momento de la elección de la plataforma; en cambio los proyectos desarrollados en otros modelos de la marca y plataformas, son reducidos lo que les restó viabilidad para los fines de este trabajo.

Por otro lado, en este trabajo se ha hecho hincapié en que la plataforma seleccionada debe cumplir con las características estipuladas en la regla de las tres E, las cuales son economía, eficiencia y eficacia, lo que en suma trae como resultado la efectividad del dispositivo; después de analizar las siguientes características se puede observar que la plataforma cubre los puntos más importantes de la regla, por los hallazgos que se describen en la figura 42.

Figura 42: ¿Por qué “Arduino UNO” cumple con la regla de las tres E?



Fuente: Elaborado a partir del análisis de las especificaciones técnicas del usuario y comparación de costos entre las múltiples opciones por el autor.

Una vez que se seleccionó la plataforma con base en los criterios mencionados, podemos afirmar que se tuvo un avance significativo en la construcción del dispositivo propuesto; en este escenario es posible que el lector tenga la duda razonable de cómo va a medir el dispositivo las variables de pH, humedad de suelo y el ambiente, así como la presencia de plagas en un entorno abierto.

Para aclarar la duda, utilizamos el siguiente paso que consiste en seleccionar los circuitos que realizarán la medición de las variables y que permitirán la comunicación entre dispositivos móviles y/o computadoras del productor por medio de la red Wifi.

8.3. Los componentes de la propuesta de dispositivo

La siguiente propuesta de dispositivo, se encontrará conformada tanto de hardware, concepto que se refiere a todos los componente tangibles del mismo; software, el cual engloba a los programas de cómputo, aquellos elementos intangibles del mismo y fuente de alimentación de energía y el canal de comunicación con las ondas radioeléctricas.

En el caso del hardware, los componentes que lo integrarán la tarjeta micro-controladora modelo “*Arduino UNO*”, que se seleccionó para este trabajo; así como los circuitos, los cuales son pequeños dispositivos que pueden ser sensores, detectores, comparadores y/o procesadores, que permiten el funcionamiento automático de una máquina o sistema digital o de tipo mecánico-analógico (Mignot, 1980).

El Software, se encuentra compuesto por los lenguajes de programación con el cual se configuró el hardware y se construyó la interfaz de usuario; también lo compone el sistema operativo donde se instalará el programa de aplicación y la interfaz misma.

Por otro lado, el sistema de alimentación aunque es un elemento tangible, este no es en un sentido estricto parte del hardware, ya que este puede ser compatible con otros dispositivos e incluso aparatos que nada tienen que ver con las TIC en su conjunto, por tal motivo se dirá que se trata de aparatos que permiten la alimentación energética del dispositivo, así como la regulación del flujo de energía eléctrica.

Como último componente, tenemos el canal de comunicación con el espacio radioeléctrico, esto incluye a todos aquellos dispositivos y software, requerido para que la terminal móvil y el dispositivo, establezcan comunicación que aunque se refiere a un hardware y software particular, estos merecen comentarios aparte por las características particulares de su funcionamiento.

8.3.1. Sensores de variables que integrarán el dispositivo

Con la identificación de las variables que debe medir el dispositivo, se establecen las bases que permitirán la selección idónea de los sensores para recolectar los datos que se van a procesar, los cuáles servirán de parámetros en el diseño de las alertas que enviará el dispositivo, por otro lado se debe tomar en cuenta que la conexión con otros dispositivos por medio de la red Wifi, implica instalar otros circuitos en el prototipo, de tal forma que esta pueda decodificar dicha señal y entablar la comunicación de forma adecuada.

Actualmente, existen circuitos elaborados por distintos fabricantes, los cuales son accesibles al bolsillo de la mayoría de las personas y también son compatibles con todas las plataformas existentes en el mercado, por otro lado estos mismos circuitos están diseñados para que puedan medir las variables antes citadas, dejando al constructor únicamente la tarea de su configuración lógica, de tal forma que pueda establecer tareas específicas acorde a sus necesidades y objetivos.

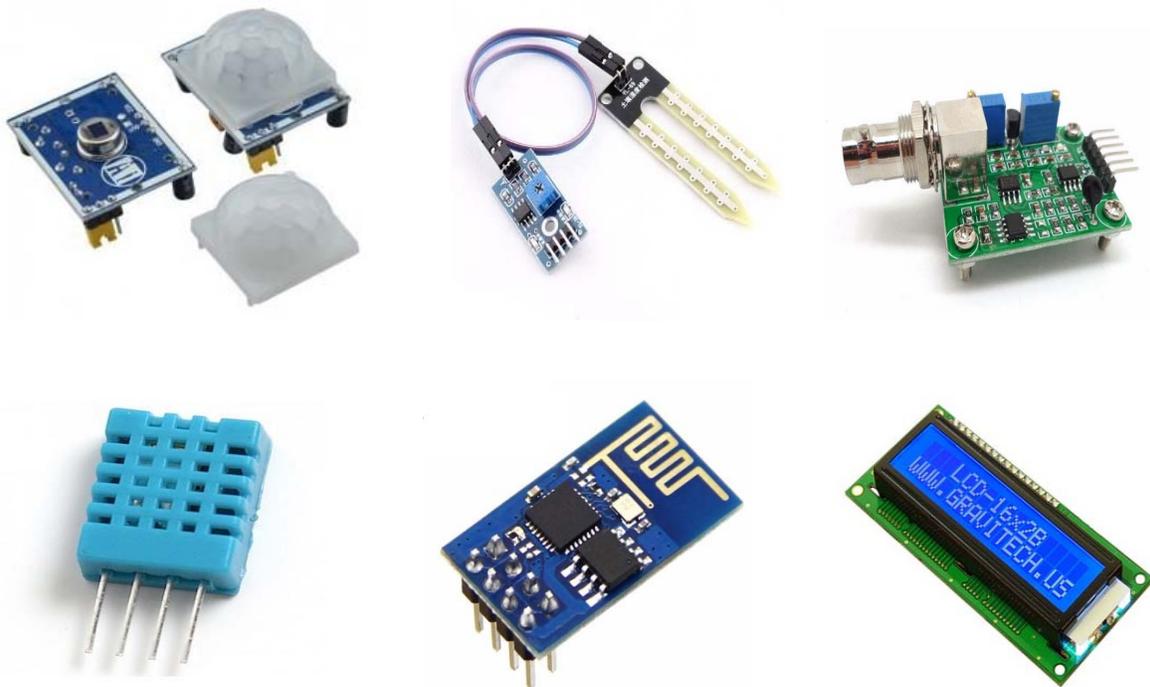
Basados en lo anterior, se procedió a buscar y seleccionar los circuitos que fuesen capaces de medir las variables: pH del suelo, humedad del suelo, del ambiente y presencia de plagas, así como los complementos que permitiesen al dispositivo conectarse a otros recursos similares y transmitir su información por medio de Wifi, arrojando resultados variados e interesantes.

En el caso de las variables humedad del suelo y el ambiente, existen los circuitos que realizan la medición sin ningún problema, lo que facilitó de forma significativa la construcción del dispositivo, una situación similar se presentó en el caso del módulo que permite conectar el prototipo a los diferentes canales inalámbricos que existen en el espacio radioeléctrico.

Para los casos específicos de las variables pH y presencia de plagas, hubo que improvisar la solución, considerando que los circuitos observados no existen como tal en el mercado o presentaban variaciones que los hacían adecuados para otro tipo de actividades, bajo esta tónica se buscó asesoría de especialistas en la

materia y se analizó los dispositivos más propicios a este trabajo, lo que permitió implementar circuitos que aunque tienen otra finalidad, pueden ser aprovechados para medir estas variables, basados en las características de las variables y el entorno.

Figura 43: Circuitos que conformarán el dispositivo en orden de aparición; sensor de movimiento, sensor de humedad de tierra, medidor de pH, sensor de humedad ambiental y temperatura, módulo Wifi y pantalla LCD



Fuente: Mercado Libre (2017)

Con este escenario, los circuitos que se seleccionaron para la construcción del prototipo se presentan a continuación con una breve descripción de su funcionalidad:

Sensor de movimiento HC-SR501

Este tipo de circuitos están diseñados para detectar cualquier tipo de movimientos, incluyendo algunos que son imperceptibles para el ser humano, en el entorno donde se encuentre instalado por medio de un poderoso sensor infrarrojo, haciéndolo una herramienta extremadamente sensible y efectiva.

Se determinó que basado en sus características, su implementación ayudaría a la detección de plagas, en virtud de que algunos de los depredadores del agave (como es el caso de los gusanos barrenadores, la grana cochinilla o el conejo de monte), presentan movimientos que van de los erráticos y llamativos a los que son silenciosos o poco perceptibles, al detectar movimientos por medio de una combinación de movimiento y calor, lo hace una herramienta propicia para detectar plagas, aunque en realidad no se encuentre diseñado para este fin.

El costo promedio de este circuito es de 35 pesos mexicanos al último trimestre de 2017, oscilando los precios entre los 20 y los 50 pesos por pieza; se determinó que era apropiado en consideración de su economía, calidad y resistencia.

Sensor de humedad del suelo de tierra YI-69

El siguiente sensor se compone de un par de varillas paralelas que se clava en el suelo, las cuales van arrojando información de la humedad imperante en el suelo, medida por medio de porcentajes, posee un módulo que puede conectarse a la tarjeta de “*Arduino UNO*”.

Como es evidente, se utiliza este componente para medir el nivel de humedad que existe en el suelo, ya que con dicha información, se pueden ejecutar medidas correctivas adecuadas encaminadas a equilibrarla, considerando que el exceso de humedad puede ocasionar lo que los productores llaman “*podrición*” del maguey, que no es otra cosa que la muerte de la planta por exceso de agua.

Los costos de este circuito oscilan entre los 59 y 28 pesos, siendo el más habitual el de 35 pesos la pieza, considerando la calidad, la funcionalidad y especificaciones del fabricante, lo hacen una alternativa técnicamente y económicamente viable.

Módulo de medición de pH del suelo PH-4502C

La medición de esta variable representó un reto significativo, si tomamos en cuenta que de momento las líneas de circuitos de hardware libre, no manejan medidores de pH enfocados al suelo; sin embargo, abundan en el mercado los

medidores de este dato para líquidos, los cuales son relativamente económicos y fáciles de configurar.

Por tal motivo se probó con dos alternativas para determinar cuál de estas era la más viable para la medición de esta información, la primera consiste en la modificación del circuito para que pudiese medir variables del suelo y la segunda encontrar alguna forma acuosa para que esta información se pudiese recopilar.

En el caso de la primera alternativa, se probó que de momento no era viable, considerando la complejidad de modificar el código y la arquitectura del circuito, lo cual impactaría de forma negativa en la variable economía de la regla de las tres E, por lo que hasta este momento se sigue con la búsqueda de alternativas adecuadas para la medición por tierra, aunado al hecho de que el rendimiento del circuito se veía alterado de forma significativa.

Ante esta situación, se decidió optar por la segunda alternativa, que consiste en mantener la medición del pH por medio de la toma de una muestra de tierra y disolviéndose esta en algún reactivo líquido o sustancia químicamente inerte, como es el caso del alcohol etílico o agua de garrafón o destilada, las cuales se encuentran al alcance de cualquier persona.

En términos económicos, este circuito tiene un comportamiento desigual en materia del precio, el cual oscila entre los 275 pesos con sonda, hasta los 1500 pesos, dependiendo del proveedor, por lo que se procedió a su importación, ya que con impuestos el costo total era de 380 pesos.

Su calidad en materia de rendimiento, resistencia y utilización, fue otro de los motivos que influyó en su selección, ya que es un circuito bastante popular en la construcción de este tipo de sensores.

Sensor de humedad y temperatura ambiental DHT-11

Los circuitos modelo DHT-11, tienen la funcionalidad de medir la humedad y temperatura del medio ambiente y la posibilidad de expresar la medición de la temperatura en grados centígrados o Fahrenheit, dependiendo de la configuración

lógica del circuito; por otro lado la humedad se mide en porcentajes, considerando que es la unidad estándar de esta variable.

El criterio utilizado para la selección de este componente, es la preferencia de los expertos en la construcción de módulos y dispositivos que miden las anteriores variables, en virtud a su exactitud, calidad y resistencia, así como su precio, el cual promedia en los 25 pesos por unidad, dependiendo el fabricante o el proveedor.

Su integración al dispositivo, se justifica porque también es necesario monitorear principalmente la humedad del entorno para proteger a la planta de esta variable que puede influir de forma negativa en el crecimiento del agave.

Módulo inalámbrico Wifi ESP-8266

El costo promedio de este módulo compatible con diferentes plataformas, aunque fue diseñado ex profeso para “*Arduino*”, es de 95 pesos en México, en consecuencia lo hace la alternativa más viable desde el punto de vista técnico y económico.

El otro componente se trata de un circuito que decodifica las señales inalámbricas Wifi, lo que permite establecer conexión a internet y a toda aquella tecnología móvil que tenga acceso a las redes, lo que permitiría transmitir información a dispositivos como computadoras de escritorio y portátiles, celulares y otro tipo de dispositivos móviles.

Esto ayudará al dispositivo a transmitir la información por medio de alertas a los dispositivos móviles de los productores, indicando un desequilibrio en el entorno donde crece el agave, con la finalidad de que tomen las medidas correctivas que crean pertinentes.

Hoy en día, es uno de los circuitos más utilizados por los desarrolladores debido a que es uno de los recursos más estables, resistentes y que tiene una curva de aprendizaje baja, en materia de configuración física y lógica, lo que disminuye el tiempo invertido en la integración de este circuito al dispositivo.

Pantalla LCD para la visualización de datos 1602A

Incluir este tipo de pantallas en un dispositivo que mantiene comunicación con la tecnología móvil, se debió al hecho de que en determinado momento, como resultado de la acción ambiental o por razones directamente imputables a los proveedores de los servicios de internet y conexos (como mantenimiento de infraestructura, fallos en la red Wifi o cortes de energía), puede significar la interrupción del funcionamiento del dispositivo.

Por tal motivo, se decidió implementar una pantalla LCD que mostrase la información correspondiente con las alertas de forma paralela a la transmisión móvil, permitiendo al dispositivo mantener un cierto grado de autonomía en su funcionamiento, en caso de presentar alguna falla de esta naturaleza.

En función a lo descrito, se determinó que el circuito más adecuado para esta función, era la pantalla genérica modelo 1602A, debido a su precio, calidad y popularidad entre los círculos de desarrollo de dispositivos por medio de hardware libre.

El precio promedio de esta pantalla en México, es de 40 pesos, lo que la hace una alternativa accesible y viable.

En función a lo planteado, los elementos confiables para este prototipo son los circuitos descritos, en ese sentido serán considerados como los componentes que integrarán el dispositivo, permitiendo la medición de las variables pH, humedad del suelo y ambiente, así como detección de plagas; de la misma forma permitirán la conexión vía Wifi a los dispositivos móviles lo que le permitirá la transferencia de información y el envío de alertas, así como una alternativa de funcionamiento en caso de la interrupción del servicio.

Sin embargo, es posible que exista en el lector de esta investigación, la duda razonable de cómo sería la alimentación de la energía de este dispositivo, debido a que si se habla de sustentabilidad, la utilización de pilas de ácido, lo haría ambientalmente inviable por su naturaleza altamente contaminante.

8.3.2. Componentes que integrarán el sistema de alimentación eléctrica del dispositivo

El sistema de alimentación eléctrica, es definido como “*el mecanismo que permite suministrar a una máquina o dispositivo cualquiera la energía o las materias primas necesarias para que funcione o llene su cometido*” (Mignot, 1980).

Tomando como punto de partida la anterior definición, se puede deducir que las fuentes de alimentación de energía, no necesariamente se tratan de circuitos, debido a que pueden tener compatibilidad con mecanismos o aparatos analógicos o digitales, sin embargo a pesar de la anterior clasificación, la existencia de los circuitos es indisoluble de las fuentes de alimentación eléctrica, ya que sin esta última, los primeros no pueden funcionar.

Actualmente el uso de pilas de ácido y las pilas recargables de poliacetileno y litio, son las fuentes de energía más utilizadas en medios portátiles y móviles alrededor del mundo, sin embargo en el caso de las primeras los componentes que las integran son elevadamente contaminantes, en el caso de las segundas aunque más limpias, son más costosas y escasas.

Por tal motivo, nos enfocamos a encontrar una fuente energética que conjugara un correcto funcionamiento del dispositivo, con la factibilidad ambiental, permitiendo generar un recurso efectivo y sustentable.

Figura 44: Componentes que integrarán el sistema de alimentación eléctrica del dispositivo en orden de aparición; celda solar portátil, pila de gel y transformador de voltaje



Fuente: Mercado libre (2017).

Basados en los anteriores criterios, se determinó que la fuente de energía más limpia y accesible hasta el momento para este tipo de tecnología era la solar, por lo que una vez tomada esta decisión, se diseñó un circuito de alimentación eléctrica que permitiese la carga de energía sin importar el clima o la hora del día, y por otro lado que permitiese regular la intensidad del voltaje, con la finalidad de proteger los circuitos y la plataforma donde se montó el dispositivo.

El resultado propuesto es una fuente de alimentación que se compone por una celda solar portátil para celular, una pila de gel de 12V y un transformador de voltaje, cuyas características se describen a continuación.

Celda solar portátil para celular de 12V

En los últimos años, la omnipresencia de los dispositivos móviles en nuestra vida cotidiana, ha modificado nuestras necesidades energéticas, de tal forma que muchas veces es necesario cargar de energía dichos recursos en lugares donde no existen fuentes de alimentación a la mano.

Las fuentes más utilizadas para proveer de energía las plataformas “*Arduino*”, generalmente son las pilas de ácido o las recargables de poliacetileno, con un voltaje de 9V, sin embargo este recurso presenta dos inconvenientes significativos: la carga de batería se consume en un promedio de tres días con un uso intensivo, lo que implica cambiar constantemente este tipo de fuentes, generando un alto grado de contaminación.

Económicamente hablando, tampoco son viables, debido a que la inversión que implica la adquisición paulatina de baterías de ácido, lo que en un mediano y largo plazo, incrementaría de forma significativa el costo del dispositivo propuesto, haciéndolo inviable.

Dentro de este contexto, se optó por las nuevas fuentes de energía portátil existentes en el mercado, las cuales han sido diseñadas para teléfonos celulares, como es el caso de las celdas solares portátiles, donde se puede conectar

cualquier dispositivo móvil y se puede garantizar la alimentación de las mismas mientras exista luz del sol.

El costo promedio de una celda solar para cargar un celular es de 300 pesos, que aunque suene costoso en una primera instancia, también es una inversión a un mediano y largo plazo considerando su durabilidad y resistencia al medio ambiente, lo que lo convierte en una alternativa viable.

Sin embargo a pesar de sus ventajas económicas y ambientales, presenta también desventajas, como es el caso de que el funcionamiento queda supeditado a la presencia de luz solar, factor que puede influir de forma negativa en el funcionamiento del dispositivo.

Otro aspecto a considerar, es que el estándar de las existentes de 6 y 12V, lo que significa un inconveniente en el funcionamiento del dispositivo, ya que una carga menor de la especificada (9V) impide que encienda el dispositivo; en cambio una carga mayor, incrementa el riesgo de choque eléctrico y consiguiente corto circuito de los componentes de este dispositivo.

A pesar de la anterior situación, que en primera instancia puede dar la falsa idea de que se trata un dispositivo inviable energéticamente, actualmente existen en el mercado transformadores de voltaje, que permiten suministrar el flujo de corriente adecuado para el dispositivo propuesto, ante esta alternativa, se decidió implementar una celda solar portátil de 12V, junto con un transformador de voltaje, para garantizar su correcto funcionamiento.

Pila de gel 12V

Es posible que en lector surja la duda de ¿Cómo funcionará el dispositivo, si la carga de energía, se interrumpirá en caso de presentarse un día nublado o cuando llegue la noche? Dicha situación en caso de presentarse representaría un problema importante, para el funcionamiento del dispositivo de forma constante sin importar el clima o la hora del día.

Analizando las alternativas viables en el mercado, se pensó utilizar inicialmente, una pila para celular de reserva como depósito de energía, sin embargo esta presentó el inconveniente de ser incompatible con el voltaje requerido con la plataforma “*Arduino UNO*”, en virtud de que la pila manejaba un voltaje de 5V en contraste con la tarjeta micro-controladora que requiere un voltaje estándar de 9V.

Quizás lo primero que venga a la mente de cualquier persona en esta situación, es cambiar dicha batería por una de 9V, sin embargo la anterior solución, aparentemente obvia, no es tan sencilla debido a que el estándar de los dispositivos móviles que se utilizan hoy en día es 5V, 6V, 12V y 18V, lo que implicaba un déficit en su carga energética o el peligro de sobrecarga en la plataforma seleccionada.

Ante tal panorama, fue necesario buscar alternativas, siendo la solución provisional más viable las pilas de gel, las cuales son en realidad pequeños acumuladores de voltaje, que se utilizan en vehículos como motocicletas o como alimentadores de energía en pequeños sistemas de iluminación.

Cabe señalar que aunque se seleccionó una pila de gel de 12V, debido a que era el voltaje más aproximado a los 9V y es el estándar en los países americanos, la carga de energía requerida por la tarjeta “*Arduino*”, es extremadamente rara en nuestro continente, lo que dificulta encontrar alguna pila (ya sea de gel o para celular) recargable.

El costo promedio de una pila de gel es de 12V para uso doméstico, es de 600 pesos, lo que lo hace el recurso más caro de todo el dispositivo, sin embargo esto garantiza un funcionamiento ininterrumpido que permite un control y monitoreo constante de las variables; es importante aclarar que la pila de gel debe ser doméstica, ya que existen diseñadas para vehículos, cuyo funcionamiento es incompatible con el objetivo que se desea, además de que su costo es mucho más elevado (un promedio 2500 pesos con un voltaje de 12V).

Transformador de voltaje

Considerando que el estándar tanto de las celdas solares, como de las pilas de gel es el de 12V, es evidente que aún falta algún mecanismo que permita reducir el voltaje de estos componentes, ya que en caso contrario el peligro de cortocircuito en el dispositivo incrementa de forma importante.

Por tal motivo, antes de conectar directamente el dispositivo a la fuente de alimentación, es necesario medir la intensidad de la corriente para garantizar el flujo eléctrico adecuado, con la finalidad de permitir el óptimo funcionamiento de este recurso, lo cual se logra mediante la implementación de un transformador de voltaje.

De acuerdo con el diccionario Larousse de ciencia y tecnología, un transformador de voltaje es *“un aparato empleado para elevar o reducir las tensiones eléctricas o para hacer variar alguna de las características de las corrientes alternas”* (Mignot, 1980).

En este caso, el aparato empleado será un transformador de voltaje con salida de 9V, lo que implica una reducción de 3V, lo que reducirá de forma drástica el riesgo de cortocircuito en el dispositivo o alguno de los circuitos o componentes que lo integran.

Este aparato, que actualmente ha presentado una reducción de tamaño significativa, a tal grado que es equiparable al de la mitad de un disco duro externo, tiene un costo promedio de 150 pesos mexicanos, haciéndolo una alternativa obligatoria, que en un mediano y largo plazo, garantizará el correcto funcionamiento del dispositivo, con un incremento de su esperanza de vida útil.

8.3.3. Configuración lógica de los circuitos y programación de la interfaz

8.3.3.1. Configuración lógica de los circuitos que componen el dispositivo

Aunque se encuentra perfectamente identificado el funcionamiento de cada circuito y componente del dispositivo, estos no tienen funcionalidad propia por sí

mismos, por lo que es necesario configurarlos de forma manual, con la finalidad de indicar rangos y valores, lo que dará la pauta del funcionamiento deseado por el desarrollador y por el usuario.

El lenguaje de programación empleado para este fin, es un lenguaje propietario de “*Arduino*” basado en C, esto lo hace casi idéntico a este último, por lo que cualquier desarrollador que haya utilizado el lenguaje de programación C o alguna de sus variantes como C++, C# u otros, puede programar los circuitos con relativa facilidad.

Por otro lado, aunque el aprendizaje de un lenguaje de programación requiere de tiempo y esfuerzo por parte del desarrollador, el conocimiento del lenguaje al que hacemos referencia es solo de los aspectos esenciales, también se caracteriza como un lenguaje de desarrollo de programas de cómputo y configuración de hardware, estándares utilizados hoy en día.

8.3.3.2. Construcción y configuración de la interfaz de usuario

Antes de decidir, que tipo de interfaz de usuario era la más óptima, fue necesario analizar factores como el tipo de dispositivos que más utilizan los productores, cuál es el que cuenta con mayor tasa de crecimiento en un ejercicio de previsión a mediano y largo plazo, qué sistema operativo tienen implementado y qué restricciones legales y técnicas cuentan cada uno de los sistemas operativos instalados en dichos dispositivos.

Considerando que el teléfono celular inteligente es el dispositivo móvil que presenta mayores tasas de crecimiento tanto en el municipio de Santiago Matatlán, como en el estado de Oaxaca; además del hecho de que se trata de un recurso cuya difusión se ha generalizado entre los productores de mezcal artesanal y demás miembros de la cadena productiva que la integran (como es el caso de los cultivadores, cosechadores, distribuidores, etc.), se decidió que fuese una aplicación móvil (app), para este tipo de dispositivos.

Este programa cuyo funcionamiento se encuentra enfocado a dispositivos móviles (principalmente celulares y tablets), tiene la ventaja de que además de una fácil construcción, su instalación es de tipo empírico, la cual se lleva a cabo por medio de la descarga de internet de este software, a través de un repositorio, a la terminal y este lleva a cabo el resto de la configuración, lo que no representa mayores dificultades para el usuario final.

Al decidirse lo anterior, se determinó que dicha aplicación, sería compatible con sistemas operativos móviles de tipo Android, considerando que la gran mayoría de los productores utiliza dispositivos móviles con este sistema operativo instalado y por otro lado, por la flexibilidad en materia de desarrollo que brinda; ya que cuenta con menos restricciones en materia de diseño y desarrollo en comparación con otros similares (como es el caso de IOs de Apple o los desarrollados por Microsoft).

Lo anterior, no impide que en un mediano o largo plazo, se extienda la compatibilidad de la aplicación, a más sistemas operativos móviles, pero para ello es importante realizar más estudios de viabilidad y diseño de esta propuesta de dispositivo.

En función a lo descrito, se decidió que la app, tendría que ser construida en el lenguaje Java, el cual es un lenguaje de programación orientado a objetos, lo que se justifica en el hecho de que en este lenguaje de programación, se desarrolló el sistema operativo Android, lo que garantiza un mayor grado de compatibilidad de esta interfaz de usuario, con el sistema operativo de los dispositivos móviles.

8.3.4. Canal de comunicación a las señales radioeléctricas

Se determinó que la alternativa de las señales radioeléctricas era Wifi, en virtud de que la mayoría de los celulares con los que cuentan los usuarios son dispositivos móviles, que se caracterizan por tener acceso a este tipo de señales, además de acuerdo a la encuesta levantada entre los productores, la mayoría cuenta con dispositivos Módem, el cual permite el acceso a internet.

Es probable que existan ciertas dudas de la viabilidad de la implementación de este recurso, basado en el alcance del mismo, considerando que de acuerdo con el proveedor de servicios de telefonía fija, móvil, televisión de paga e internet, Teléfonos de México, un Módem tiene un alcance promedio de 50 metros (Telmex, 2017).

Cabe señalar, que esta especificación es parcialmente cierta, ya que los proveedores de internet, realizan las especificaciones técnicas de los dispositivos de acceso a internet, enfocadas a una realidad urbana, debido a que la mayoría de los usuarios de internet y telefonía celular, se encuentran aglutinados en los núcleos poblacionales de más de 15 mil habitantes, de acuerdo con las estimaciones de la CEPAL y el Gobierno de la República (2010).

En el escenario expuesto, es sumamente importante aclarar, que el funcionamiento del espectro radioeléctrico en los entornos rurales, es completamente diferente al de las zonas urbanas, como resultado de diferentes factores que se citan a continuación:

- El gran número de señales celulares, de internet, de telefonía, microondas y de otro tipo de espectro radioeléctrico, genera un elevado grado de contaminación electromagnética en los núcleos urbanos, mermando el funcionamiento y el alcance de este tipo de señales.
- La abundancia de construcciones con estructuras de acero, cobre, níquel o cualquier otro metal, así como la gran cantidad de edificaciones aglutinadas en las extensiones urbanas, contribuyen al incremento de la interferencia de las señales de comunicación.
- Gran cantidad de objetos metálicos presentes en los núcleos urbanos, como es el caso de llaves, automotores, buzones y objetos utilitarios de diversa índole con forma plana, los cuáles también ocasionan contaminación en las señales, al absorber la señal, para que pueda transmitir y amplificar, es necesario contar con objetos de forma cóncava y colores reflejantes (Giancoli, 1997).

- Aparatos como hornos de microondas, estéreos y/o equipos de sonido, cámaras fotográficas y de video digitales, generan pulsos electromagnéticos que van de débiles a elevados, lo que interfiere en el correcto funcionamiento de las TIC.
- Una gran presencia de colores mate, ocasiona que las señales sean absorbidas, generando interferencia destructiva, ya que no se transmiten y desaparecen (Giancoli, 1997).

Observando los factores anteriores, el lector podrá tener una idea más clara del funcionamiento de las TIC en las regiones urbanas y porque se tiene una gran cantidad de fallas y limitantes, como resultado de una sobresaturación de dispositivos, señales y metal de forma plana, los cuales abundan en las poblaciones de más de 100 mil habitantes.

Aunque es innegable que las TIC en su conjunto son aún incipientes en los entornos rurales, es innegable que el funcionamiento de estos recursos tecnológicos es más eficiente en este tipo de regiones debido a que presentan menor cantidad de interferencia.

Lo expuesto se explica como consecuencia de la escasa población presente en las comunidades, el número pequeño de TIC en poder de los pobladores en comparación con las ciudades grandes y pequeñas, así como el número reducido de edificaciones con estructuras metálicas y su dispersión en la extensión territorial donde estas se encuentran asentadas.

Haciendo pruebas de campo en zonas rurales, se observó que el acceso a internet, así como en los diferentes recursos TIC, era de una calidad superior, siempre y cuando se encontrase cerca de las antenas satelitales y comunicaciones, dentro de un radio promedio de 5 kilómetros a la redonda, superando esta distancia el funcionamiento era completamente nulo.

Santiago Matatlán, es un caso muy curioso, debido a que los sembradíos y las destilerías de mezcal se encuentran a las afueras del pueblo, por lo que están

dentro del rango de transmisión de señal, lo que simplifica el problema de potenciales fallas de conectividad en la señal Wifi.

Por otro lado, la cabecera municipal cuenta con conectividad radioeléctrica por parte de los proveedores de los distintos servicios de telecomunicaciones (como es el radio, el internet, la televisión y las señales de telefonía móvil), lo que garantiza que los usuarios de este tipo de TIC, tienen acceso tanto a los canales de comunicación como a las terminales.

También se debe tomar en cuenta que las destilerías y campos de cultivo, generalmente se encuentran ubicados a un costado el uno del otro, por lo que es habitual que la destilería cuente con Módem dentro de sus instalaciones, debido a que en la mayoría de los casos también sirven como estanco para la venta de sus diferentes productos.

Se determinó por medio de pruebas de campo, que la ausencia de contaminación electromagnética, duplicaba el alcance de los Módem de diferentes marcas y modelos, pasando de un promedio de 50 metros de alcance a 100 metros de alcance.

A pesar de que es una extensión respetable en términos urbanos, en términos rurales aún se trata de una distancia bastante modesta, a fin de ampliar su radio de acción se implementó una antena repetidora de señal omnidireccional⁴³ compatible con los dispositivos de acceso a internet (Figura 45), lo que ayudo a multiplicar por cinco el alcance, dando como resultado una distancia de 500 metros del punto de acceso a la señal de internet.

El costo promedio de este tipo de antena, es de 350 pesos (unos 18 dólares), lo que permite incluirla como un recurso complementario que se encuentra dentro del rango económico en cuestión.

⁴³ Aunque existen antenas que pueden amplificar la señal de internet y celular hasta 1200 metros, el costo promedio de estas que en promedio es de 150 dólares, hacen que sean inviables desde un punto de vista económico, ya que incrementarían el costo de todo el dispositivo con sus complementos y el objetivo es buscar alternativas complementarias y económicas.

Sin embargo a pesar de ello, se debe considerar que los terrenos en promedio, tienen dimensiones de 1000 metros por 800 metros, lo que implica que el alcance de este dispositivo es aún insuficiente, ya que es necesario incrementar, en un 75% por lo menos el alcance de la señal, que aunque existe tecnología que puede hacer lo anterior, es económicamente inviable para una producción artesanal.

Figura 45: Antena amplificadora de señal



Fuente: Mercado Libre México (2017)

Buscando alternativas económicamente viables, se encontró de forma circunstancial un experimento de física, que es extremadamente barato y que permite amplificar la señal de una forma significativa y económica, con recursos cotidianos que muchas veces son vistos como basura.

Dicho experimento, es la instalación de un metal cóncavo en la antena repetidora del módem, lo que permite la amplificación de la señal, ya que la transmisión de toda onda electromagnética se amplifica en superficies reflejantes y de forma curvada, siendo las latas de bebidas (refrescos, cerveza, etc.) sin la tapa superior, el recurso ideal para conseguir ampliar el radio de funcionamiento de este recurso (Figura 46).

Figura 46: Instalación de una lata de bebida como amplificador de señal Wifi



Fuente: Adaptación de dominio público (2017),

La justificación de esta selección se debe a que la superficie cóncava de la lata, aunado a que presenta una superficie reflejante, gracias al color metálico de su interior, permiten la amplificación de la señal, como resultado del efecto espejo, imperante en este tipo de objetos (Giancoli, 1997).

Las pruebas, determinaron que el alcance se incrementó en poco más de 100% el alcance de la señal en el terreno (hasta 1200 metros), encontrando una solución inesperada y casera a una problemática que presentó cierto grado de dificultad en su resolución.

Con respecto a lo económico, el costo de esta alternativa es excesivamente bajo, dependiendo del tipo de bebida que consuma para obtener las latas vacías, sino es que es nulo, ya que es común encontrar latas en todas las calles como basura, debido a que la mayoría de las personas las desecha al no encontrarles mayor utilidad.

8.4. Funcionamiento del dispositivo

El funcionamiento del dispositivo (Figuras 47), fue planeado para que este fuese relativamente sencillo y fácil de entender, tanto para una persona con experiencia en los entornos tecnológicos, como para alguien cuyo conocimiento de las TIC es básico, lo que ayudará a disminuir el rechazo por parte de los usuarios finales y

permitirá crear en un futuro cuadros de mantenimiento y desarrollo en las comunidades rurales.

La alimentación eléctrica será por energía solar, la cual será captada por celdas solares portátiles, conectadas a un sistema conformado por una pila de gel y un transformador de voltaje, cuya finalidad es de acumular energía y reducir el voltaje, para que el dispositivo pueda funcionar de noche y evitar un potencial cortocircuito por sobrecarga eléctrica.

Posteriormente el dispositivo conformado por la tarjeta micro-controladora “*Arduino UNO*” y una tarjeta de circuitos que contiene cada uno de los sensores, pantallas y módulos, se conectarán al sistema de alimentación eléctrica, permitiendo el funcionamiento del mismo.

Una vez encendido, el dispositivo se coloca en el entorno a monitorear y se establece la comunicación vía Wifi, entre este y el dispositivo móvil abriendo la aplicación que se instalará en la terminal y posteriormente, se deja que monitoree cada una de las cuatro variables (pH del suelo, humedad del suelo y el ambiente y presencia de plagas), las 24 horas del día los siete días de la semana y los 365 días del año.

Existe la posibilidad de una interrupción de servicio de Wifi, un corte de energía o que el productor no quiera hacer uso del teléfono inteligente, ante esta potencial situación, se integró el dispositivo de una pantalla de cristal líquido con la finalidad de permitir el funcionamiento autónomo del dispositivo, expresando la información y las alertas de forma constante.

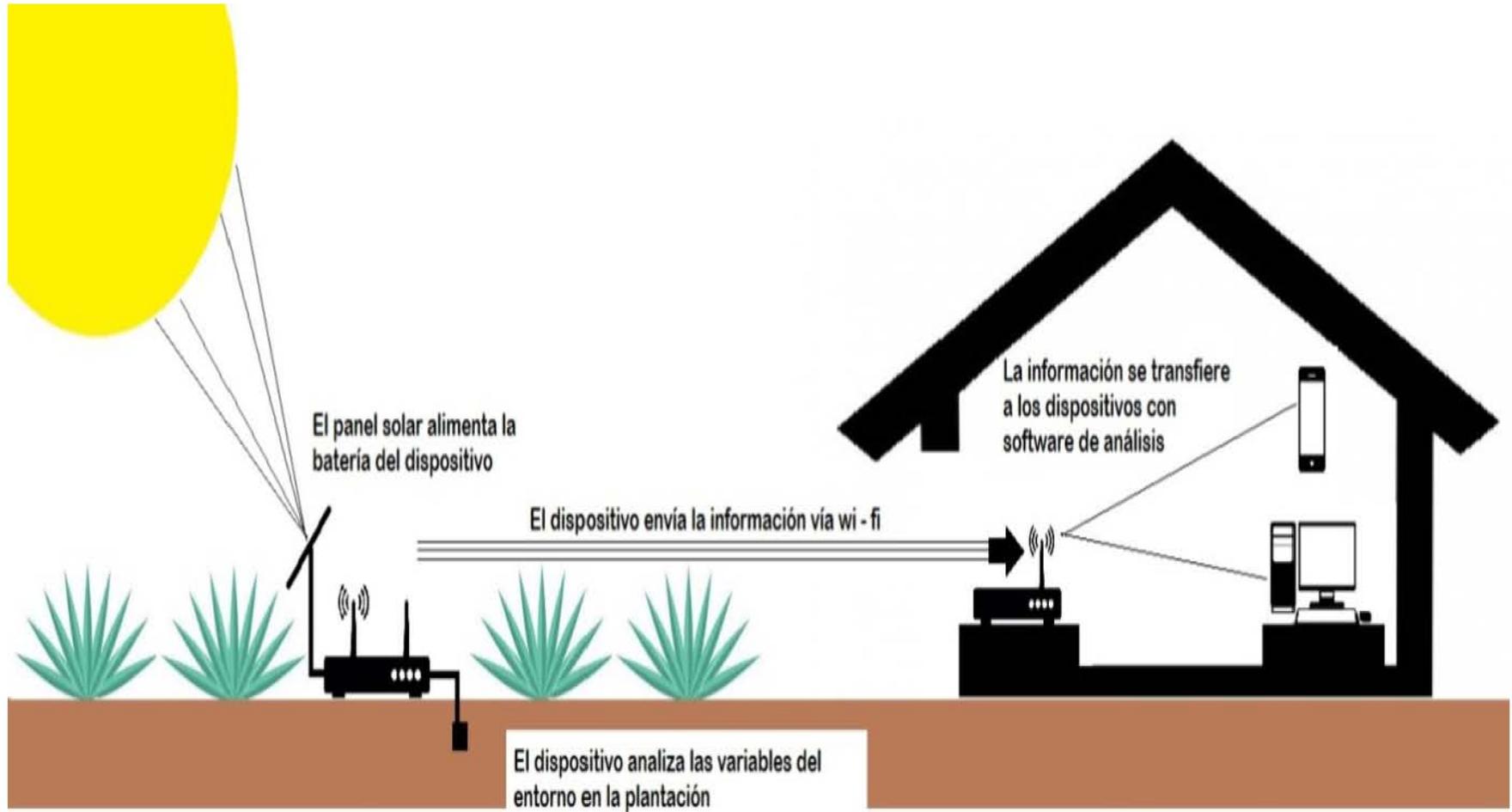
El monitoreo de variables (Figura 48), se llevará a cabo después de la instalación y encendido del dispositivo, para lo cual es necesario comprobar el correcto funcionamiento de este por medio de la aplicación, si presenta algún error de configuración, la señal será de error y será necesario apagar, encender y reconfigurar el dispositivo.

Si el funcionamiento es correcto, se deja el dispositivo en la posición seleccionada, siendo el emplazamiento ideal, plantas o zonas del terreno que hayan tenido ataques de plagas o en las plantas más jóvenes, en virtud de que de acuerdo con los estudios del investigador Abisaí García Mendoza (2007), la propagación de este tipo de organismos inician por los organismos más débiles; lo anterior permitirá un mejor aprovechamiento del recurso y tomar medidas correctivas con anticipación.

En caso de presentarse alguna situación de contingencia relacionada con un cambio radical de valores de las variables, el dispositivo enviará una alerta a la terminal donde tiene instalada la aplicación, con la finalidad de que el productor pueda revisar cuál es el factor de desequilibrio en cuestión; para ello, los sensores instalados en el dispositivo, se configuraron con los rangos de valores propicios para el ciclo de vida del agave.

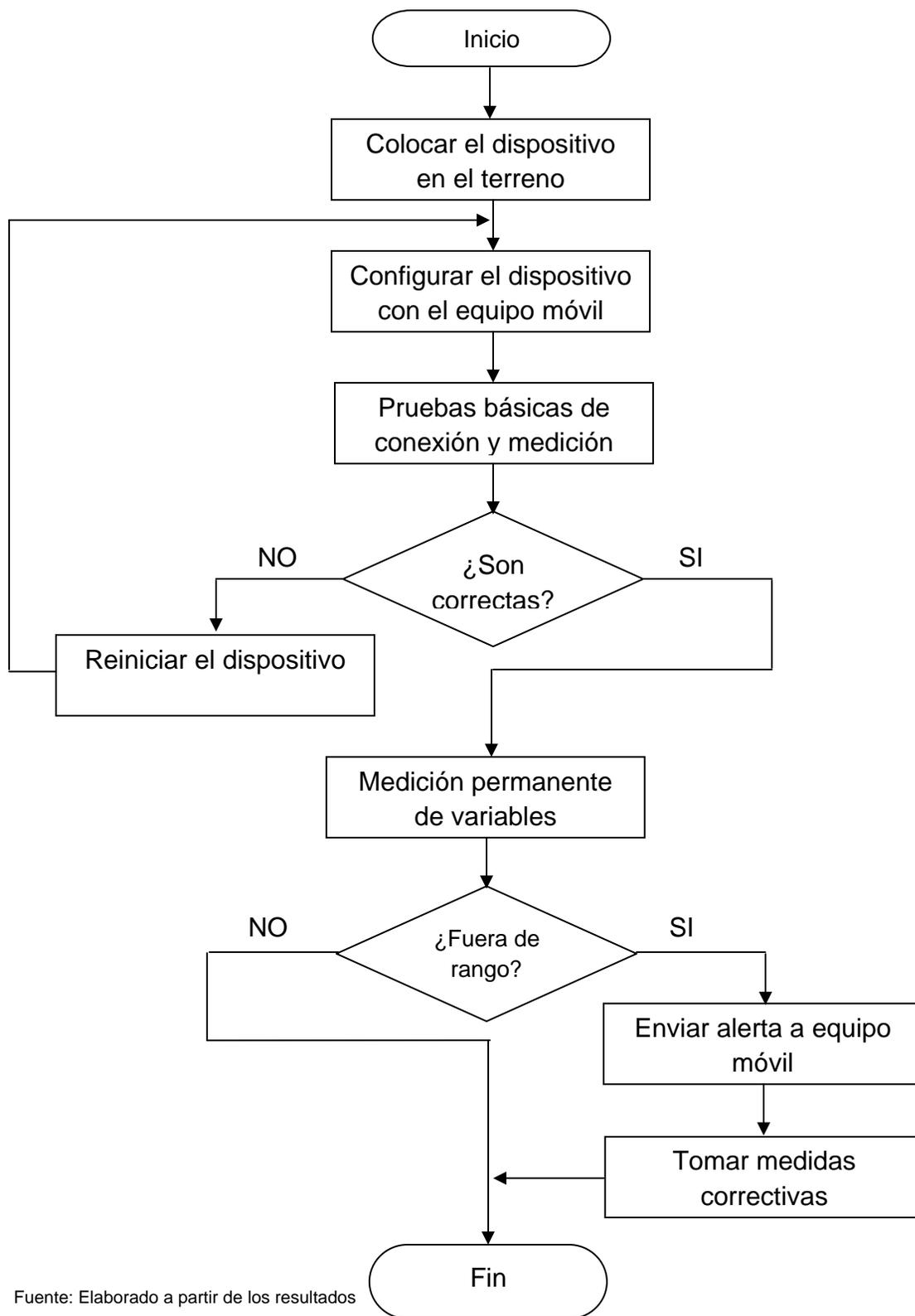
Si existiera la presencia de plagas o desequilibrios en el entorno (pH, suelo o humedad), el productor tendrá la certeza de que tipo de problema se trata y podrá implementar alguna medida correctiva, las cuales se recomienda sean controles de tipo tradicional, debido a que se trata de medidas que son amigables con el ambiente.

Figura 47: Propuesta general de funcionamiento del dispositivo



Fuente: Elaborado a partir de los resultados de la investigación y diseños del autor

Figura 48: Diagrama de flujo que muestra el proceso de monitoreo de variables



Fuente: Elaborado a partir de los resultados de la investigación y diseños del autor

8.5. Ficha técnica del dispositivo

| Especificación | Descripción |
|---|--|
| Nombre | Dispositivo para la medición y control de variables de sustentabilidad del agave mezcalero |
| Plataforma de Construcción | Arduino UNO |
| Tipo de hardware | Hardware libre |
| Funcionalidades | Medición de las variables pH, humedad ambiental, humedad del suelo y presencia de plagas, con la finalidad de enviar alertas en caso de que algo este fuera de rango |
| Canal de comunicación inalámbrica | Señal Wi fi |
| Lenguaje de programación empleado para la configuración de circuitos | Nativo basado en C |
| Compatibilidad con otros dispositivos | Teléfonos celulares inteligentes y dispositivos móviles como tablets |
| Interfaz | Aplicación para dispositivos móviles |
| Sistema operativo compatible | Android |
| Lenguaje de programación empleado para la construcción de la interfaz | Java |
| Tipo de alimentación de energía | Energía solar por medio de celdas fotovoltaicas |

Fuente: Elaborado a partir de los resultados de la investigación y diseños del autor

8.6. Metodología para la construcción del dispositivo

La metodología seleccionada para la construcción del dispositivo, será el prototipado semiexperimental, debido a que el resultado final será un prototipo que deberá ser probado tanto en laboratorio como en el terreno de cultivo.

Aunque esta técnica tiene algunos rasgos de la metodología experimental, no llega a serlo del debido a que no se hizo uso de un grupo control con el cual comparar los resultados de la experimentación, debido a cuestiones de tiempo, presupuesto y disposición de los actores involucrados en esta investigación.

Sin embargo, no se descarta que en un futuro se retome esta investigación de una forma más amplia, por medio de la aplicación de una metodología de tipo experimental, con la finalidad de ratificar, actualizar y complementar la información recopilada en este trabajo.

8.7. Pruebas del prototipo

Se desarrollaron dos tipos de pruebas para comprobar el funcionamiento de este dispositivo:

- Pruebas de laboratorio: este tipo de pruebas se desarrollaron en un ambiente controlado, con la finalidad de comprobar la correcta construcción de los componentes y que el funcionamiento preliminar sea el adecuado.
- Pruebas de campo: el dispositivo fue probado en el terreno donde debe ser utilizado, para detectar las áreas de oportunidad y mejora correspondientes al funcionamiento del mismo. Para ello se hizo pruebas en los tres tipos de terreno utilizados para la reproducción de los agaves mezcaleros, los cuáles se diferencian por la edad de las plantas cultivadas en ellos (Hijuelos, plantas jóvenes y maduras).



Fuente: Colección del autor

CUARTA PARTE: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Capítulo 9: Resultados de la investigación

“Llegar juntos es el principio. Mantenerse juntos, es el progreso. Trabajar juntos es el éxito”.

Henry Ford (1863-1947)

9.1. Factibilidad económica del dispositivo

Se tomo como máximo el precio de 100 dólares estadounidenses, parámetro establecido por organismos nacionales e internacionales (como la FAO o el BID), como el gasto promedio en materia de dispositivos y sensores que un agricultor está dispuesto a pagar en los países subdesarrollados.

Cabe señalar que se tomo el dólar estadounidense como divisa de referencia, debido a que se trata de la unidad monetaria más utilizada en materia de tecnología, por lo que es un estándar habitual entre los especialistas de las TIC, cotizar los activos de este tipo en la moneda de los Estados Unidos.

En el cuadro 16, se muestra de forma desglosada cada componente y su precio unitario en la divisa estadounidense, con la finalidad de tener una idea más completa de la factibilidad económica, que implica la construcción de esta TIC.

Cabe señalar que esta cotización, no contempla la implementación de la antena amplificadora de señal Wifi, ya que en muchos casos los modelos de los módems que se pudieron observar, cuentan ya con este recurso, aunque dado el uso actual que se les da a las TIC en estas regiones, donde impera la subutilización de recursos, su uso no es algo estrictamente necesario.

Por otro lado, los proveedores de internet de esta región, la han incluido en el paquete de componentes de los dispositivos de acceso a internet, aunque se notó que existe un desconocimiento significativo de cuál es la utilidad de este recurso,

lo que representó un ahorro significativo en este componente, ya que como se mencionó la mayoría de los usuarios ya contaban con amplificadores de señal.

Cuadro 16: Costo total de la construcción del dispositivo desglosado por componente⁴⁴

| Componente | Precio USD |
|--|-------------------|
| Sensor de movimiento HC-SR501 | 1.75 |
| Sensor de humedad y temperatura DHT-11 | 1.25 |
| Sensor de humedad suelo tierra YI-69 | 1.75 |
| Módulo de medición de pH | 19.00 |
| Módulo inalámbrico Wi fi ESP – 8266 | 4.00 |
| Celda solar portátil de 9V o 12V | 15.00 |
| Pantalla LCD | 2.00 |
| Pila de gel 9V o 12V | 30.00 |
| Transformador de voltaje | 7.50 |
| Tarjeta micro-controladora Arduino UNO | 7.00 |
| Otros componentes | 8.00 |
| Total | 97.25 |

Fuente: Elaborado a partir de los resultados de la investigación

Por otro lado, se determinó que el dispositivo es adecuado para su implementación a gran escala en un mediano y largo plazo, debido a que cumplió, con diferentes escalas de éxito, conforme a las especificaciones siguientes:

- **Bajo costo:** Se logro estar por debajo del precio máximo recomendado de 100 USD.
- **Fácil manejo:** Prácticamente el usuario final sólo tiene que encenderlo, colocarlo en el emplazamiento seleccionado y esperar a que su dispositivo móvil envíe una alerta, lo que es un uso bastante amigable y sencillo.
- **Resistencia al medio ambiente:** En este rubro se tuvo resultados parciales, cabe señalar que aunque los componentes fueron seleccionados de tal forma que fueran los más resistentes a las inclemencias del tiempo, los recubrimientos de todo el dispositivo presentaron problemas con el medio ambiente; aún se trabaja para encontrar un material económico y efectivo.

⁴⁴ Se tomo un tipo de cambio de referencia de 20 pesos mexicanos por dólar estadounidense, considerando la volatilidad cambiaria imperante en nuestra economía.

- Complementario: No hubo necesidad de que los productores compraran nuevas terminales o dispositivos nuevos, el recurso faltante (un amplificador cóncavo de señal) se pudo obtener a partir del reciclaje de latas de aluminio, el cual es extremadamente económico.

A pesar de que 97.25 dólares es un costo por debajo del límite establecido, se seguirá trabajando para buscar alternativas que sean técnica y económicamente viables, con la finalidad de disminuir aún más el costo, sin mermar su eficiencia y calidad.

9.2. Resultados del funcionamiento del dispositivo

9.2.1. Resultados generales

Las pruebas de funcionamiento del dispositivo, han arrojado resultados cuyo balance general es positivo, no obstante, es innegable que presenta algunas limitaciones en su funcionamiento, lo que representa un área de mejora y oportunidad en la construcción de futuras versiones de este dispositivo.

El funcionamiento de los circuitos para la medición de variables humedad del ambiente y del suelo ha resultado el adecuado, sin mayores percances ni contratiempos. Para el caso de las variables pH del suelo y control de plagas se tuvo que improvisar el uso de los circuitos PH-4502C y HC-SR501 en virtud de que se podía adaptar la funcionalidad para los fines deseados; es decir, para la detección de plagas el sensor de movimiento infrarrojo, tuvo tal sensibilidad que permitió detectar incluso movimientos y calor imperceptible al ser humano, por lo que se decidió que se trataba de una solución definitiva para la medición de este tipo de variables.

Sin embargo en el caso del pH, se tuvo que implementar un sensor PH-4502C para la medición de esta variable por la vía líquida, entonces es necesario que el productor tenga que tomar una muestra de tierra en un frasco, disolver la tierra en un líquido químicamente inerte o reactivo, como es el caso del alcohol etílico o el

agua embotellada, para obtener esta variable, esta solución sólo es implementada de forma provisional, en lo que se encuentra o desarrolla una alternativa más viable.

El sistema de alimentación eléctrica demostró ser eficiente, sin embargo presenta inconvenientes relacionados con el peso del dispositivo, el cuál en total asciende a 3.250 kilogramos, lo cual es un poco elevado. Actualmente se está trabajando en la búsqueda de una alternativa más ligera, económica y energéticamente viable.

En la actualidad se trabaja en el desarrollo de una interfaz estable de usuario, debido a que las aplicaciones de prueba presentaron problemas de compatibilidad con el dispositivo, por lo que aún se sigue desarrollando este componente lógico; se puede decir que la etapa de desarrollo se encuentra en estado de pruebas.

Por último, es necesario aclarar que aún se está buscando un recubrimiento del dispositivo que lo proteja de las inclemencias del tiempo, de la fauna nociva y de potenciales accidentes inherentes a su uso constante, actualmente se está probando con los acrílicos fotosensibles reforzados, con la finalidad de reducir la humedad del interior del dispositivo, como resultado de la exudación de agua del entorno y tener un material resistente a golpes, cambios de clima y ataques de animales endémicos de la región.

9.2.2. Limitaciones detectadas

En función a lo descrito se debe contemplar al dispositivo como una TIC aún en etapa experimental y de desarrollo, por lo que los resultados expresados en esta investigación son estrictamente preliminares y pueden mejorarse con el paso del tiempo.

El monitoreo y medición de tres de las cuatro variables expresadas en esta investigación (humedad del suelo, ambiental y presencia de plagas), tiene un funcionamiento completamente normal; en cambio la medición de pH tiene un carácter provisional y con variaciones significativas en el rango de valores, por lo que se seguirá trabajando en desarrollar una alternativa de medición de pH del

suelo, mediante la conexión de varillas de metal en la tierra, simplificando este proceso.

Es necesario garantizar, en un futuro, una mejor portabilidad de este dispositivo por medio de la reducción del peso de 3.250 kilogramos a la mitad de la cifra anterior en un corto plazo, por lo que se están buscando componentes sustitutos que tengan la misma calidad y se encuentren dentro del mismo rango de precios.

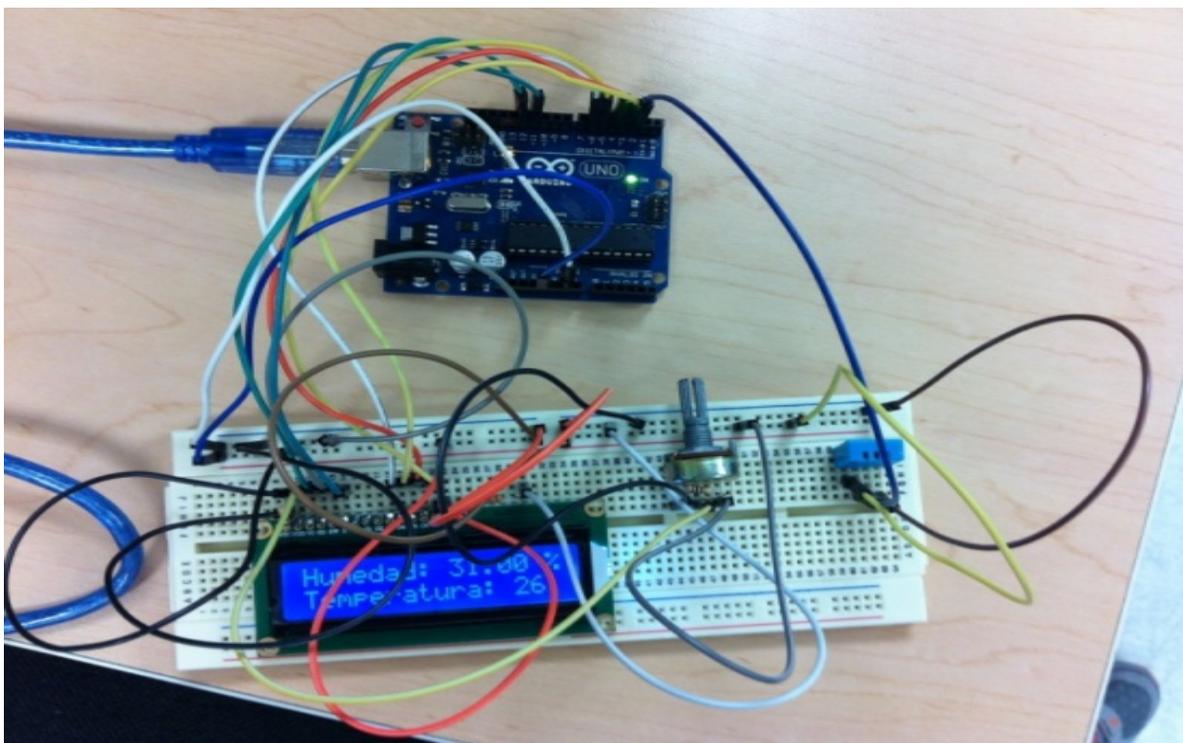
Con respecto a la interfaz de usuario, la aplicación se está desarrollando en java, ya que permite la compatibilidad de esta con la mayor parte de los dispositivos móviles con sistema operativo Android, por lo que aún se encuentra en etapa de desarrollo.

El radio de alcance del dispositivo fue fijado en 1,000 metros a partir del emplazamiento del módem con los complementos de que permitan amplificar la señal; que aunque es una distancia considerable, lo anterior aún representa una limitante en su funcionamiento, ya que varios usuarios cuentan con tierras de cultivo que superen esta longitud, lo que impactaría en el correcto funcionamiento del dispositivo.

Ante esta realidad, actualmente se sigue trabajando en la búsqueda de alternativas que permitan superar esta limitación en un futuro, siendo el envío de alertas por mensajería SMS, una de las opciones que cuentan con mayor cantidad de ventajas al respecto.

Cabe aclarar, que aunque estos resultados expresados en esta investigación son de carácter preliminar, la investigación, el desarrollo y perfeccionamiento de este dispositivo, continuarán hasta encontrar una alternativa que sea completamente funcional y que se acople a los parámetros determinados por el usuario.

Figura 49: Construcción física del dispositivo



Fuente: Colección del autor

Figura 50: Fragmento de código fuente que se utilizó para configurar los circuitos del dispositivo

```

Archivo  Editar  Sketch  Herramientas  Ayuda
SensorHumedadConDisplay$
  lcd.begin(16,2);
}

void loop() {

  float h = dht.readHumidity();

  float t = dht.readTemperature();

  lcd.setCursor(0,0);

  lcd.print("Humedad: ");
  lcd.print(h);
  lcd.print(" %");

  lcd.setCursor(0,1);

  lcd.print("Temperatura: ");
  lcd.print(t);
  lcd.print(" *C ");
  delay(250);

}

```

Fuente: Colección del autor

9.3. Hallazgos de la investigación

9.3.1. Hallazgos con respecto a las TIC

- La paulatina integración de las TIC a las comunidades rurales (siendo la telefonía celular la de mayor alcance), no se debe considerar como un indicador de que la brecha digital se está acortando, es más bien un síntoma del incremento de la migración de los habitantes de las zonas rurales a otras regiones (principalmente los Estados Unidos), por lo que su adopción se debe más bien a una necesidad de comunicación con los seres queridos que radican en otras zonas y no de un aprendizaje implícito de integración consiente a la sociedad digital del siglo XXI, de acuerdo con los resultados arrojados por la encuesta aplicada a los productores de Santiago Matatlán, Oaxaca.
- La aparición de cooperativas indígenas de telecomunicaciones en algunas regiones del estado de Oaxaca, las cuales han logrado prestar un servicio de telefonía, SMS e internet a un bajo costo. Esto muestra que la organización comunal y autogestionaria, en cuyos principios se basa la sociedad de las regiones rurales e indígenas de Oaxaca y de México, han sido un factor clave para la asimilación de las TIC en estas zonas del país, lo que nos habla de que este modelo se puede replicar en otras áreas de México con problemas similares.
- Debe estudiarse con más profundidad y responsabilidad cómo es la distribución actual del espacio radioeléctrico de nuestro país, poniendo énfasis en materia de concesionarios, frecuencias y tecnologías subutilizadas y legislación, para dotar de infraestructura y un marco legal eficiente a las sociedades cooperativas de telecomunicaciones.
- Las TIC, son un factor fundamental para el desarrollo de cualquier actividad económica, sin importar el sector donde esta se encuentre, por lo que es necesario revisar más a profundidad como es la penetración y utilización de las tecnologías de la información en el sector económico primario de nuestro

país, poniendo principal énfasis en los pequeños y medianos productores, con la finalidad de detectar los problemas y deficiencias, así como las áreas de mejora y oportunidad, para que en un futuro este tipo de tecnología se pueda convertir en un aliado en la lucha contra el rezago que atraviesa el campo mexicano.

- El hardware y software libre pueden ser una alternativa tecnológica y económicamente viables para el diseño y construcción de soluciones enfocadas a satisfacer las necesidades de las organizaciones pequeñas y medianas, debido a que cuentan con plataformas amigables para los usuarios y muchas de estas disponen de precios accesibles.
- Existe una alarmante confusión en materia de los conceptos de TIC y muchas de las personas no cuentan con la capacidad de interpretar datos e información procedente de medios digitales (como es el caso de informes, repositorios y base de datos), incluso entre académicos y autoridades de diferentes niveles, lo que da como consecuencia lógica una visión distorsionada de la realidad. Esta situación se ve agravada por el altísimo volumen de información al que tenemos acceso, gracias a los agigantados pasos de la tecnología.
- Las personas pueden integrarse más rápidamente a la sociedad digital, si la información que reciben se encuentra en términos comprensibles, con cierta tendencia a la solución de los problemas prácticos y se tiene una forma efectiva para aclarar inquietudes, como se observó en esta investigación. Además, se detectó que la resistencia al cambio, en la mayoría de los casos se debe a que los responsables de difundir los beneficios de esta tecnología, son personas que carecen de una debida formación didáctica y tecnológica; entonces ante la falta de argumentos, hacen uso de medidas coercitivas, lo que genera el incremento del rechazo de las mismas.
- Hay diferencias significativas en las fuentes de información oficial, a tal grado que los datos existentes entre diferentes bases de datos de una misma institución no coinciden, lo cual se ratificó con la aplicación de una

encuesta entre los productores, lo que habla la necesidad de establecer criterios de evaluación mejor diseñados y mayor coordinación por parte de los organismos oficiales.

9.3.2. Otros hallazgos de interés

- Algunos de los apartados de las normas oficiales mexicanas en materia de destilados de agave, se contraponen con los tratados internacionales que nuestro país ha firmado con organismos como la OCDE en materia de protección de propiedad intelectual, dando como resultado una interpretación sesgada de la legislación internacional, siempre favorable a los grandes productores de este tipo de bebidas espirituosas al apostar por la industrialización y no por lo artesanal.
- Existen recursos humanos e intelectuales suficientes, que pueden ser aprovechados para incrementar la productividad del agro mexicano; en realidad el problema no es la falta de mecanización o de mejores prácticas, sino una distribución equitativa de los fondos de apoyo, servicios y de la carga tributaria, que benefician casi siempre a los grandes terratenientes.
- El corte de plantas jóvenes de agave, además de que ha traído como consecuencia un severo desequilibrio ambiental, puede traer como resultado una crisis sanitaria, debido a que los vegetales y frutos jóvenes no son aptos para el consumo humano, en virtud de que nuestro organismo aún no puede metabolizar los electrolitos que tienen.

9.4. Recomendaciones

Con base en los resultados de la investigación y los hallazgos encontrados en esta investigación, el autor realiza las siguientes recomendaciones, con la esperanza de que alguna de esta se pueda materializar en el futuro:

- Garantizar una participación activa, constante y eficaz entre la sociedad, el gobierno y las instituciones académicas, con la finalidad de enriquecer el conocimiento existente, complementar los diferentes puntos de vista y a

partir de esto, generar nuevas opciones para solucionar los problemas existentes.

- Incrementar el uso de TIC en los procesos agrícolas, ya han comenzado a incorporarse a la vida cotidiana de los productores, con la finalidad de que estos puedan tener acceso a información útil en sus procesos de siembra y corte, con el objeto de mejorar la calidad de las decisiones que tomen.
- Considerar las prácticas agrícolas tradicionales cómo una solución viable a los problemas ambientales, sociales y económicos existentes, debido a que han brindado buenos resultados a los productores a lo largo de la historia, por la baja emisión de contaminantes, permite aprovechar la mano de obra sub-ocupada que existe en la región y es un medio de integración de la comunidad encaminado a la reconstrucción del tejido social.
- Es necesario que las organizaciones con fines académicos salgan de las instituciones educativas y tengan acercamientos directos con las comunidades productoras, con la finalidad de diseñar estrategias y proyectos conjuntos, que puedan ayudar a superar el rezago imperante en el campo mexicano.
- Garantizar el cumplimiento del marco normativo existente, ya que su aplicación ayudará a la reducción del estado de desequilibrio sostenible que impera actualmente, no sólo en la producción de agave mezcalero, sino en toda la sociedad mexicana.
- Reducir el intermediarismo imperante en la comercialización del agave y sus derivados, por medio de la organización de los pequeños productores de mezcal artesanal y sus cadenas de suministro, en sociedades cooperativas, de tal forma que los beneficios resultantes de la venta de los productos lleguen realmente a los pobladores.
- Suprimir la dispensa a la NOM-006-SCFI-2012, que permite a los productores de tequila, obtener de otras regiones y de diferentes especies de agave el destilado en cuestión, lo que ha sido un factor clave en el proceso de extinción de algunas especies de esta planta.

- Rediseñar el sistema de normas oficiales mexicanas relacionado con los diferentes destilados de agave, tomando en cuenta la opinión de especialistas, académicos y productores, con la finalidad de proteger no sólo el interés económico, sino también el tesoro biológico y etnográfico de estas bebidas.
- Establecer programas de alfabetización digital, que no sólo se encuentre centrada en la capacitación para manejar las TIC, sino que también integre un proceso de comprensión de datos e información, que permita mejorar de forma progresiva la toma de decisiones y expandir el panorama de las personas que integran la sociedad del siglo XXI.
- Definir un marco legal más robusto y eficiente en materia de telecomunicaciones, de tal forma que se eliminen ambigüedades en las responsabilidades y atribuciones de los organismos responsables como es el caso de la SCT y el IFETEL, lo que permitirá garantizar la competitividad del mercado de las telecomunicaciones, con alternativas que realmente satisfagan a los usuarios, como es el caso de las cooperativas indígenas de telecomunicaciones.
- Aprovechar la red de fibra óptica y microondas satelitales, que actualmente se encuentra subutilizada y se encuentra en manos de la SCT, con la finalidad de implementar una red de telecomunicaciones que pueda alcanzar los rincones más alejados de nuestro país.
- Proponer a los productores agrícolas soluciones que se encuentren al alcance de sus bolsillos y realidades sociales, siendo el diseño y construcción de herramientas con plataformas libres, una potencial alternativa viable.
- Rediseñar el esquema de impuestos y aranceles a las artesanías establecido por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, de tal forma que los productores de este ramo (en donde se encuentra la producción de mezcal artesanal junto con sus cadenas de suministros) puedan disfrutar de los frutos de su trabajo y mejorar su calidad de vida, así como garantizar la

competitividad de los destilados de agave, en los mercados nacionales e internacionales.

- Simplificar los trámites administrativos inherentes con la producción de mezcal y sus cadenas de suministro, de tal forma que se optimice el actuar de las instituciones gubernamentales.
- Crear almacenes nacionales y regionales de semillas y plantas de agave endémicas de nuestro país, con la finalidad de garantizar una reserva biológica y enriquecer los conocimientos existentes de tan formidable planta.
- Diversificar el mercado del agave, expandiendo los derivados más allá de los destilados, de tal forma que se procesen los desechos de la planta, para conseguir otro tipo de productos sustitutos que signifiquen una fuente de ingreso extra para las comunidades que cultivan y cosechan estas plantas.
- Revisar y depurar las bases de datos de organismos oficiales, con el objeto de homologar la información y mantener los mínimos estándares de calidad, para que ésta pueda ser aprovechada de forma óptima.

Conclusiones: “En lo ancestral hay futuro...”⁴⁵

“La comprensión del mundo, es más amplia que la comprensión occidental del mundo...”

Boaventura de Sousa Santos (1940)

Comprobación de la hipótesis de investigación

De acuerdo con los resultados presentados tanto en investigación documental, como en estudios de campo, las tecnologías de la información y comunicación (TIC), son un factor fundamental para optimizar el potencial de los procesos agrícolas, al brindar información oportuna, sobre variaciones significativas en el campo de cultivo del agave mezcalero, a los productores.

Basados en este contexto, el envío de alertas que indican alteraciones en las variables pH, humedad del ambiente, humedad del suelo y presencia de plagas; permitieron a los productores contar con información para detectar la clase de problemas que se presentan en sus sembradíos y por consiguiente tomar medidas correctivas basadas en su experiencia o en el conocimiento tradicional para subsanarlos.

En esta investigación se observó que el abuso en el uso de agroquímicos como fertilizantes e insecticidas, con la finalidad de acelerar el crecimiento de la planta y proteger su desarrollo, es un factor de desequilibrio negativo en el medio ambiente, debido a que produce altos grados de contaminación.

⁴⁵ Debido a la relación y pertinencia con el tema, se retoma parte del título del libro *“En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves”* publicado por los investigadores del INAH Patricia Colunga García Marín, Daniel Zizumbo Villarreal, Alfonso Larque Saavedra y Luis E. Aguiarte en 2007 con patrocinio de CONACYT y CONABIO.

Por tal motivo, se propone retomar las soluciones tradicionales como una forma de control de las variables aquí presentadas, debido a que son amigables con el ambiente y en la mayoría de los casos se trata de soluciones que utilizan productos orgánicos o medios de control biológico que enriquecen el suelo, corrigen los problemas presentados y generan niveles mínimos de contaminación.

Un ejemplo de lo anterior, es la alteración en la humedad del suelo, la cual se puede corregir por medio de la colocación de cáscaras de huevo molidas en la tierra, que además de fertilizar el suelo, permiten equilibrar el nivel de humedad en el suelo; por otro lado se trata de una solución ecológica, ya que se da un uso práctico a un desecho alimenticio que es considerado como basura.

En el caso del combate de plagas, se pueden implementar mecanismos de control biológico, como es el caso del gusano barrenador, especie que no es endémica de nuestro país y que ha ocasionado numerosos daños en los ecosistemas; generalmente para su combate se han utilizado químicos que además de contaminantes son extremadamente dañinos para la salud. Una solución encontrada y probada, se refiere a los estudios de especialistas de la materia, en las zonas de cultivo, para combatir esta plaga por medio de controles biológicos, basados en la liberación de depredadores de esta especie, como son los patos y las aves de corral, debido a que ven a este gusano como una fuente de alimento, convirtiéndolo en parte de su dieta cotidiana (SAGARPA, 2008).

Por otro lado, existen situaciones en donde combatir y eliminar plagas es algo contraproducente para los productores desde diferentes puntos de vista, un par de ejemplos significativos de lo anterior son las plagas de conejo silvestre y gusano de maguey.

En el primer caso la aplicación de sustancias químicas para su erradicación, implicaría no sólo un desequilibrio ambiental, sino también acarrearía problemas legales a los productores, ya que se trata de una especie protegida por las leyes nacionales; ante esta situación, la implementación de trampas tipo jaula, es una

alternativa viable debido a que no se causa ningún daño al animal y existe la posibilidad de liberarlo en otra zona donde no cause daño.

El segundo caso se refiere al gusano de maguey, paradójicamente resulta algo benéfico, ya que se trata de un alimento extremadamente apreciado en los entornos culinarios de todo el mundo, debido a su rareza y sabor delicado; esto significa que es una fuente de ingresos complementarios para los productores, lo que les permitiría diversificar su mercado.

Con la información generada por el prototipo se demostró que las TIC si contribuyen a alcanzar la sustentabilidad del proceso de siembra y corte de agave mezcalero artesanal al ayudar a detectar los factores de desequilibrio ambiental, sin embargo también se comprobó que no son una solución por sí solas; debido a que requieren del conocimiento tradicional de los productores para alcanzar su máximo potencial, haciendo una curiosa simbiosis entre tecnología y tradición, lo que desmiente que estos rubros son mutuamente excluyentes.

Respuestas de las preguntas de investigación

Respuesta de la pregunta primaria de investigación

¿Cómo contribuir a alcanzar la sustentabilidad en el proceso de producción artesanal de agave mezcalero en sus etapas de siembra y corte por medio de tecnología móvil?

En primera instancia se determinó que la sustentabilidad, es el punto de equilibrio entre los elementos que conforman la economía, el medio ambiente y la sociedad, que se debe lograr a través de un proceso integrador de múltiples factores en donde la participación de las instituciones educativas, las autoridades de los tres órdenes de gobierno y los productores es fundamental para la resolución de problemas imperantes como: una vida saludable, una producción en armonía con la naturaleza, la protección del medio ambiente, erradicar la pobreza de las comunidades, entre otros.

Por tal motivo, la sustentabilidad de una fase, un proceso o de una forma de vida, debe formar parte de un método de integración, donde la interacción ordenada de los distintos tipos de conocimiento (tradicional, tecnológico, legal y científico, por citar algunos ejemplos) y la participación de todas las personas, instituciones y organizaciones involucradas, junto con la implementación de recursos tecnológicos de diversa índole (que van desde las herramientas más rudimentarias a los dispositivos digitales) es algo fundamental, ya que todas tienen algo valioso que aportar.

Por otro lado la tecnología y los recursos que se desprende de esta, únicamente son una herramienta que solamente ayudan a los procesos cotidianos de la sociedad, sin embargo su posesión o utilización, no garantiza la resolución de los problemas, ya que depende de otros aspectos como la definición de objetivos claros, la voluntad de los múltiples actores que participan en los procesos, la facilidad de manejo de la misma, por sólo citar algunos de los ejemplos de factores significativos que se identificaron en esta investigación.

Las TIC, rubro dentro del cual se encuentra englobada la tecnología móvil, no son la excepción, debido a que fueron concebidas como herramientas para procesar y analizar grandes volúmenes de información, por lo cual pensar que con su implementación los problemas se encuentran resueltos, es un razonamiento sumamente alejado de la realidad. Sin embargo, como toda herramienta, si es debidamente canalizada y utilizada, puede contribuir a simplificar y perfeccionar los procesos, al suministrar información confiable a los usuarios para la toma de decisiones.

En el caso de la tecnología móvil aplicada al proceso artesanal de siembra y corte de agave mezcalero, la implementación de esta clase de recursos, impacta de forma positiva en la búsqueda de la sustentabilidad del citado proceso, debido a que el monitoreo de variables específicas en el ciclo de vida de la planta, arroja información del estado del medio ambiente donde crecen los agaves. Además, al enviar información de los valores que tienen las variables como es el caso del pH, la humedad del ambiente y del suelo, así como la presencia de plagas, permitirá

centrar las directrices para corregir estos desequilibrios, por medio de la aplicación de las soluciones tradicionales utilizadas por los productores desde hace siglos.

Lo anterior, ayuda a disminuir el uso de agroquímicos en el cultivo de esta planta, lo que trae como resultado una reducción significativa en la contaminación del suelo y los mantos acuíferos y por otro lado, ayudará a revertir de forma paulatina la degradación del medio ambiente donde crecen estas plantas formidables.

Por lo tanto, se puede deducir que el dispositivo propuesto en este trabajo, ayudará a la sustentabilidad de los procesos de siembra y corte del agave mezcalero; es decir, se trata de una nueva herramienta que permitirá a los productores aprovechar adecuadamente la información generada por este aparato, la cual se ha convertido en uno de los activos intangibles más valiosos de la sociedad del siglo XXI.

Respuesta de la primera pregunta secundaria de investigación

¿Con cuáles TIC cuentan las comunidades dedicadas al proceso de producción de agave mezcalero?

La investigación arroja que las tecnologías de la información y comunicación con las que cuentan los pobladores de la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, de acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada a los productores de mezcal, complementada con otras fuentes son las siguientes:

Cuadro 17: Uso y penetración de las TIC en Santiago Matatlán, Oaxaca

| TIC | Porcentaje de penetración |
|-------------------|----------------------------------|
| Televisión | 99% |
| Radio | 80% |
| Telefonía celular | 39.3% |
| Telefonía fija | 9% |
| Internet | 8% |

Fuente: Elaborada con datos de Coria, Pérez-Meza, Mendoza-Cortés y Martínez-Peláez (2011), Gobierno del estado de Oaxaca (2010) y con datos de la encuesta localizada en los anexos de esta tesis.

Por dicho motivo, se considera que si es factible la implementación de TIC, en el proceso de producción artesanal de agave mezcalero, en virtud de que el uso de este tipo de tecnologías se ha convertido en algo cotidiano entre los habitantes de la región; a tal grado que es habitual encontrar hablantes de lenguas indígenas haciendo uso de teléfonos inteligentes, a pesar de no dominar el idioma español.

Respuesta de la segunda pregunta secundaria de investigación

¿Cómo implementar las TIC en este proceso de producción sin alterar su esencia artesanal?

Se comprobó que el uso de TIC, no altera de forma significativa ni excluye el conocimiento tradicional de los productores de agave mezcalero artesanal, debido a que este tipo de tecnología, únicamente se encuentra enfocado al análisis y procesamiento de la información que emana de estos procesos, con la finalidad de mejorar la toma de decisiones; ya que no se suprimirán fuentes de trabajo ni se introducirá maquinaria agrícola, debido a que se observó que el problema real del agro no se encontraba en la mecanización del campo, porque se cuenta con una organización familiar y comunal bastante sólida, que brinda fuerza de trabajo humana, equiparable a la de los latifundios mecanizados.

Más bien se determinó, que los medios y técnicas para el análisis y procesamiento de la información, no eran los adecuados, debido a que la cantidad de datos proveniente de terrenos de cultivo, donde los más pequeños tienen extensiones promedio de 800 metros cuadrados, hace inviable un procesamiento de tipo manual, en virtud de que se incrementa el riesgo de error como resultado de un descuido, cansancio u otros factores de carácter involuntario.

Por ello, se determinó elaborar un dispositivo con su respectiva interfaz, que ayudará a optimizar este proceso, para mayor seguridad de los productores, que en la mayoría de los casos, tienen que realizar otro tipo de actividades cotidianas, lo que permitió que este proyecto vaya despertando el interés de forma paulatina de más productores.

Otro aspecto importante de señalar, es la confusión generalizada entre la mecanización y el uso de TIC, términos cuyo significado es muy diferente al de la percepción imperante en el imaginario social, más allá de la formación académica o posición social. La mecanización debe entenderse como la introducción de maquinarias que pueden optimizar o automatizar ciertos trabajos, como es el caso de las cosechadoras, cortadoras, autoclaves, líneas de embotellado, entre otros; mientras las TIC están enfocadas a los medios y procesos de información y comunicación.

Por tal motivo, es imperante generar un proceso de alfabetización digital y de datos, tanto entre la sociedad en general como entre la comunidad académica, con la finalidad de que todos puedan diferenciar y comprender cada concepto, lo que permitirá reducir el rechazo y resistencia al cambio por parte de los usuarios finales y los beneficios de las tecnologías de la información, puedan llegar más lejos.

Comentarios finales

El enfoque donde la macroeconomía es el centro de todo y todo lo demás es algo prescindible, ha representado una equivocación, debido a que el desarrollo sustentable conformado por la sociedad, la economía y el medio ambiente presenta inestabilidad, entonces se requiere el equilibrio de todos los elementos, debido a su naturaleza indisociable. Por tal motivo, es necesario que los procesos productivos de los tres sectores, comiencen a replantear de forma seria y urgente sus objetivos futuros, pretendiendo convertir sus procesos actuales en actividades sustentables, con la finalidad de subsanar el estado de desequilibrio que presenta nuestro planeta e ir diluyendo gradualmente la amenaza de colapso que se cierne sobre todos nosotros.

Alcanzar la sustentabilidad no es algo que se logre de forma fácil, ya que no basta expedir mejores prácticas, comprar tecnología o fundar organizaciones filantrópicas; la sustentabilidad se alcanzará con la participación activa y coordinada de la sociedad, las instituciones educativas y el gobierno, de la cual es

posible que se desprendan soluciones, directrices y acciones efectivas, dirigidas al equilibrio sostenible, debido a que se encuentran con la experiencia y el consenso de todos.

Esta investigación es un complemento de las prácticas de los productores tradicionales, con el fin de preservar el patrimonio biológico y cultural que ha sido guardado celosamente por las comunidades del valle de Oaxaca, en virtud de que únicamente se dedica a monitorear y detectar potenciales problemas ambientales, pero la solución de estos recae en los tres órdenes de gobierno que deben apoyarse y apoyar en forma efectiva la experiencia y conocimiento de los productores artesanales de agave mezcalero.

Para ello fue necesario comprender la realidad imperante en la región, más allá de los triunfalismos infundados que imperan en las esferas oficiales del ramo tecnológico, cuya percepción de la realidad se encuentra englobada en los núcleos urbanos, debido a que es la que brinda mayores beneficios económicos.

Existen deficiencias en materia de conectividad e infraestructura en las zonas rurales, sin embargo ello no implica que las TIC sean algo completamente desconocido para sus habitantes, ya que su penetración y uso presentan una tendencia a la alza, como resultado de la creciente migración, así como la necesidad de establecer comunicación con los seres queridos que se encuentran más allá de sus fronteras.

La importancia de la medición y control de las variables radica en la siguiente frase: *“Si no se puede medir, no se puede controlar y si no se puede controlar no se puede mejorar...”*. Esta tendencia, ha sido respaldada por organismos internacionales como el BID, la FAO o la CEPAL, los cuáles han expresado la necesidad de implementar las TIC en los procesos agrícolas, principalmente de los pequeños y medianos productores, con la finalidad de mejorar sus procesos por medio del correcto análisis e interpretación de la información, ya que esta permitirá la medición y control de variables que tradicionalmente han sido consideradas de tipo cualitativas

Sin embargo, aunque los resultados preliminares de esta investigación proyectan un gran potencial de la coexistencia de las TIC con el conocimiento tradicional, aún falta mucho por hacer, debido a que se establece un precedente del potencial de este tipo de amalgama de conocimientos, ya que el número de actividades que se realizan con ella, es aún limitado y se engloba principalmente a un medio de comunicación y una fuente de actividades de esparcimiento.

Por otro lado, aún la sociedad del conocimiento es una utopía, debido a que no es suficiente contar con acceso a las terminales y canales de comunicación de las TIC, ni tampoco es suficiente con manipular la información. Entonces, para que se pueda materializar este sueño, es necesario emprender un proceso de alfabetización digital y de datos, con métodos apropiados de la enseñanza de las TIC y por consiguiente, permitir una apropiada comprensión de las diferentes aplicaciones de ésta tecnología, para establecer las condiciones necesarias, que permitan implementar el desarrollo sustentable.

Por otro lado, es necesario transformar la idea que los usuarios de las TIC se encuentran concentrados en las ciudades y grandes polos industriales, convirtiéndolos en una especie de faros de civilización tecnológica, que además de ser una percepción basada en prejuicios, ya que las limitantes y carencias, son una muestra que aún existe un mercado por explorar y con un gran potencial.

Esto representa una gran oportunidad de descentralizar este tipo de tecnologías, dando a los profesionistas especializados en la materia, una excelente área de oportunidad a la espera del diseño de soluciones que rompan el molde convencional, que ha sido impuesto por las grandes corporaciones que dominan el sector.

Es momento de comenzar a encumbrar la imaginación en la búsqueda de soluciones tecnológicas, porque de ella es el futuro y sólo aquellos que puedan percibir la realidad como es y que puedan proponer soluciones más allá de los cánones establecidos, podrán sortear la marea de obstáculos de forma exitosa y contribuirán de forma propositiva a moldear la realidad en los años venideros.

¿Es posible que la tecnología y la tradición puedan coexistir de forma armónica? La respuesta es sí, solamente basta con ir más allá de las normas impuestas por las grandes corporaciones y comprender que el fin de la tecnología es el de ser una herramienta para satisfacer necesidades, por lo que se debe adaptar a la realidad cotidiana de los habitantes de estas regiones, esta podrá coexistir de una forma armónica, ya que será concebida como un complemento.

Sí continuamos aplicando el actual esquema tecnológico y la imposición como método de implementación, lo único que generará es repudio por parte de los usuarios finales, ya que solamente se tratará de un juguete moderno y caro que no resuelve las necesidades reales de los habitantes de las zonas rurales, convirtiéndose en lastres económicos, sociales y tecnológicos.

Lo anterior no es exagerado, ya que mucho de lo que ha sido considerado progreso por los cánones de los países desarrollados, en realidad han sido las causas de la gran cantidad de problemas sociales, económicos y ambientales que se han presentado en nuestro planeta en los últimos años.

Por ello, es necesario que se comience a revalorar y reconsiderar el conocimiento depositado en los pueblos originarios, debido a que los resultados demuestran que puede ser una alternativa viable para la resolución de nuestros problemas. Además la preservación de este conocimiento puede servir como un medio de integración de los habitantes de nuestro país, ya que es un legado cultural de nuestros ancestros, son nuestras raíces y es un eslabón que ha contribuido a forjar nuestra identidad como mexicanos, por lo que es necesario darle el lugar que se merece.

Se plantea la necesidad de adaptar y dirigir el uso de la tecnología para mejorar la calidad de vida y por consiguiente, reducir las brechas de desigualdad que existe en el agro de nuestro país.

A forma de corolario, retomo los versos, acerca del progreso, que se encuentra en la canción homónima, compuesta por el cantautor brasileño Roberto Carlos:

*“Yo no estoy contra el progreso
si existiera un buen consenso
Errores no corrigen otros
eso es lo que pienso...”*

Fuentes

- Academia Mexicana de las Ciencias. (8 de Abril de 2008). *AMC: Coordinación de Comunicación Y Divulgación*. Recuperado el 4 de Octubre de 2015, de En riesgo de extinción 18 especies de agave mexicanas: <http://www.comunicacion.amc.edu.mx/comunicados/en-riesgo-de-extincion-18-especies-de-agave-mexicanas/>
- Acosta, J. d. (2011 [1580]). *Historia natural y moral de las indias*. Buenos Aires [Madrid]: Universidad de Buenos Aires.
- Aragón, E. (27 de Abril de 2014). *Mezcal, fuente de ingresos de 25 mil familias en Oaxaca*. Recuperado el 20 de Octubre de 2015, de El financiero: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/mezcal-fuente-de-ingresos-de-25-mil-familias-en-oaxaca.html>
- Arduino. (19 de Junio de 2010). *What is Arduino?* Recuperado el 15 de Septiembre de 2015, de Arduino: <https://www.arduino.cc/>
- Arriola-Navarrete, Ó. (2011). Open access y software libre: un área de oportunidad para las bibliotecas. *Biblioteca universitaria: revista de la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM*, 26-40.
- Arteaga, J. R. (18 de Julio de 2014). *5 puntos que ahorcan al campo mexicano*. Recuperado el 09 de Abril de 2017, de Forbes México: <https://www.forbes.com.mx/5-puntos-que-ahorcan-al-campo-mexicano/>
- Asociación de Internet MX. (2017). *13° Estudio sobre los hábitos de los usuarios de internet en México*. México.
- Bautista, E. (2015). *Estrategias de branding para la comercialización de Sotol como alternativa de negocio en el norte de México*. Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Benet, M. (2012). *Bebidas de México: Mezcal*. México, D.F., México.
- Bernecker, W. (1992). *De agiotistas y empresarios: En torno de la temprana industrialización mexicana (Siglo XIX)*. México: Universidad Iberoamericana.
- Bracho, D., & Armendáriz, P. (27 de Febrero de 2013). *La historia de una gran bebida*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Brundtland, G. (1987). *Our common future*. Territorio Internacional de la ONU, N.Y.: ONU.
- Carlson, J., Fosmire, M., Miller, C., & Sapp, M. (18 de Enero de 2013). *Determining Data Information Literacy Needs: A Study of Students and Research Faculty*. Recuperado el 14 de Junio de 2017, de Libraries Faculty and Staff Scholarship and Research: http://docs.lib.purdue.edu/lib_fsdocs/23

- Castro-Díaz, A., & Beltrán, J. G. (2013). El agave y sus productos. *Temas selectos de ingeniería en alimentos* , 53-61.
- CEPAL. (2012). TIC y agricultura. *Newsletter* (págs. 2-12). Santiago de Chile: CEPAL.
- Chernyi, A. I., Mijaílov, A. I., & Guiliarevskii, R. S. (1973). *Fundamentos de la informática*. La Habana: Instituto de Documentacion e Informacion Cientifica y Tecnica.
- CICEANA - IBUNAM. (2008). *La diversidad de los agaves en México*. Recuperado el 12 de Octubre de 2015, de Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica A.C.:
<http://www.ciceana.org.mx/contenido.php?cont=265>
- CNet. (13 de Diciembre de 2006). *Kofi Annan's IT challenge to Silicon Valley*. Recuperado el 09 de Junio de 2017, de CNet News:
<https://www.cnet.com/news/kofi-annans-it-challenge-to-silicon-valley/>
- CONABIO. (2009). *Mezcales*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2016, de Biodiversidad mexicana:
<http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/mezcales/mMapa.html>
- CONABIO. (2009). *Mezcales*. Recuperado el 20 de Agosto de 2016, de Biodiversidad mexicana:
<http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/mezcales/mDiversidad.html>
- Congreso de la Unión. (28 de Enero de 1988). Ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente. *Diario Oficial de la Federación* . México, Distrito Federal, México: Gobierno de la República.
- Consejo Regulador del Mezcal. (2017). *Informe 2016*. Oaxaca.
- Consejo Regulador del Tequila. (25 de Enero de 2017). *CRT: Información estadística*. Recuperado el 22 de Febrero de 2017, de Consejo Regulador del Tequila: <https://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>
- Coria, S. R., Pérez-Meza, M., Méndoz-Cortés, E., & Martínez-Pelaéz, R. (2011). Brecha digital y pobreza en el estado de Oaxaca. *Conciencia tecnológica* , 19-25.
- Cornella, A. (2001). Cómo sobrevivir a la infoxicación. *Discurso de fin de cursos de posgrado de la Universidad de Berkeley 1999-2000* . Berkeley, California, Estados Unidos.
- Cortés, J. (7 de Junio de 2017). El 'big data' ayuda a tomar decisiones, pero lo importante es la intuición. *El país* , págs. A17-A22.

- Cruz-Reyes, M. A. (Mayo de 2016). Generación de valor sustentable en la industria agroalimentaria en México. *Tesis*. México, Distrito Federal, México: FCA - UNAM.
- D'Ignazio, C., & Bhargava, R. (2015). Approaches to Building Big Data Literacy. *Bloomberg Data for Good Exchange 2015* (págs. 26-31). Nueva York: Bloomberg.
- Eco, H. (2005 [1965]). *Apocalípticos e integrados*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Erlwein, S., Mira, J. R., & Velasco, A. (2013). Proceso de Elaboración del pulque, su importancia económica y concepción social en Apan, Hidalgo. En J. L. Ramírez, *Ejercicios etnográficos: aprendiendo a investigar* (págs. 59-104). México: CONACULTA-INAH.
- Etienne-Nugue, J. (2009). *Hablame de la artesanía*. París: UNESCO.
- FAO. (2015). *Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles: Principios y enfoques*. Roma: FAO.
- Felsenstein, L., & Hauben, M. (1966). *Participatory Democracy From the 1960s and SDS into the Future On-line*. Columbia: Universidad de Columbia.
- Forbes México. (14 de Agosto de 2014). *México y sus artesanías en el mundo*. Recuperado el 09 de Enero de 2017, de Forbes México: <https://www.forbes.com.mx/mexico-y-sus-artesantias-en-el-mundo/>
- Frías, L. (6 de Agosto de 2015). Dispositivo para monitorear temperatura y sustancias tóxicas. *Gaceta UNAM*, pág. 12.
- Fuentes, C. (2000). Amanecer de Mesoamérica. En H. Tájonar, *El alma de México* (pág. 23). México: TELEVISA - CONACULTA.
- Fuentes, L., & Soto, C. (1993). Agricultura sustentable en México. *Eria*, 21-29.
- García, A. J. (2007). Los agaves de México. *Ciencias*, 14-23.
- Giancoli, D. C. (1997). *Física: Principios con aplicaciones*. México: Prentice Hall.
- Gobierno de la República. (2010). *Agenda digital MX*. México: Gobierno de la República.
- Gobierno del estado de Oaxaca. (2010). *Plan municipal para el desarrollo rural sustentable*. Oaxaca.
- Gómez, M. (2011). Había una vez un sistema de bancos privados emisores de billetes. México, 1897-1910. *Historia Mexicana. El Colegio de México*, 2069-2109.
- González-Hernández, G., Pérez, E., Damián, R., & Chávez-Parga, M. (2012). Aislamiento, caracterización molecular y fermentativa de una levadura

- usada en la producción de etanol durante la elaboración de mezcal. *Revista mexicana de ingeniería química* , 389-400.
- González, L. (1981). Origen de la domesticación de los vegetales en México. En J. L. Lorenzo, *Historia de México* (Vol. 1, págs. 77-92). México: Salvat.
- González, S. (21 de Febrero de 2016). *Afectará a productores nuevo nombre para bebidas de agave*. Recuperado el 04 de Enero de 2017, de La Jornada: <http://www.jornada.unam.mx/2016/02/21/economia/020n1eco>
- Granados, D. (1993). *Los agaves en México*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Greenpeace. (2012). *Ríos mexicanos, ríos tóxicos*. Recuperado el 01 de Abril de 2017, de Greenpeace.org: http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2012/rios_toxicos.pdf
- Guevara, A. (2010). Dispositivos móviles. *Seguridad: Defensa digital* , 2-6.
- Gutiérrez-Coronado, M., Acedo-Félix, E., & Valenzuela-Quintanar, A. (2007). Industria del Bacanora y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* , 394-404.
- Harris, J. (13 de Septiembre de 2012). *Data Is Useless Without the Skills to Analyze It*. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de Harvard Business Review: <https://hbr.org/2012/09/data-is-useless-without-the-skills>
- Hernández, J. (2015). *Bebidas alcohólicas a partir del agave, desde el concepto de las tecnologías apropiadas*. México: FCA - UNAM.
- Hernández, J. d., Domínguez, M. L., & Caballero, M. (2007). Factores de innovación de negocios de artesanía en México. *Gestión y política pública* , 353-379.
- Humboldt, A. v. (2012 [1811]). *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*. México: Porrúa.
- INEGI. (10 de Agosto de 2015). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014: Información relevante*. Recuperado el 20 de Enero de 2017, de INEGI: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales_2015_08_8.pdf
- INEGI. (05 de Diciembre de 2015). *Estadísticas a propósito del... Día mundial del suelo (5 de diciembre)*. Recuperado el 14 de Enero de 2017, de INEGI: <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/suelo0.pdf>
- INEGI. (2010). *Prontuario de información estadística municipal*. D.F.
- IWSR. (Enero de 2014). *Beverage alcohol review 2013*. Recuperado el 10 de Enero de 2017, de IWSR: <https://www.theiwsr.com/index.aspx?ReturnUrl=%2f>

- Kushner, D. (26 de Octubre de 2011). *The Making of Arduino*. Recuperado el 02 de Septiembre de 2017, de IEEE Spectrum: <https://spectrum.ieee.org/geek-life/hands-on/the-making-of-arduino>
- Levitt, T. (1975). *Mercadotecnia para el desarrollo de los negocios*. México: Expansión.
- Lindenthal, T., Markut, T., Hörtenhuber, S., & Rudolph, G. (2009). *Greenhouse Gas Emissions of Organic and Conventional Foodstuffs in Austria*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2016, de Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL: https://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/oesterreich/arbeitschwerpunkte/Klima/lca_confernce_abstract_lindenthal_1003.pdf
- Linneo, C. (2007 [1753]). *Species Plantarum*. Santiago de Chile [Estocolmo]: Universidad de Chile.
- Londoño, O. L., Maldonado, L. F., & Calderón, L. C. (2014). *Guías para construir estados del arte*. Bogotá: International Corporation of Networks Knowledge.
- Macías, A., & Valenzuela, A. G. (2009). El tequila en tiempos de la mundialización. *Comercio Exterior*, 459-472.
- Matus, M., & Ramírez, R. (2012). *Acceso y uso de las TIC, en áreas rurales, periurbanas y urbano-marginales de México: Una perspectiva antropológica*. México: INFOTEC.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J., & Behrens, W. (2014 [1972]). *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*. Roma [Buenos Aires]: S/E.
- Mercado Libre México. (07 de Noviembre de 2017). *Circuitos Arduino*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2017, de Mercado Libre México: [https://listado.mercadolibre.com.mx/circuitos-arduino#D\[A:circuitos-arduino\]](https://listado.mercadolibre.com.mx/circuitos-arduino#D[A:circuitos-arduino])
- Mignot, T. d. (1980). *Pequeño Larousse de Ciencias y Técnicas*. México: Larousse.
- National Research Council. (1989). *Alternative agriculture*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Navarro, F. (2002). *La enciclopedia*. Barcelona: Salvat.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How japanese companies create the dynamics of innovation*. Nueva York: Oxford University Press.
- OCDE. (2011). *Análisis del extensionismo agrícola en México*. París: OCDE.

- OCDE. (2012). *Diagnóstico del sector TIC en México: Conectividad en inclusión social para la mejora de la productividad y el crecimiento económico*. París: OCDE.
- ONU. (13-14 de Junio de 1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2016, de ONU: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>
- ONU. (11 de Diciembre de 2003). *WSIS opening meeting discusses how digital divide is preventing equal sharing of opportunities concerning ICTS*. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de ONU: <http://www.un.org/press/en/2003/pi1541.doc.htm>
- Ortiz, I., & Cummins, M. (2012). *Desigualdad global: La distribución del ingreso en 141 países*. Nueva York: UNICEF.
- OSHW. (23 de Julio de 2015). *Acerca de la OSHWA y declaración de principios*. Recuperado el 29 de Abril de 2017, de Open Source Hardware Association: <https://www.oshwa.org/definicion/spanish/>
- Osorio, G. (2008). Agricultura sustentable: Una alternativa de alto rendimiento. *Ciencia UANL* , 77-88.
- Oxfam México. (2015). *Desigualdad extrema en México*. México: Iguales - Oxfam México.
- Pro México. (11 de Agosto de 2017). *Artesanos mexicanos exportarán a Medio Oriente*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2017, de Pro México: <https://www.gob.mx/promexico/articulos/artesanos-mexicanos-exportaran-a-medio-oriente?idiom=es>
- Quinn, M. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Estados Unidos: SAGE Publications Inc.
- RAE. (01 de Enero de 2017). *Efectividad*. Recuperado el 30 de Marzo de 2017, de Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española: <http://dle.rae.es/?id=EOjKmr1>
- Ramírez, I. (2000). *El Protocolo de Investigación, Lineamientos para su elaboración y análisis*. México: Trillas.
- Ramírez, J. (1995). Los magueyes: plantas de infinitos usos. *Biodiversitas* , 1-7.
- Ramírez, M. C. (2002). IV. Los agaves (Agave SPP). En M. C. Ramírez, *Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México* (págs. 63-101). México: UNAM, Instituto de Geografía.
- Razo, C. M. (2002). *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. México: Prentice Hall.

- Real, J. (02 de Julio de 2007). Las mil y un vidas del agave. *La gaceta* , pág. 12.
- Rendón, M. Á. (01 de Mayo de 2005). *Relación entre los conceptos: información, conocimiento y valor. Semejanzas y diferencias*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2016, de Scielo:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652005000200006
- Rincón, S. (07 de Marzo de 2015). *Nación Tonayán: La peligrosa moda de beber barato*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2016, de Sin embargo:
<http://www.sinembargo.mx/07-03-2015/1263147>
- Romero, A. (10 de Abril de 2014). *La producción de artesanías no es rentable en México*. Recuperado el 09 de Enero de 2017, de El financiero:
<http://eleconomista.com.mx/estados/2014/04/10/produccion-artesantias-no-rentable-mexico>
- Romero, J. A. (1998). *Evolución del sector agropecuario en la etapa de sustitución de importaciones 1960-1982*. México: UNAM.
- SAGARPA. (2009). *El sistema producto agave - tequila en Michoacán*. México: SAGARPA.
- SAGARPA. (2012). *Maguey - mezcal*. México: SAGARPA.
- SAGARPA. (2008). *Manual de plagas y enfermedades del agave*. Guanajuato, México.
- SAGARPA; FAO. (2012). *Agricultura familiar con potencial productivo en México*. México: SAGARPA.
- Sales, F. (2011). *Las artesanías en México*. México: Congreso de la Unión.
- Sampieri, R. (2011). *Metodología de la investigación*. México: Mc. Graw Hill.
- Sánchez, N. (16 de Julio de 2017). *¿85 centavos por minuto y mensajes gratis? Así opera la red de telefonía en la Sierra de Oaxaca*. Recuperado el 20 de Agosto de 2017, de Animal Político:
<http://www.animalpolitico.com/2017/07/red-telefonía-sierra-oaxaca/>
- Secretaría de Economía. (13 de Diciembre de 2012). Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones. *Diario Oficial de la Federación* . México, Distrito Federal, México: Gobierno de la República México.
- Secretaría de Economía. (12 de Junio de 1997). Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones. *Diario oficial de la federación* . México, Distrito Federal, México: Gobierno de la República.

- Secretaría de Economía. (14 de Diciembre de 2005). Norma Oficial Mexicana NOM-168-SCFI-2004, Bebidas alcohólicas-Bacanora-Especificaciones de elaboración, envasado y etiquetado. *Diario Oficial de la Federación* . México, Distrito Federal, Méxco: Gobierno de la República.
- Secretaría de Economía. (2012). *Oaxaca produce el mezcal de mayor calidad y el 65% del volumen nacional*. Recuperado el 19 de Octubre de 2015, de Delegaciones de la SE: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales/puebla/162-delegaciones-de-la-se/estatales/oaxaca/6724-oaxaca1>
- SEMARNAT. (2016). *Informe de la situación del medio ambiente en México. 2015*. México: SEMARNAT.
- SIAP. (2017). *Atlas agroalimentario de México 2016*. México: SAGARPA.
- Sin embargo. (6 de Enero de 2012). *10 claves para entender la crisis del campo mexicano*. Recuperado el 09 de Abril de 2017, de Sin embargo: <http://www.sinembargo.mx/06-01-2012/112634>
- Stallman, R. (17 de Julio de 2011). Código abierto contra copyright. *Conferencia dada en la UNAM* . México.
- Tamayo, M. (2008). *El proceso de investigación científica*. México: Limusa.
- Telmex. (01 de Enero de 2017). *Extiende tu red inalámbrica*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2017, de Telmex: <http://telmex.com/web/asistencia/hogar-preguntas-frecuentes-extiende-tu-red-inalambrica>
- Trujillo, J. (1990). Desarrollo de una agricultura sustentable en México: El paradigma agroecológico. *Comercio exterior* , 953-958.
- UIT. (01 de Septiembre de 2015). *Evolución de las TIC a escala mundial* . Recuperado el 29 de Octubre de 2017, de ITU News: <http://itunews.itu.int/es/5089-Evolucion-de-las-TIC-a-escala-mundial-note.aspx>
- UIT. (2005). *Medición de la sociedad de la información en América Latina y el Caribe* . Santiago de Chile: UIT.
- UNESCO. (1997). *La artesanía y el mercado internacional: Comercio y codificación aduanera*. Manila: UNESCO.
- UNESCO. (2005). *Las tecnologías de la información*. París: Oficina de información pública de la UNESCO.
- UNO TV. (2 de Octubre de 2015). *Alumnos poblanos crean dispositivo para identificar calidad de suelos*. Recuperado el 27 de Octubre de 2015, de UNO.TV: <http://www.unotv.com/noticias/estados/puebla/detalle/alumnos-poblanos-crean-dispositivo-para-identificar-calidad-de-suelos-374659/>

- Valdeón, J. (2001). Gremios y oficios en la estructura urbana de la ciudad medieval. *Reconstruyendo la ciudad maya: el urbanismo en las sociedades antiguas* (págs. 483-490). Valladolid: Sociedad de estudios mayas.
- Vara, F. G. (2000). Ajusco: Parque y volcanes de la Ciudad de México. *Las 100 maravillas de México* , 21-30.
- Vara, F. G. (2001). Henequén: Las haciendas del Noroeste de Yucatán. *Las 100 maravillas de México* , 341-350.
- Vara, F. G. (2001). Oaxaca: La ciudad y los pueblos del marquesado. *Las 100 maravillas de México* , 561-570.
- Vara, F. G. (2002). Sierra de San Francisco: Mensajes de la Prehistoria. *Las 100 maravillas de México* , 821-830.
- Vara, F. G. (2002). Teotihuacán: La metrópoli imperial. *Las 100 maravillas de México* , 851-860.
- Vela, E. (2014). *El maguey*. México: Raíces.
- Verduzco, J., Predo, C. I., & Mercado, R. (2008). Caracterización e identificación taxonómica del maguey. *Revista salud pública y nutrición* , 75-99.
- Wikipedia. (22 de Octubre de 2014). *Tecnologías de la Información y Comunicación*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2017, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADas_de_la_informaci%C3%B3n_y_la_comunicaci%C3%B3n
- World Economic Forum. (2017). *Global risks, report 2016 11th edition*. Ginebra: World Economic Forum.
- WWF. (02 de Noviembre de 2011). *WWF recuerda que la humanidad necesitaría casi tres Planetas para satisfacer sus demandas en 2050*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2016, de WWF: <http://www.wwf.es/?19960/3-planetas>
- Yang-Wong, G. C. (2011). Open Source Hardware: The history, issues, and impact on digital. *Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias de la computación* . Edmonton, Alberta, Canadá: Universidad de Alberta.
- Yañez, P. A. (Dirección). (2012). *Los mezcales del Occidente de México y la Destilación Prehispánica* [Película].
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research (Applied Social Research Methods)*. Estados Unidos: SAGE Publications Inc.
- Zambrano, F. (01 de Noviembre de 2009). *Las TICS en nuestro ámbito social*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2017, de Revista digitan universitaria: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num11/art79/int79.htm>

Zarco, F., & Bribiesca, G. (2016). Medición y control de las variables del proceso de producción de mezcal artesanal de un modelo de negocio con dispositivos móviles. *Memoria del XXI Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática* .



ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACIÓN



MAESTRÍA EN INFORMÁTICA ADMINISTRATIVA

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA

ENCUESTA PARA MEJORAR LA PRODUCCION DE AGAVE MEZCALERO DE
FORMA ARTESANAL Y LA UTILIZACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS DE LA
INFORMACION Y COMUNICACIÓN (TIC) EN DICHO PROCESO

Folio operativo

Clave

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR

NOMBRE DEL PRODUCTOR: _____

NOMBRE DE LA EMPRESA: _____

MUNICIPIO: _____ ENTIDAD FEDERATIVA: _____

LA INFORMACIÓN DE ESTE CUESTIONARIO SE UTILIZARÁ EXCLUSIVAMENTE
CON FINES DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA

ACERCA DE ESTA ENCUESTA:

La siguiente encuesta, es aplicada con la finalidad de obtener información relacionada con la producción de agave mezcalero, uso de las partes de esta planta, así como la aplicación de prácticas de sustentabilidad y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), por parte de los productores, para determinar la pertinencia de implementación de tecnologías en la medición y control de variables para alcanzar una producción sustentable.

Se tomaron íntegramente algunas preguntas de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014, aplicada por el INEGI, con la finalidad de contar con índices de comparación.

SOBRE LA CONFIDENCIALIDAD
Y FIN DE ESTA ENCUESTA:

La información entregada en esta encuesta, no será divulgada de forma individual, y solamente se expresará de forma global, con fines ESTADÍSTICOS Y ACADÉMICOS de acuerdo a lo estipulado en la Ley de Protección de Datos Personales, expedida el 27 de enero de 2017.

La veracidad de la información obtenida, determinará a futuro la implementación de este proyecto, el cuál será ACADÉMICO Y SIN FINES DE LUCRO, para consulta y en beneficio de la producción de agave mezcalero de forma artesanal.

DEFINICIONES BÁSICAS

TIC: Abreviatura de Tecnologías de la Información y Comunicación, se refiere a todos los recursos tecnológicos empleado con la finalidad de recopilar, procesar, almacenar y transmitir información (Ej. Computadoras, Celulares inteligentes [smartphones], “tablets”, programas de cómputo, etc.)

PRODUCTOR(A): Persona que ejerce el manejo de la unidad de producción.

INFORMANTE: Es la persona que proporciona los datos de la unidad de producción, puede ser el mismo productor(a); o alguna otra persona que conozca el funcionamiento de la unidad de producción.

PYME: Abreviatura de Pequeña y Mediana empresa, la cual de acuerdo con la Secretaría de Economía, cuentan con menos de 250 trabajadores.

AGREMIADO(A): Productor(a), perteneciente o inscrito a algún organismo regulador de la producción de bebidas espirituosas como el Consejo Regulador del Mezcal (Antes COMERCAM) o Consejo Regulador del Tequila.

APOYOS: Todo aquel recurso, ya sea en dinero o en especie (Herramientas, asistencia técnica, abono, etc.), que sea otorgado por medio de programas de asistencia social públicos (SAGARPA, gobierno estatal y municipal) o privados (Bancos, Organizaciones no gubernamentales, etc.)

DISPOSITIVO MÓVIL: Toda aquella TIC, que pueda utilizarse de forma portátil, sin necesidad de un cable (Ej. Teléfonos celulares inteligentes [Smartphones], “Tablets” o Computadoras portátiles [Laptop]).

SEMISILVESTRE: Planta que requiere de ayuda del agricultor, en los montes y praderas pero que su reproducción es natural.

SILVESTRE: Planta que crece sin ayuda del agricultor en los montes y praderas.

SUSTENTABILIDAD: Estado de equilibrio donde existe respeto al medio ambiente, calidad de vida de los habitantes dentro de los estándares internacionales y auge de las organizaciones mercantiles y negocios localizados en la región geográfica.

CULTIVADO: Planta que es cultivada en terrenos destinados para ese fin y que requiere en todo momento cuidados del agricultor.

INSTRUCCIONES GENERALES DE LLENADO DEL CUESTIONARIO

1. Lea la pregunta detenidamente.
2. Escriba las respuestas exclusivamente con lápiz y no haga uso de abreviaturas.
3. Escriba en los campos con letra de molde mayúscula.
4. Respete los pases de pregunta cuando sea el caso.
5. Cuando tenga que corregir un dato no sobreescriba, borre cuidadosamente y anote la respuesta.
6. En campos donde la respuesta sea “NADA”, “NO CUENTO”, “NINGUNO” o similares, escriba un CERO (0) en el campo correspondiente.
7. Cuando una respuesta sea dada en cantidades fraccionales (Ej. “MEDIO”, “CUARTO”, “TERCIO”, “TRES CUARTOS”, etc.) utilice las siguientes equivalencias:

| | | | |
|--------|------------|--------------|------------|
| MEDIO | 0.50 / 50% | TRES CUARTOS | 0.75 / 75% |
| CUARTO | 0.25 / 25% | DOS TERCIOS | 0.67 / 67% |
| TERCIO | 0.33 / 33% | | |

8. Cuando el/la informante utilicen unidades diferentes a las empleadas en el sistema métrico decimal (ej. cuartillas, almudes, varas, botes, etc.), coloque dicha información en la casilla titulada “OTRA UNIDAD”, indicando de que unidad se trata.
9. En caso de alguna duda entre los productores, explique detalladamente a qué se refiere la pregunta.

TEMAS ABORDADOS EN LA ENCUESTA

- I. ASPECTOS AMBIENTALES
- II. ASPECTOS SOCIALES
- III. ASPECTOS ECONÓMICOS

I. ASPECTOS AMBIENTALES

1. Marque con una X el tipo de agave que utiliza para la fabricación de mezcal

Cultivado Silvestre Semisilvestres Ambas

2. ¿Qué especies de agave utiliza para la fabricación de mezcal? Especifique en cada caso

| Agaves silvestres | Agaves semisilvestres | Agaves cultivados |
|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

3. En el caso de los agaves cultivados ¿Cuál es el medio de reproducción que emplea actualmente?

Bulbilo o hijuelo Semilla

4. ¿Qué tipo de suelo es el utilizado en el terreno de siembra del agave?

Arenoso Arcilloso Pedregoso Tierra negra

5. ¿Cómo debe ser el clima que permite un mejor crecimiento del agave?

Húmedo Seco Otros (Especifique): _____

6. ¿Cómo debe ser la humedad del suelo para que permita un mejor crecimiento del agave?

Alta Regular Baja Muy baja

7. ¿Conoce el término pH? (En caso de contestar "No", pase a la pregunta 8)

Si No

8. Indique el pH ideal del suelo para el crecimiento del agave..... pH: _____

9. Indique los medios de irrigación empleados en la producción de agave:

Temporal Pozos y presas Sistemas de irrigación Ríos, lagos y lagunas

10. ¿Cuántas cosechas de agave tiene en un año?..... _____

11. ¿Qué tiempo requiere la planta de agave para ser cosechada?..... _____

12. ¿Cuántas piñas se cosechan aproximadamente en un ciclo de cosecha?

Número de piñas silvestres: _____ Número de piñas cultivadas: _____

13. ¿Qué características debe tener un agave para ser cosechado?

14. ¿Qué plaga(s) es o son las más comunes durante el cultivo o cuidado del agave?

15. ¿Qué medios de control de plaga(s) emplea para controlarlas?

16. ¿Ha desmontado terrenos de bosque y/o pastizales cercanos?

Si No

17. (Contestar sólo si respondió Si en la pregunta 16) ¿Con que finalidad se ha realizado dicha actividad? (Puede marcar más de una opción)

Leña para hornos Fabricación de barricas

Ampliación de tierras de cultivo de agave Otras actividades

Ampliación de tierras para otros cultivos

18. (Contestar sólo si marco la opción "Otras actividades" de la pregunta 17) Especifique que otras actividades realiza en el desmonte de bosque y/o pastizales cercanos:

19. ¿Qué combustible emplea para la cocción de las piñas de agave?:

Leña Carbón Gas Electricidad Otros

20. (Contestar sólo si marco la opción "Otros" de la pregunta 19) Especifique que otros combustibles emplea en la cocción de las piñas:

21. ¿Ha notado cambios en el terreno donde cultiva el agave en los últimos años?:

Si No

22. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 21) Describa los cambios presentados en el terreno:

23. ¿Ha notado algún problema o cambio en las fuentes de agua en los últimos años?

Si No

24. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 23) Describa los cambios presentados en las fuentes de agua:

25. ¿Se han efectuado campañas de reforestación?:

Si No

26. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 25) ¿Con qué frecuencia se han realizado estas campañas?

Mensual Semestral

Bimestral Anual

Trimestral Irregular

27. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 25) ¿Qué tipo de árboles se siembran en los procesos de reforestación?

28. ¿Qué destino tienen los desperdicios del agave una vez obtenida la piña?

29. Basado en su experiencia ¿Cuál es el agave más apreciado para la fabricación de mezcal?

II. ASPECTOS SOCIALES

30. ¿El cultivo o cuidado del agave mezcalero es familiar?

Si No

31. Indique el número aproximado de personas que intervienen en el cultivo o cuidado del agave mezcalero:

De 1 a 3 De 4 a 6 De 7 a 10 Más de 10

32. ¿Tiene trabajadores dedicados exclusivamente al cultivo o cuidado del agave mezcalero?

Si No

33. Indique el número de trabajadores que tiene regularmente.....

34. ¿Usted y su familia tienen acceso a servicios médicos gratuitos?

Si No

35. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 34) ¿Cómo considera la calidad del servicio médico?

Excelente Buena Regular Mala

36. ¿Existe alguna capacitación sobre el cultivo del agave?

Si No

37. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 36) Describa en qué consiste dicho proceso de capacitación:

38. ¿Sugiere algún tipo de capacitación para el cultivo del agave mezcalero?

Si No

39. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 38) Describa que aspectos debe abordar dicha capacitación y su propuesta:

40. ¿Tiene algún registro o método para saber el número de plantas?

Si No

41. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 40) Describa en qué consiste dicho método:

42. Actualmente ¿Existen viveros comunitarios que se dediquen exclusivamente al cultivo del agave?

Si No

43. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 42) ¿Utiliza estos viveros en el proceso de producción de agave?

Si No

44. Actualmente ¿Pertenece alguna organización de productores de agave?

Si No

45. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 44) Escriba el nombre de la organización a la que se encuentra afiliado:

46. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 44) Describa la cuáles son las funciones principales de la organización a la que pertenece:

47. ¿Tiene alguna propuesta para mejorar la organización de la comunidad respecto al cultivo, cosecha y venta del agave?

Si No

48. (Contestar sólo si marco la opción "Sí" de la pregunta 47) Describa en qué consiste dicha propuesta:

49. ¿Considera importante el uso de dispositivos o aparatos para medir la humedad de suelo y ambiente, pH, detección de plagas, entre otros factores que puedan afectar el ciclo de vida del agave?

Si No

50. ¿Ha utilizado alguno de los siguientes recursos en el cultivo y cosecha de agave mezcalero o en la producción de mezcal? (Puede marcar más de una opción)

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Teléfono inteligente (Smartphone) | <input type="checkbox"/> | "Tablet" | <input type="checkbox"/> |
| Computadora personal (PC) | <input type="checkbox"/> | Teléfono de línea fija | <input type="checkbox"/> |
| Computadora portátil (Laptop) | <input type="checkbox"/> | Otros | <input type="checkbox"/> |

51. ¿Tiene acceso a alguno de los siguientes servicios? (Puede marcar más de una opción)

| | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| Internet | <input type="checkbox"/> | Telefonía satelital | <input type="checkbox"/> |
| Telefonía móvil o celular | <input type="checkbox"/> | Televisión de paga | <input type="checkbox"/> |
| Telefonía fija | <input type="checkbox"/> | Otros | <input type="checkbox"/> |

52. En las actividades de cultivo o cuidado del agave mezcalero ¿ha utilizado algún dispositivo especialmente enfocado a la agricultura?

Si No

53. Contestar sólo si marco la opción "Sí" de la pregunta 52) Cuál de los siguientes dispositivos utiliza o ha utilizado durante el cultivo o cuidado del agave mezcalero? (Puede marcar más de una opción)

| | | | |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Sensores de humedad | <input type="checkbox"/> | Programas de cómputo especializados | <input type="checkbox"/> |
| Medidores de pH | <input type="checkbox"/> | Otros | <input type="checkbox"/> |
| Sistemas automatizados de riego | <input type="checkbox"/> | | |

54. (Contestar sólo si marco la opción "Otros" de la pregunta 53) Describa qué otros dispositivos ha utilizado:

55. ¿Ha fabricado sus propios dispositivos para el cultivo o cuidado del agave mezcalero?

Si No

56. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 55) Describa en que consiste(n) dicho(s) dispositivo(s):

57. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 55) Indique que plataforma tecnológica utilizó para construir dicho(s) dispositivo(s):

58. ¿Qué medios de comunicación emplea para contactar a sus clientes y proveedores?
(Puede marcar más de una opción)

| | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Teléfono de línea fija | <input type="checkbox"/> | Redes sociales | <input type="checkbox"/> |
| Teléfono celular | <input type="checkbox"/> | Visita presencial | <input type="checkbox"/> |
| Correo electrónico | <input type="checkbox"/> | Otros | <input type="checkbox"/> |

59. (Contestar sólo si marco la opción "Otros" de la pregunta 58) Describa que otros medios de comunicación utilizó para contactar a sus clientes y proveedores:

60. ¿Estaría dispuesto a utilizar un dispositivo enfocado a la medición de variables relacionadas con el pH, tipo de suelo, humedad y presencia de plagas?

Si No

61. ¿Cuáles son las variables que debería medir un dispositivo para el cultivo o cuidado del agave mezcalero?

62. A su juicio ¿Cuáles son los problemas más graves que atraviesa el cultivo del agave?

III. ASPECTOS ECONÓMICOS

63. ¿Ha recibido apoyos para el cultivo del agave?

Si No

64. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 63) ¿De qué organización proceden el o los apoyos que recibió? (Puede marcar más de una opción)

| | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Gobierno federal | <input type="checkbox"/> | Organización No Gubernamental | <input type="checkbox"/> |
| Gobierno estatal | <input type="checkbox"/> | Banca privada | <input type="checkbox"/> |
| Gobierno municipal | <input type="checkbox"/> | Otros | <input type="checkbox"/> |

65. (Contestar sólo si marco la opción "Otros" de la pregunta 64) Describa la procedencia de los apoyos que ha recibido:

66. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 63) Describa el tipo de apoyo que ha recibido (Puede marcar más de una opción):

| | | | |
|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Semillas | <input type="checkbox"/> | Dinero | <input type="checkbox"/> |
| Maquinaria | <input type="checkbox"/> | Dispositivos y aparatos agrícolas | <input type="checkbox"/> |
| Asistencia Técnica | <input type="checkbox"/> | Otros | <input type="checkbox"/> |

67. (Contestar sólo si marco la opción "Otros" de la pregunta 66) Describa el tipo de apoyo que ha recibido:

68. ¿Ha adquirido algún dispositivo diseñado para medir variables como el pH, la humedad del ambiente, la humedad del suelo, u otras variables agrícolas?

Si No

69. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 68) ¿Cuál fue su precio aproximado en pesos?.....\$_____

70. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 68) Considera que el dispositivo ha dado:

Buenos resultados Malos resultados

71. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 68) ¿Considera que el rendimiento de los dispositivos corresponden al precio pagado?:

Si No

72. De acuerdo a su experiencia ¿Cuál sería un precio razonable por cada dispositivo?

| Dispositivo | Precio | Moneda |
|-------------|--------|--------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

73. ¿Conoce la Norma Oficial Mexicana que regula la producción del agave NOM-070-SCFI-1994?

Si No

74. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 73) ¿Cuál es su percepción con respecto a dicha NOM?

Supera mis expectativas No satisface mis expectativas
Satisface mis necesidades Me es indiferente
Se puede mejorar Otra percepción

75. (Contestar sólo si marco la opción "Otra percepción" de la pregunta 74) Describa cuál es su percepción acerca de la NOM-070-SCFI-1994:

76. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 73) ¿Cuáles son los aspectos que se pueden mejorar de la NOM-070-SCFI-1994?

77. ¿Sabe que es la Denominación de Origen?

Si No

78. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 77) ¿Considera que dicha denominación de origen ha contribuido a mejorar la producción y protección del agave?

Si No

79. Describa el por qué de su respuesta anterior:

80. ¿Podría especificar el costo aproximado de la producción de un agave, en pesos desde la siembra hasta la cosecha?.....\$_____

81. ¿Qué porcentaje de la inversión utiliza para el control de plagas?.....%_____

82. ¿Ha utilizado alguna de las plagas del agave como fuente de ingresos complementarios?

Si No

83. (Contestar sólo si marco la opción "Si" de la pregunta 82) Describa como ha aprovechado económicamente dichas plagas:

84. Indique cuál es el principal destino de su cosecha de agave mezcalero, en la producción del mezcal artesanal:

Grandes empresas No lo sé

Familiares y amigos Otros

Producción propia

85. (Contestar sólo si marco la opción "Otros" de la pregunta 84) Describa que otro destino tiene la producción de agave:

86. ¿Cuál es la mayor dificultad que considera para comercializar el agave mezcalero en el mercado?

87. ¿Considera que la venta del agave ha representado algún beneficio para la comunidad?

Si No

88. Describa el por qué de su respuesta anterior:

¡¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!!

Para cualquier duda o aclaración, favor de comunicarse con el L.I. Francisco Zarco Magallón por los siguientes medios:

Teléfono Celular/Whatsapp: 5554958391

Correo Electrónico: ozymandiasxc@gmail.com