



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN**

**Medición de la Sustentabilidad del
Proceso de Producción Artesanal del Agave Mezcalero,
por medio de un Modelo de Negocio con Redes Neuronales Artificiales:
El caso de Santiago Matatlán, Oaxaca**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Doctor en Ciencias de la Administración

Presenta:

Ignacio Alejandro Olivares Chapa

Comité Tutor:

Tutor principal: Dra. Graciela Bribiesca Correa
Facultad de Contaduría y Administración

Dra. Maritza Álvarez Herrera
Facultad de Contaduría y Administración

Dr. Arturo Morales Castro
Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, diciembre de 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Contenido

- Resumen7
- Abstract 10
- Introducción 12
- CAPÍTULO 1. Alcance y justificación de la investigación..... 19
 - 1.1 Justificación 20
 - 1.1.1 Conveniencia 20
 - 1.1.2 Relevancia social..... 20
 - 1.1.3 Implicaciones prácticas..... 23
 - 1.1.4 Valor teórico 23
- CAPÍTULO 2. Problema de investigación 25
 - 2.1 Planteamiento del problema 25
 - 2.1.1 Definición de variables y su operatividad..... 31
 - 2.2 Pregunta de investigación 32
 - 2.3 Objetivo general 32
 - 2.3.1 Objetivo de la investigación..... 33
 - 2.4 Hipótesis de investigación 33
- CAPÍTULO 3. Marco referencial o contextual 34
 - 3.1 La Declaración de Río, 1992..... 35
 - 3.2 La Agenda 21 y los compromisos de la ONU 36
 - 3.2.1 Sustentabilidad 38
 - 3.2.2 Desarrollo sustentable..... 41
 - 3.2.3 Desequilibrio sustentable 42
 - 3.3 El pacto mundial de la ONU, 1999..... 43
 - 3.4 El futuro que todos queremos, 2012..... 43
 - 3.5 La Agenda 2030, 17 objetivos, 169 metas. ONU 44
 - 3.6 Marco Jurídico para la sustentabilidad en el Sector del Medio Ambiente..... 45
 - 3.6.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 46
 - 3.6.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos..... 47
 - 3.6.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 49

3.6.4 Ley General de Vida Silvestre	50
3.6.5 Ley De desarrollo Rural Sustentable.....	52
3.6.6 Ley de Aguas Nacionales.....	55
3.6.7 Ley Federal de Metrología y Normalización (ISO 14000)	59
3.6.8 Ley de Productos Orgánicos	61
3.6.9 NOM-070-SCFI-1994	62
3.7 Producción de mezcal en México	67
3.7.1 El agave mezcalero	67
3.7.2 Oaxaca, principal estado productor de mezcal	75
3.7.3 Producción artesanal del agave mezcalero, región de Santiago Matatlán, Oaxaca.....	88
CAPÍTULO 4. Marco teórico	92
4.1 Cambio climático, calentamiento global, contaminación ambiental e impacto ambiental.....	93
4.2 Sociedad, economía y medio ambiente (modelo actual de sustentabilidad)	94
4.3 Modelo.....	99
4.3.1 Planes de Negocios y Proyectos de Inversión.....	103
4.3.2 Modelo de Negocio (plataforma de análisis para la medición y evaluación de la sustentabilidad, en cinco etapas)	109
4.4 Indicadores de sustentabilidad.....	111
4.4.1 Los indicadores básicos del desempeño ambiental en México / PER	112
4.4.2 Construcción de indicadores por MESMIS*.....	113
4.5 Establecimiento de principios de sustentabilidad: guías y orientadores hacia la sustentabilidad.	117
4.6 Enfoque de sistemas y procesos.....	121
4.7 Índice de sustentabilidad propuesto, ISUPP.....	125
4.8 Redes Neuronales Artificiales	140
4.8.1 Justificación del uso de la Red Neuronal Artificial.....	141
4.8.2 Características de las neuronas	146
4.8.3 Red Neuronal Artificial, Modelo Perceptrón Multicapa, Backpropagation.....	152
4.8.4 Diseño de la arquitectura del Perceptrón Multicapa.	156
CAPÍTULO 5. Metodología de la investigación	158
5.1 Tipo de investigación	158
5.2 Método	158
5.2.1 Estudio de caso colectivo.....	159

5.3 Diseño de la investigación	160
5.3.1 Fuentes de información.....	163
5.3.2 Etapa I, recolección de información.....	167
5.3.3 Etapa II, Identificación y definición de variables de sustentabilidad.....	177
5.3.4 Etapa III, Construcción de los Indicadores de Sustentabilidad FRI, definición de Principios de Sustentabilidad y construcción del Modelo de Negocio como plataforma de medición.....	179
A) Construcción de indicadores de sustentabilidad	179
B) Definición y estructuración de los Principios de Sustentabilidad	185
C) Construcción del Modelo de Negocio	188
D) Modelo de Negocio: plataforma de medición y evaluación de Índices de Sustentabilidad y registros para la RNA.	190
5.3.5 Etapa IV, Construcción del Índice de Sustentabilidad ISUPP	194
5.3.6 Etapa V, Aplicación del Modelo de Negocio, como plataforma de análisis, medición y evaluación de los ISUPP de los Indicadores FRI, y generación de datos como capas de entrada y salida para la RNA.....	200
CAPÍTULO 6. Resultados y análisis.....	201
6.1 Análisis, medición y evaluación de la sustentabilidad.....	201
6.1.1 Etapa, producto:	207
6.1.2 Etapa, mercado.....	210
6.1.3 Etapa, organización.....	213
6.1.4 Etapa, producción:.....	216
6.1.5. Etapa, finanzas:.....	220
6.2 Comprobación del Modelo de Negocio.....	223
6.3 Pronóstico de Sustentabilidad del Proceso de Producción Artesanal del Agave Mezcalero, con la Red Neuronal Artificial modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation	223
6.5 Pronósticos de Sustentabilidad, con Redes Neuronales Artificiales (RNA)	229
6.5.1 Etapa: Producto	231
6.5.1.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para el Producto	243
6.5.2 Etapa: Mercado	244
6.5.2.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para el Mercado	257
6.5.3 Etapa: Organización	258
6.5.3.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para la Organización	271
6.5.4 Etapa: Producción.....	272
6.5.4.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para la Producción.....	285

6.5.5 Etapa: Finanzas 286

6.5.5.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para las Finanzas..... 299

6.6 RNA para el Índice de Sustentabilidad general del Proceso de Producción..... 300

6.6.1 Resultado: RNA, Pronóstico de Sustentabilidad General del Proceso de Producción Artesanal del Agave
Mezcalero 303

CONCLUSIONES: 305

Comentarios: 310

Limitaciones y recomendaciones: 310

Bibliografía:..... 312

Índice de Tablas: 327

Índice de ilustraciones: 328

Anexo A: Análisis de Fiabilidad con Alfa de Cronbach..... 330

Anexo B: Vista de variables analizadas con Alfa de Cronbach, en SPSS V.21..... 338

Anexo C: Tabla de base de datos 339

Anexo D: Cuestionario 1 (etapa 1 de la investigación, semiestructurado) 341

Anexo E: Análisis por cruzamiento de datos; obtención de Indicadores FRI (factores, relaciones e impactos
ambientales) 345

Anexo F: Cuestionario 2 (etapa 2 de la investigación) 348

Anexo G: Cuestionario 3 (etapa 3 de la investigación) 355

Glosario:..... 359

Agradecimientos:

*A Dios, por la luz y guía recibida
A mis padres
A mis hermanos:
Pedro, Raúl, Carmen y Lourdes
A mis sobrinas y sobrinos:
Marisol, Karina, Nallely, Eduardo, Pedro y Lalo; Danielito y Regina
A la familia que he sumado en el camino:
Nava, Martínez, Díaz y Mendoza
A mis amigos y compañeros
Gracias.*

Agradecimientos y reconocimientos especiales:

Al Dr. Juan Alberto Adam Siade, Director de la Facultad de Contaduría y Administración, por su apoyo para la realización de esta investigación,

A la Dra. Graciela Bribiesca Correa, por su amistad, fe, apoyo incansable, tutoría y confianza recibida en esta investigación,

A la Dra. Nadima Simón Domínguez, por el honor de recibir su guía y apoyo, y haber sido mi maestra en licenciatura y Tutora en esta investigación,

Al Dr. Víctor Manuel López López, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería, Programa de Sustentabilidad, por su asesoría y apoyo,

A mis Tutores Asesores, Dra. Maritza Álvarez Herrera., Dr. Arturo Morales Castro y Dr. Mario Humberto Hernández López,

Al Mtro. Gilberto Prieto Morín, por su amistad, asesoría y apoyo,

Al grupo de productores de mezcal, que me permitieron realizar esta investigación.

Resumen

En el marco general de la teoría y concepto de sustentabilidad o sostenibilidad¹, la presente investigación hace una propuesta para medir, evaluar y pronosticar el grado de sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero en Palenques de la región de Santiago Matatlán, Oaxaca (principal estado y región productor de agave artesanal). Esta medición se lleva a cabo por medio de índices de sustentabilidad, con enfoque sistémico y de procesos, mediante un modelo de negocio de cinco etapas², producto, mercado, producción, organización y finanzas, como plataforma de análisis, medición y evaluación. La aplicación de una Red Neuronal Artificial (RNA) modelo PERCEPTRÓN Backpropagation, permitió pronosticar el grado de sustentabilidad del proceso, logrando hacer una propuesta para lograr el equilibrio y desarrollo sustentable en el proceso de producción. Esta propuesta y nuevo conocimiento ayudará a los productores artesanales afiliados al Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM), a realizar de manera sustentable la producción y no sólo garantizar, sino promover el crecimiento y mantenimiento de la producción artesanal de agave mezcalero, en los planos social, económico y ambiental, con sentido de equidad, rentabilidad, protección y conservación de los recursos naturales, bajo principios de sustentabilidad.³

Bajo la dinámica de sistemas (Aracil, 1995), se identificaron indicadores de desequilibrio sustentable en el proceso, en todas las etapas. Éstos, fueron obtenidos en diversas visitas de campo en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca. Se determinó que existen factores asociados a la producción y relaciones de tipo decisional asociadas a la sociedad, la economía y el medioambiente (Trinomio), que inciden en la sustentabilidad del proceso ocasionando impactos ambientales. Esto permitió realizar una exploración, análisis y descripción de diversos desequilibrios sustentables que se producen en este sector agrícola, como consecuencia de

¹ Sustentabilidad o sostenibilidad, concepto lanzado y utilizado por primera vez en el término desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable), otorgándole el significado de: “satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”. Lo anterior, con base en la aportación que se hizo en el Informe Brundtland (conocido también como Nuestro Futuro Común) a cargo de la Dra. Gro Harlem Brundtland y presentado en 1987, por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU. Ver Acta de Asamblea General A/42/427, pp. 9-16, 4 de agosto de 1987. Disponible en <www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>.

² Revisión de diversos autores de Planes de Negocios y Proyectos de Inversión (ver Capítulo 4.3.1, Tabla 40)

³ Principios de sustentabilidad obtenidos, diseñados y alineados con la Sección II, Capítulo 14 de la Agenda 21, utilizando la estructura de los “Marcos de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)”, Marta Astier, (coord.) et. al., IMAG Impressions, S.L., España, 2008, 208 págs., así como con Normas y Leyes Mexicanas.

diferentes e incontroladas actividades humanas o antropocéntricas (causas), que generan impactos (efectos) socio-económicos y contaminación en suelos, aire y agua, así como, la producción de gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO₂) y metanos (CH₄), por los desechos de basura y la combustión (Chavez, 2013). Se presenta el pronóstico de la sustentabilidad del proceso de producción, a través del diseño y construcción de una arquitectura general de Red Neuronal Artificial, la cual se entrenó para lograr la generalización de datos y así obtener los resultados que permitieron realizar el análisis de los índices del grado de sustentabilidad. A los índices obtenidos en esta investigación, se les denomina “índices de sustentabilidad del proceso de producción (ISUPP)”.⁴

Se concluye que la aplicación de este Modelo de Negocio como plataforma de análisis, medición y evaluación de índices de sustentabilidad, así como de la Red Neuronal Artificial para la obtención de los pronósticos de sustentabilidad en todas las etapas, proporciona un nuevo conocimiento, metodología y propuesta para el logro del equilibrio y el desarrollo sustentable, en la producción de mezcal en los Palenques Artesanales de la región de Santiago Matatlán Oaxaca y con base en principios de sustentabilidad. Los índices ISUPP, mostraron los pronósticos de sustentabilidad para el proceso de producción artesanal del agave mezcalero, con los siguientes resultados: En la etapa producto, sustentabilidad baja, mayor al 50 por ciento y menor al 70 por ciento; En la etapa mercado, sustentabilidad media, mayor al 70 por ciento y menor al 90 por ciento; En la etapa organización, sustentabilidad media, mayor al 70 por ciento y menor al 90 por ciento; En la etapa producción, sustentabilidad media, mayor al 70 por ciento y menor al 90 por ciento; En la etapa finanzas, no sustentable, menor al 50 por ciento.

Se comprendió el proceso de toma de decisiones para el logro del equilibrio y el desarrollo sustentable, y cómo las tecnologías de información, en especial la inteligencia artificial con el manejo de las Redes Neuronales Artificiales, pueden servir de apoyo a dicho proceso, En este sentido, las RNA permitieron aprender de las experiencias de la producción artesanal y de acuerdo con la estructura organizacional que enfrenten los Palenques, permiten crear nuevas estrategias para satisfacer las necesidades en tiempo real de los encargados de tomar decisiones con oportunidad y evolucionar con las que se presenten.

⁴ Aportación de esta investigación.

Palabras clave: Sustentabilidad, medición de la sustentabilidad, mezcal, Palenques Artesanales, proceso de producción artesanal de agave mezcalero, Oaxaca, desarrollo sustentable, propuesta de modelo de negocio y Redes Neuronales Artificiales.

Abstract

In the general framework of the theory and concept of sustainability or sustainability, this research makes a proposal to measure, evaluate and forecast the degree of sustainability of the artisanal production process of agave mezcalero in Palenques of the region of Santiago Matatlán, Oaxaca State and region producing artisanal agave). This measurement is carried out through sustainability indexes, with a systemic and process approach, through a five-stage business model, product, market, production, organization and finances, as a platform for analysis, measurement and evaluation. The application of an Artificial Neural Network (RNA) model Perceptron Backpropagation, allows to predict the degree of sustainability of the process, making a proposal for balance and sustainable development. This proposal and new knowledge will help artisan producers affiliated to the Mexican Council for Quality Control of Mezcal, A.C. (COMERCAM), to make a sustainable production and not only to guarantee, but also to promote the growth and maintenance of artisanal agave mezcalero production, socially, economically and environmentally, with a sense of equity, profitability, protection and conservation of The natural resources, under principles of sustainability.

Under dynamics system (Aracil, 1995), indicators of sustainable imbalance in the process were identified at all stages. These were obtained in several field visits in the region of Santiago Matatlán, Oaxaca. It was determined factors associated with production and decision-making relationships were associated with society, economy and the environment (Trinomial), which affect the sustainability of the process causing environmental impacts. This allowed an exploration, analysis and description of various sustainable imbalances that are produced in this agricultural sector, as a result of different and uncontrolled human or anthropocentric activities (causes), that generate socio-economic impacts and pollution in soils, air and water, as well as the production of greenhouse gases such as carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄), for waste and combustion (Chavez, 2013). It is presented the prognosis of production process, through the design and construction of a general architecture of Artificial Neuronal Network, which was trained to achieve the generalization of data and thus obtain the results that allowed the analysis of the index of the degree of sustainability. The indexes obtained in this research are called "sustainability indexes of the production process (ISUPP)".

It is concluded that the application of this Business Model as a platform for analysis, measurement and evaluation of sustainability indexes, as well as Artificial Neuronal Network to obtain

sustainability forecasts at all stages, provides a new knowledge, methodology and proposal for the achievement of balance and sustainable development in the production of mezcal in the Artisanal Palenques of the region of Santiago Matatlán Oaxaca and based on principles of sustainability. ISUPP Indexes showed sustainability forecasts for the agave mezcalero production process, with the following results: In the product stage, low sustainability, greater than 50 percent and less than 70 percent; In the market stage, average sustainability, greater than 70 percent and less than 90 percent; In the stage organization, average sustainability, greater than 70 percent and less than 90 percent; In the production stage, average sustainability, greater than 70 percent and less than 90 percent; In the stage finance, unsustainable, less than 50 percent.

It was understood the decision-making process for achieving balance and sustainable development, and how information technologies, especially artificial intelligence with the management of Artificial Neuronal Networks (RNA), can support this process. In this sense, The RNA allowed to learn from the experiences of the artisan production and according to the organizational structure that the Palenques face, allow to create new strategies to satisfy in real time, needs of the decision makers with opportunity and innovation.

Key words: Sustainability, Sustainability measurement, Mezcal, Artisanal Palenques, Artisan production process of agave mezcalero, Oaxaca, Sustainable development, Business model proposal and Artificial Neural Networks.

**Las Redes Neuronales Artificiales
aprenden con nuevas experiencias o entradas, y el control, con
un lenguaje supervisado o de salida; el cerebro humano...sólo con voluntad!**
(Pensamiento propio,
Alejandro Olivares Chapa, 2016)

Introducción

El cambio climático es ya, un grave impacto que vive el planeta, como consecuencia del aumento en la generación de gases de efecto invernadero. Estos gases son provocados en gran parte, por las actividades humanas en la combustión de combustibles fósiles como el petróleo, el gas natural, el gas licuado de petróleo y el carbono así como por la creciente deforestación en el mundo. Los seis gases principales de efecto invernadero son⁵: el dióxido de carbono (CO₂), el gas metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), y tres gases industriales fluorados, los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Ver Tabla 1 e Ilustración 1 y 2.

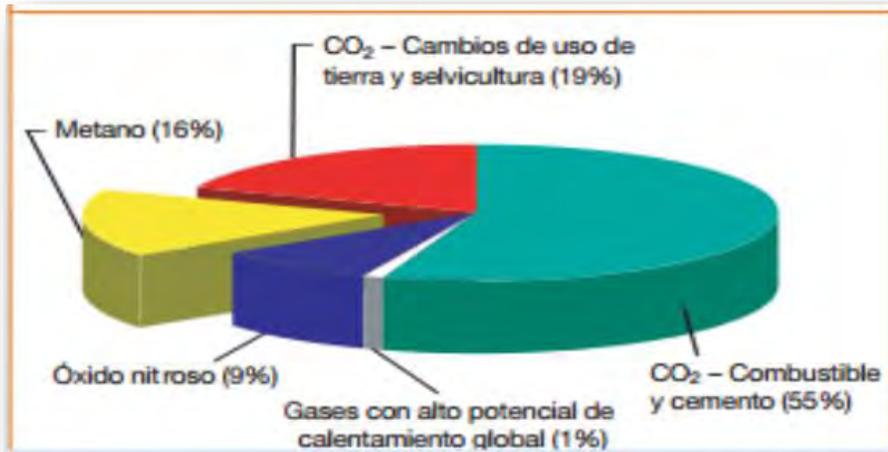
Tabla 1: Fenómenos naturales y actividades antropogénicas que dan origen a gases de efecto invernadero, su concentración y tasa de crecimiento anual en la atmósfera: Valor observado de gases de efecto invernadero de 1910 a 1995.

<i>gas</i>	<i>fuerza</i>	<i>concentración actual (ppm*)</i>	<i>Crecimiento anual (%)</i>
vapor de agua	-evaporación	variable	-
dióxido de carbono	-combustión de carburantes fósiles (petróleo, gas, hulla) y madera -erupciones volcánicas	353	0.5
metano	-descomposición anaeróbica de vegetales en tierras húmedas (pantanos, ciénagas, arrozales) -combustión de biomasa -venteo de gas natural	1.7	0.9
óxido nitroso	-prácticas agrícolas (uso de fertilizantes nitrogenados) -combustión de carburantes fósiles	0.31	0.8
clorofluo carbonos	-origen sintético (propelentes de aerosoles, refrigeración, espumas)	0.00028 - 0.00048	4.0
ozono troposférico	-combustión de carburantes fósiles	0.02 - 0.04	0.5 – 2.0

Fuente: Centro Científico Tecnológico, Argentina 2009

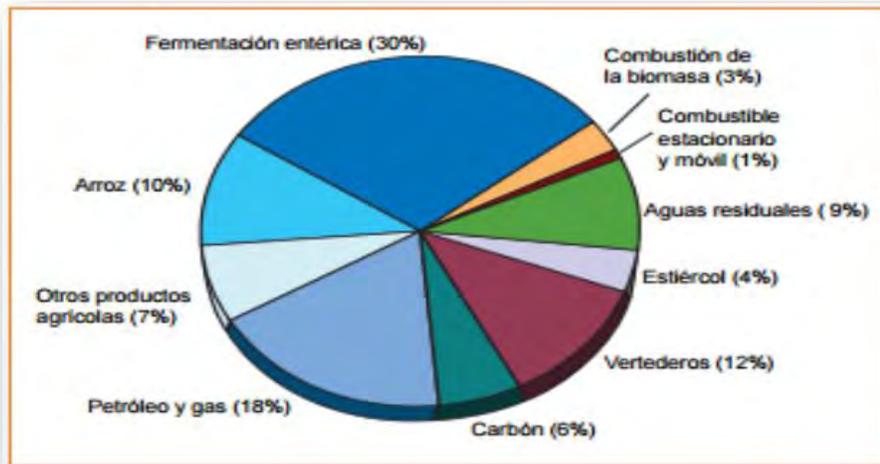
⁵ Morán, J.M. and M.D. Morán, 1994. Meteorology y: The atmosphere and the science of weather. Macmillan College Publishing Co., New York. (Los clorofluocarbonos se sustituyen por los hidro y perfluoruros).

Ilustración 1: Emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en el 2000.



Fuente: Global Methane Organization⁶

Ilustración 2 Emisiones mundiales de metano antropogénico por fuente, 2005.



Fuente: Global Methane Organization⁷

En las emisiones de gases de efecto invernadero, se encuentra el gas metano; el cual es producido en los desechos orgánicos tanto por fermentación aeróbica como anaeróbica. En el

⁶ Se puede consultar en Global Methane Organization. USA, <https://www.globalmethane.org/documents/methane_fs_spa.pdf>

⁷ *Ibidem.*

proceso de fermentación del mosto de gabazos del agave mezcalero, se produce gas metano por fermentación. El grado de impacto al medioambiente de este gas, llega a ser 21 veces más nocivo que el dióxido de carbono CO₂.⁸ La siguiente tabla, muestra la medida de los gases de efecto invernadero.

Tabla 2: Medida del efecto de los gases invernadero o potencial de calentamiento

NOMBRE DEL GAS	CONCENTRACIÓN PREINDUSTRIAL (PPMV*)	CONCENTRACIÓN EN 1998 (PPMV)	PERSISTENCIA EN LA ATMÓSFERA (AÑOS)	PRINCIPAL ACTIVIDAD HUMANA QUE LO GENERA	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO PCG**
Dióxido de carbono (CO ₂)	280	365	Variable	Combustibles fósiles, producción de cemento, cambios de uso del suelo	1
Metano (CH ₄)	0,7	1,75	12	Combustibles fósiles, arrozales, vertederos, ganado	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	0,27	0,31	114	Fertilizantes, procesos de combustión industriales	310
HFC 23 (CHF ₃)	0	0,000014	250	Electrónica, refrigerantes	12.000
HFC 134 a (CF ₃ CH ₂ F)	0	0,0000075	13,8	Refrigerantes	1.300
HFC 152 a (CH ₃ CHF ₂)	0	0,0000005	1,4	Procesos industriales	120
Tetrafluorometano (CF ₄)	0,0004	0,00008	>50.000	Producción de aluminio	5.700
Hexafluoretano (C ₂ F ₆)	0	0,000003	10.000	Producción de aluminio	11.900
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	0	0,0000042	3.200	Fluidos dieléctricos	22.000

* ppmv= partes por millón en volumen.

** Calculado para un horizonte temporal de 100 años.

Fuente: Gobierno del Principado de Asturias.⁹

La unidad de medida que se utiliza para indicar el potencial de calentamiento global (PCG) de los gases de efecto invernadero, se le conoce como CO₂ equivalente o CO₂-eq. El Panel

⁸ El metano es un gas de efecto invernadero muy potente, contribuyente clave para el cambio global del clima (más de 21 veces más fuerte que el CO₂.) La vida atmosférica del metano es corta (10 años). Debido a que el metano es potente y tiene una vida corta, reducir las emisiones de metano de rellenos de residuos sólidos municipales es una de las mejores formas de lograr un impacto benéfico a corto plazo al mitigar el cambio climático global. Es necesario tener en cuenta los efectos a la salud que pueden resultar de la exposición a niveles bajos de aire contaminado, producto del venteo de los gases de un relleno sanitario ya que existen varios estudios en el mundo que dan cuenta del impacto que pueden tener los rellenos sanitarios en la salud de la población cercana. Que solo un buen mantenimiento y operación de un relleno sanitario no sería un problema de salud pública.

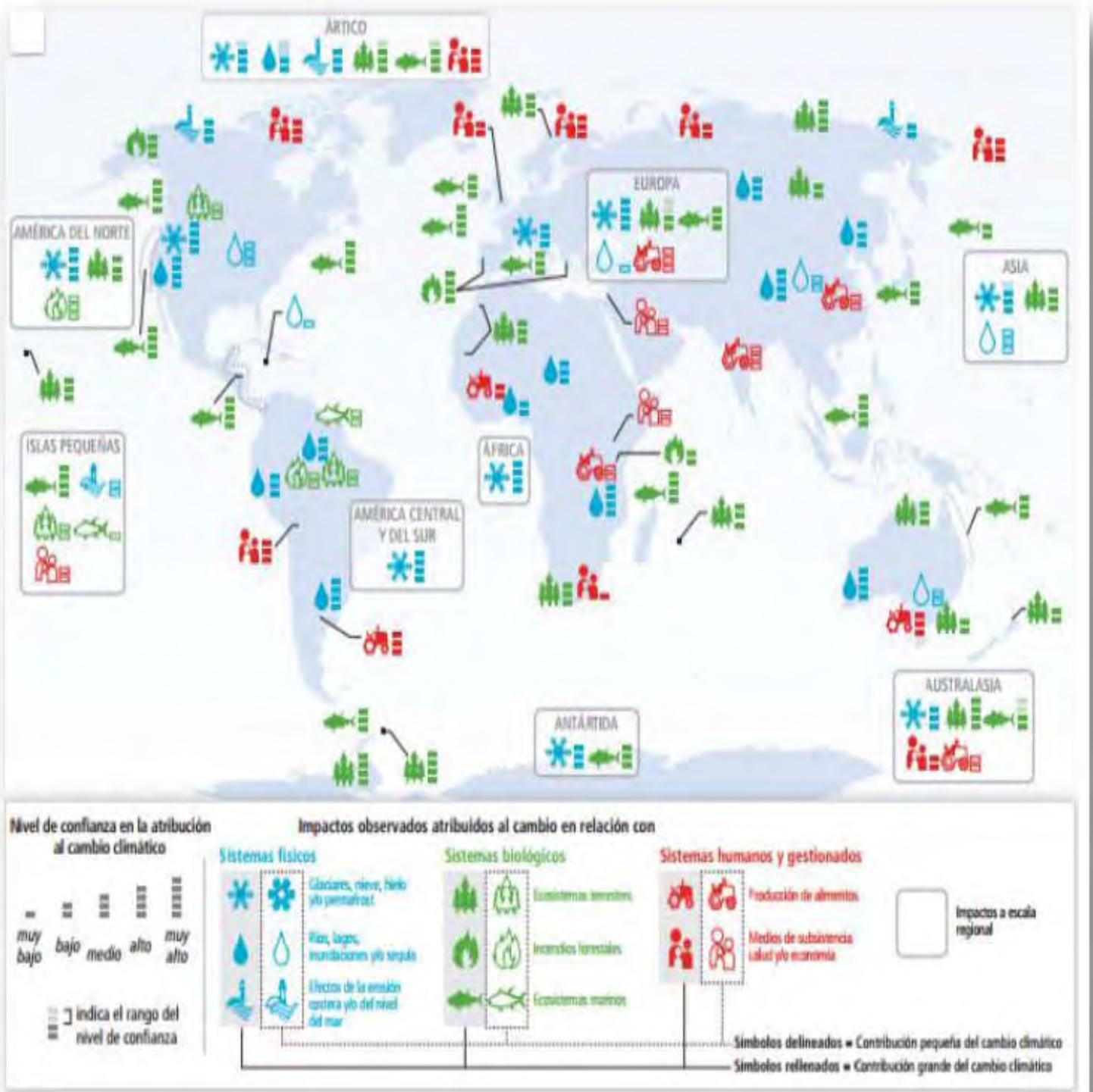
<http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/relleno-sanitario.pdf>

⁹ Gobierno del Principado de Asturias. Red Ambiental de Asturias. <https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem>.

Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) proporciona esta unidad sugerida, de acuerdo con la publicación *“Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996”*. La acumulación de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera se ha incrementado en más del 20% desde 1958, así como la generación de gas metano, y se prevén temperaturas cada vez más altas que ocasionarán climas extremos, escasez de agua y alimentos, así como cambios irreversibles a ecosistemas los cuales traerán como consecuencia, por ejemplo, la muerte de corales en los océanos, la pérdida de bosques y la extinción de especies. Lo anterior, de acuerdo con el informe de Naciones Unidas en el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), en el cual se comunica que la población “no está preparada para hacer frente a estas realidades y que, entre las consecuencias, las inundaciones serán más comunes en África y Australia, así como olas de calor en Norteamérica, Europa, África y Asia, y que la población más pobre y con menos recursos para adaptarse a los cambios, serán los más vulnerables”.¹⁰ Este panel, exhibe la importancia y gravedad del tema. Observe las Ilustraciones 3 y 4:

¹⁰ Con base en el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC): Cambio climático 2014: *Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Field, C.B., et. al.), LL. White (eds). Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).

Ilustración 3: Impactos del cambio climático en el mundo



Fuente: Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC). Ministère des Affaires Étrangères de la France, 31 de marzo, 2014; Yokohama, Japón

Ilustración 4: Impactos del cambio climático en el mundo



Fuente: *Ibíd*

En este preámbulo de importancia donde el ser humano es el principal causante de los cambios que vive el planeta, esta investigación aborda el tema de estudio, en el marco teórico de la sustentabilidad y del desarrollo sustentable, enfatizando su concepto como “la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”¹¹, definición que surge y se posiciona, a partir del conocimiento y conciencia (Boullón, 2006) de las graves consecuencias que está sufriendo nuestro planeta, por diversas acciones humanas (causas) que contaminan el medioambiente provocando y generando diversos impactos ambientales (efectos) como lo es, el cambio climático descrito anteriormente - entre los más graves-. La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU (CMMAD), presentó en el año de 1987, el primer documento que trata de dar claridad al concepto de sustentabilidad o sostenibilidad y el de desarrollo sustentable, con el título “Nuestro Futuro Común” (nombre original del Informe Brundtland). Por lo anterior en el marco general del concepto de sustentabilidad o sostenibilidad, la presente investigación se une a la gran preocupación de la

¹¹ Con base en la definición de sustentabilidad, Informe Brundtland, ordenado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, abril de 1987, pág. 7.

contaminación ambiental, investigando en el sector agrícola, la medición y pronóstico del grado de sustentabilidad del proceso productivo artesanal del agave mezcalero, en Palenques de la región de Santiago Matatlán, Oaxaca.

El estado del arte en esta investigación, se sustenta en la metodología MESMIS “Marcos de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad” (Astier, Marta; Maser, Omar R.; Galván, Miyoshi, Yankuic (coord.), 2008). Asimismo, se toma en consideración la metodología de medición de agroecosistemas del agave azul, de la Tesis del Dr. Arturo Moreno Hernández, (Moreno, 2010). Continuando con la revisión de la literatura, la medición y evaluación de la sustentabilidad de las plantas de agave (cuya taxonomía clásica la ubica en la familia Amaryllidaceae, subfamilia Agavoideae ¹²en México), parte de la revisión de que se tiene desde el lanzamiento del concepto de sustentabilidad en 1987, en diversos enfoques de evaluación de los recursos naturales, que buscan conocer y obtener conocimiento empírico del comportamiento del sistema a través de indicadores de evaluación en un marco social, económico y ambiental, hasta los últimos conceptos planteados en la última Cumbre de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable en septiembre de 2015, en la ciudad de París, Francia. Al respecto, la Tesis del Dr. Arturo Moreno Hernández¹³, se tomó como la referencia cualitativa más aproximada para la presente investigación, en la cual se analizan y miden, los factores asociados a las sustentabilidad de los agroecosistemas de agave azul (tequila) en la Sierra de Amula, Jalisco. Lo anterior, representó la generación de índices de sustentabilidad en cuatro relaciones de análisis: producción, protección, presión y preservación (Moreno, 2010).

En este marco de conocimiento teórico conceptual, la presente investigación, propone y obtiene la medición, evaluación y pronóstico del grado de sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, a través de índices de sustentabilidad en un modelo de negocio utilizado como plataforma de análisis y evaluación,

¹²Con base en Javier García-Herrera, S. de Jesús Méndez-Gallegos, Daniel Talavera-Magaña, VIII Simposio-Taller Nacional y 1er Internacional “Producción y Aprovechamiento del Nopal”, RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial No. 5-2010 (ISSN 1870-0160) 109 EL GENERO AGAVE SPP. EN MÉXICO: PRINCIPALES USOS DE IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA Y AGROECOLÓGICA E.

¹³ Arturo Moreno Hernández, *Factores asociados a la sustentabilidad de agroecosistemas de agave azul (Agave Tequilana Weber), en la sierra de Amula, Jalisco: propuesta metodológica para su medición*, Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Puebla, Puebla, 2010, 155 págs.

así como, con la aplicación de Redes Neuronales Artificiales. La producción del agave mezcalero está inmerso en un proceso productivo que llega hasta el envasado de ese exquisito aguardiente conocido como mezcal. Las actividades de producción, como proceso, se relacionan con el modelo de un plan de negocios y de éste, se generó un modelo de negocio adaptado para la medición de los índices de la sustentabilidad.

El contexto actual de las formas, procesos y técnicas de producción del cultivo del agave mezcalero, ha sufrido cambios a lo largo del tiempo (tratando de conservar el espíritu artesanal), así como las variables en la producción y las relaciones con la sociedad, la economía y el medio ambiente¹⁴, donde el mantenimiento natural o recuperación deseable de los recursos naturales, está sufriendo cambios climáticos por el calentamiento global. De ahí que resulta necesario, desarrollar indicadores de sustentabilidad en el proceso de producción artesanal. En este tenor, la falta de sustentabilidad que se vive en dicho proceso productivo, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, fundamenta la razón de investigación de cuáles son los factores o variables que se asocian a la producción, qué relaciones se asocian con la sociedad, la economía y el medioambiente, así como, cuáles son los impactos como desequilibrio sustentable, en la producción artesanal del agave mezcalero.

CAPÍTULO 1. Alcance y justificación de la investigación

La presente investigación se limita a la medición, evaluación y pronóstico de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca. La medición se realiza por medio de un modelo de negocio de cinco etapas y catorce fases, como plataforma de análisis, medición y evaluación de índices de sustentabilidad que se componen como “índices de sustentabilidad del proceso de producción”, denominados ISUPP¹⁵. El pronóstico se genera con Redes Neuronales Artificiales (RNA) modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation con salida binaria, para la obtención del grado de sustentabilidad.

¹⁴ El medio ambiente se refiere al medio natural de los ecosistemas, formado por todos los seres vivos del planeta en su biodiversidad y el espacio físico donde se interrelacionan; incluyendo la flora, fauna, bosques, agua, aire y tierra. Ehrlich, Paul; Walker, Brian "Rivets and Redundancy". Bio Science, vol.48 no. 5. Mayo de 1998. PS. 387. American Institute of Biological Sciences.

¹⁵ Los índices son una aportación de la presente investigación.

1.1 Justificación

La justificación de esta investigación, se sustenta en los siguientes criterios (Hernández S. R., 2011):

1.1.1 Conveniencia

Para alcanzar el desarrollo sustentable (López A. , 2002), en la producción (economía), en la ecoeficiencia (medioambiente) y en el mercado (sociedad), en organizaciones productoras de agave mezcalero, donde la toma de decisiones ejerza mayor conciencia y responsabilidad en los diversos procesos productivos y sociales en un enlace entre la administración y la producción con enfoque sustentable, sistémico y de procesos, a fin de generalizar estrategias y prácticas que propicien la sustentabilidad del proceso de producción y el cuidado del medio ambiente, en la interacción con la vida de la sociedad.

1.1.2 Relevancia social

El beneficio de esta investigación tiene un alcance no sólo para las organizaciones productoras de agave mezcalero de la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, Oax., sino también para los empresarios y/o emprendedores que incursionen en la creación de una organización agrícola con el enfoque de desarrollo sustentable. Estadísticas respecto del comportamiento de la siembra, cosecha y valor de la producción al cierre de los años 2011 y 2012 a nivel nacional y datos del estado de Oaxaca, fueron obtenidas (México, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA),SIAP, 2011-12) destacando el producto de esta investigación, el agave. Los costos que se obtuvieron en el cálculo de la degradación ambiental, así como por los del agotamiento de los recursos naturales, fueron estimados en un 7% del PIB para el año 2010, comparado con un 10% en el año 2000.¹⁶ Observe las siguientes Tablas:

¹⁶ Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), “Evaluaciones de Desempeño Ambiental”, México 2013, Highlights.

Tabla 3: Producción Agrícola a Nivel Nacional
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2011
Modalidad: Riego + Temporal

PRODUCCION AGRICOLA							
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2011							
Modalidad: Riego + Temporal							
	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
1	ACEITUNA	8,338.00	3,538.00	6,968.90	1.97	6,368.42	44,380.87
2	ACELGA	735.59	692.39	7,544.43	10.9	2,858.97	21,569.33
3	ACHIOTE	421	356	323.29	0.91	13,464.75	4,353.02
4	AGAPANDO (Gruesa)	55	55	26,764.00	486.62	226.89	6,072.48
5	AGAVE	165,310.38	19,731.10	1,703,852.61	86.35	1,132.30	1,929,264.06
6	AGUACATE	142,146.10	126,597.89	1,264,141.46	9.98	14,346.82	18,136,404.25
7	AJO	5,695.24	5,675.24	58,064.50	10.23	21,386.10	1,241,773.21

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación / SIAP, 2011-2012.

Tabla 4: Producción Agrícola a Nivel Nacional
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2012
Modalidad: Riego + Temporal

PRODUCCION AGRICOLA							
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2012							
Modalidad: Riego + Temporal							
	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
1	ACEITUNA	8,521.70	6,581.20	19,058.18	2.9	7,047.83	134,318.77
2	ACELGA	643.75	635.25	6,891.38	10.85	2,570.04	17,711.12
3	ACHIOTE	487.5	355.5	353.72	1	15,484.24	5,477.09
4	AGAPANDO (Gruesa)	57	57	27,740.00	486.67	206.93	5,740.29
5	AGAVE	137,626.27	19,876.07	1,686,337.41	84.84	1,258.54	2,122,317.95
6	AGUACATE	151,022.65	130,307.99	1,316,104.02	10.1	12,619.17	16,608,146.76
7	AJO	5,451.90	5,299.40	54,015.27	10.19	12,957.29	699,891.37

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación / SIAP, 2011-2012.

En el año 2012, hubo un incremento en el valor de la producción de un 10% con respecto al año anterior. Continuando con este análisis, se obtuvo información del cultivo de agave para el estado de Oaxaca para los mismos años, como una de las hortalizas con mayor producción y valor.

Tabla 5 Producción Agrícola en el Estado de Oaxaca
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2011
Modalidad: Riego + Temporal

ESTADO OAXACA							
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2011							
Modalidad: Riego + Temporal							
	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
1	AGAVE	14,516.01	5,529.00	329,411.79	59.58	913.1	300,786.66
2	AGUACATE	1,526.49	681.74	3,433.82	5.04	10,735.45	36,863.62
3	AJO	257.15	257.15	1,562.76	6.08	12,717.44	19,874.30
4	AJONJOLI	5,580.00	4,881.00	3,114.30	0.64	14,337.45	44,651.13
5	ALFALFA VERDE	5,173.10	4,763.10	350,414.63	73.57	364.85	127,847.48
6	ALPISTE	162	162	168.74	1.04	5,145.37	868.23

Fuente: *Ibíd.*, pag.16

Tabla 6: Producción Agrícola en el Estado de Oaxaca
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2012
Modalidad: Riego + Temporal

ESTADO OAXACA							
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2012							
Modalidad: Riego + Temporal							
	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
1	AGAVE	10,288.75	2,917.38	178,396.56	61.15	1,163.81	207,619.60
2	AGUACATE	1,737.62	816.42	4,163.86	5.1	11,846.26	49,326.16
3	AJO	168.75	168.75	1,049.75	6.22	20,033.69	21,030.37
4	AJONJOLI	6,611.10	6,481.10	4,991.29	0.77	14,004.13	69,898.70
5	ALFALFA VERDE	4,726.52	4,202.52	304,554.28	72.47	427.23	130,114.93
6	ALPISTE	109.5	109.5	99.35	0.91	5,327.43	529.28

Fuente: *Ídem*

La superficie cosechada contra la sembrada del cultivo de agave en el estado de Oaxaca en el año 2012, representó un 28.35% teniendo un decremento con respecto al año 2011; ¿cuál fue la

razón? Una de ellas puede ser, que solamente se cosechan agaves que están maduros para su proceso. Sin embargo, estos resultados justifican la necesidad de investigar los factores o variables y las relaciones que existen en la producción artesanal del agave mezcalero, asociados con el Trinomio sociedad-economía-medioambiente, así como su vinculación con la tecnología de información y comunicación, ya que los productores dependen en gran medida de fuentes de datos, a efecto de mantenerse actualizados y tomar decisiones en todo lo referente a este sector.

1.1.3 Implicaciones prácticas

a) De manera inmediata, hacer conciencia en la población agrícola y sociedad civil, de formar parte y adoptar una cultura de sustentabilidad, propiciando una reducción o evitamiento, al involucrarse en el conocimiento de los efectos producidos y sufridos por impactos ambientales que son causados por actividades humanas y que generan fenómenos como el cambio climático, derivado del llamado efecto invernadero.

b) Dar a conocer y ayudar a comprender a los productores artesanales del agave mezcalero, de las causas y efectos del crecimiento de la producción de residuos y deshechos, adelgazamiento y oradación de la capa de ozono, generación de lluvia ácida, contaminación de agua, aire y suelo, pérdida de la biodiversidad y deforestación; que vive no sólo la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, sino las poblaciones agrícolas en general del país.

c) Se resolverá el desconocimiento y se planteará la manera de cómo medir y evaluar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, por medio de un modelo de negocio, y pronosticar el grado de sustentabilidad con Redes Neuronales Artificiales, para el logro del desarrollo sustentable.

1.1.4 Valor teórico

a. La aportación de elementos teóricos y metodológicos, al conocimiento de la Teoría de la Administración y las Organizaciones, a través de una propuesta de modelo de negocio como plataforma de análisis, medición y evaluación de la sustentabilidad, así como, de la utilidad del uso y aplicación de Redes Neuronales Artificiales, para el pronóstico de la sustentabilidad del proceso de producción [...].

b. Teóricos: aportar teorías metodológicas a la Administración, para el conocimiento y entendimiento de un “proceso de producción artesanal sustentable de agave mezcalero”, considerando a la producción, como área funcional de una organización, a través de un diseño de

modelo de negocio adaptado, para el logro del desarrollo sustentable como una organización productora artesanal, con enfoque sistémico y de procesos”.

c. Empíricos: Enseñanza-aprendizaje por observación, exploración y descripción con enfoque sistémico y de procesos, de los factores (variables) y relaciones involucrados en el proceso de producción del agave mezcalero, asociados con el Trinomio sociedad-economía-medioambiente; generando nuevos perfiles descriptivos de indicadores para el logro del desarrollo sustentable en los procesos.

c. Metodológicos: Propuesta de un diseño metodológico (modelo de negocio) como plataforma de análisis, medición y evaluación de la sustentabilidad, en cinco etapas: producto, mercado, organización, producción y finanzas; con enfoque sistémico y de procesos.

d. Técnicos: Aplicación de un software de Red Neuronal Artificial (RNA), modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation, como herramienta tecnológica e informática de análisis y pronóstico de la sustentabilidad, a través de índices de sustentabilidad.

CAPÍTULO 2. Problema de investigación

2.1 Planteamiento del problema

La producción artesanal del agave mezcalero en el estado de Oaxaca, requiere del conocimiento y determinación de la sustentabilidad que tiene su proceso de producción; ya que enfrenta no sólo la generación de gases de efecto invernadero, sino también, la pérdida de competitividad de su capital natural –los agaves-, el deterioro de la tierra, el uso irracional de insumos y de aplicación de fertilizantes químicos en la producción, contaminación ambiental, el círculo de pobreza, el aumento de una cultura de consumo descontrolada y la falta de consideración del tiempo de regeneración de las capacidades de carga naturales que la tierra necesita (resiliencia). El desequilibrio sustentable reflejado en estos problemas, se deben a diversos factores inherentes al mismo producto, a las relaciones con el mercado, al proceso de fabricación del mezcal, a la estructura organizacional y al manejo de las finanzas. Estos elementos en su conjunto, conforman el proceso de producción artesanal, en un marco de negocios.

Por lo anterior, la sustentabilidad de este proceso, se asocia tanto a factores de la producción, como a las relaciones con la sociedad, la economía y el medio ambiente. La creciente demografía del país, la demanda de productos y de servicios, además de la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables, han llevado a un grave impacto ambiental en la degradación de los ecosistemas, crecimiento de los volúmenes de residuos que se depositan en la tierra y se emiten al aire, la generación de gases de efecto invernadero, así como, de la contaminación de ríos y aguas territoriales. Es inevitable para el Gobierno Federal, la necesidad de tomar acciones encaminadas a detener y revertir la degradación de los ecosistemas y tomar conciencia de la explotación irracional de los recursos naturales con los que aún contamos. Las alteraciones nocivas que se ocasionan al medio ambiente causadas por las acciones humanas, son el resultado de una incipiente cultura de sustentabilidad, analizada en factores multidimensionales como: sociales, económicos, políticos, ambientales, institucionales, técnicos, de tecnologías de información y de dirección de los recursos (México, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2011), (México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2011). Asimismo, y en el caso de la producción artesanal del agave mezcalero, el deficiente desarrollo y de estructuras organizacionales

productivas en este sector, generan impactos ambientales que no son sujetos de medición frecuente ni mucho menos de programas de revisión, seguimiento y control (México, Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 2007), (Carvalho de Sena, 2009). Estos impactos, afectan la sustentabilidad en el proceso de producción artesanal del agave y se pueden generalizar en:

- a) Deterioro, uso irracional y desconocimiento teórico y técnico del uso y explotación de los recursos naturales renovables y no renovables.
- b) Degradación e impacto negativo ambiental en los recursos naturales inherentes al campo como son: el agua, los suelos, los bosques, la flora y el aire.
- c) Explotación de los recursos naturales de forma deficiente y obsoleta, desconociendo mejores formas de producción sustentable en los procesos.
- d) Deterioro ambiental en la producción, con utilización y/o aplicación de sistemas y metodologías tradicionales perjudiciales para los ecosistemas (basura y bagazo).
- e) Desfortalecimiento del papel de las instituciones de apoyo (locales y estatales) y los medios de acceso y de ejecución.
- f) Baja creación y/o consolidación de Palenques artesanales sustentables en el sector.
- g) Costos de producción elevados y una tendencia creciente hacia la baja de los precios en lotes no vendidos¹⁷
- h) Deforestación
- i) Erosión del suelo
- j) Producción de gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metanos, y uso de óxido nítrico.
- k) Aumento de la pobreza rural.
- l) Ineficacia en programas de producción y venta del mezcal¹⁸.

Otro de los graves problemas que impactan el proceso de producción artesanal del agave mezcalero, es la condición de pobreza de los suelos de las zonas magueyeras, la cual se agrava debido a la pérdida rápida de suelos y nutrientes por la erosión hídrica ocasionada por las formas

¹⁷ Con base en Plan Rector Maguey Mezcal, Oaxaca, 2004, Matriz de la problemática del mezcal, pp. 94

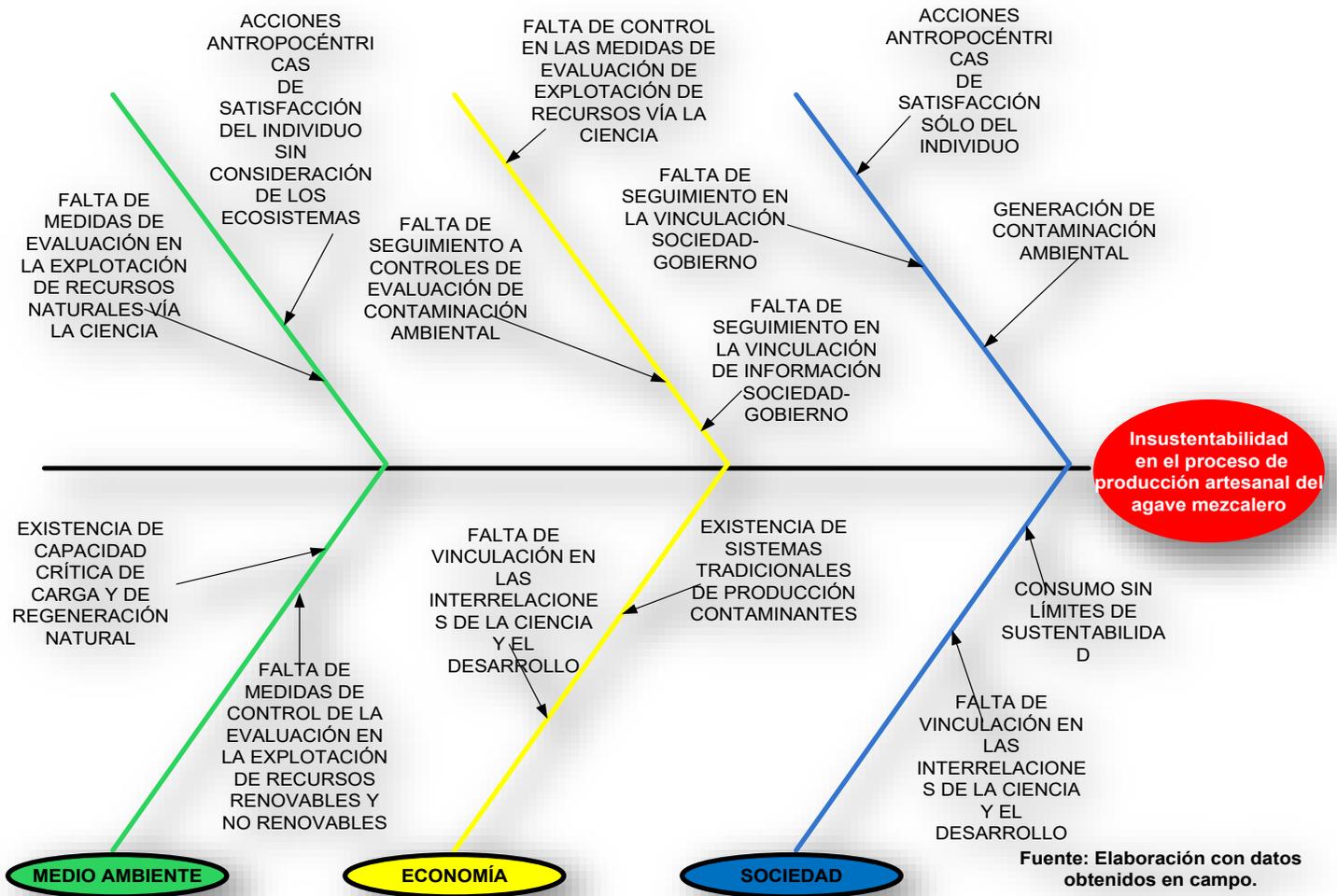
¹⁸ Con base en Juan Antonio Bautista y Javier Ramírez Juárez, "Agricultura y Pluriactividad de los Pequeños Productores de Agave, en la Región del Mezcal, Oaxaca, México", Agricultura Técnica en México Vol. 34 Núm. 4 Octubre-Diciembre 2008, pp. 443-451.

de siembra inadecuadas en terrenos de pendiente pronunciada. Lo anterior, hace necesario el empleo de la fertilización del maguey para obtener piñas de más peso y con mayor contenido de azúcares reductores, actividad que pone en duda la sustentabilidad del proceso productivo.

Por estos razonamientos, el impacto negativo que sufre el medio ambiente en la producción del agave mezcalero, afecta las estructuras de resiliencia, vulnerabilidad y robustez de los recursos empleados en el proceso. La primera estructura se refiere, a la capacidad de regeneración de los ecosistemas de soportar, adaptarse y recuperarse de perturbaciones ambientales. La segunda, a la sensibilidad y capacidad adaptativa a la exposición de impactos ambientales. Representa la interfaz entre la exposición a amenazas físicas para el bienestar humano y la capacidad de las personas y comunidades para controlar tales amenazas. La tercera se refiere a la capacidad de un sistema de mantener un estado deseado a pesar de las perturbaciones o fluctuaciones, en sus partes o elementos componentes de su ambiente¹⁹. La observación en visitas de campo y aplicación de entrevistas dirigidas (Yin, 2003) a productores de mezcal registrados en el Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM) en el municipio de Santiago Matatlán, Oaxaca, reflejaron que las formas y procesos actuales de producción artesanal del agave mezcalero, afectan la sustentabilidad, comprometiendo su reproducción en el futuro. Estas apreciaciones se muestran en la Ilustración 2, donde se realizó un diagrama de Ishikawa para determinar el problema a partir de una teoría de causas-efecto, definiéndolo como “desequilibrio sustentable en el proceso de producción artesanal”.

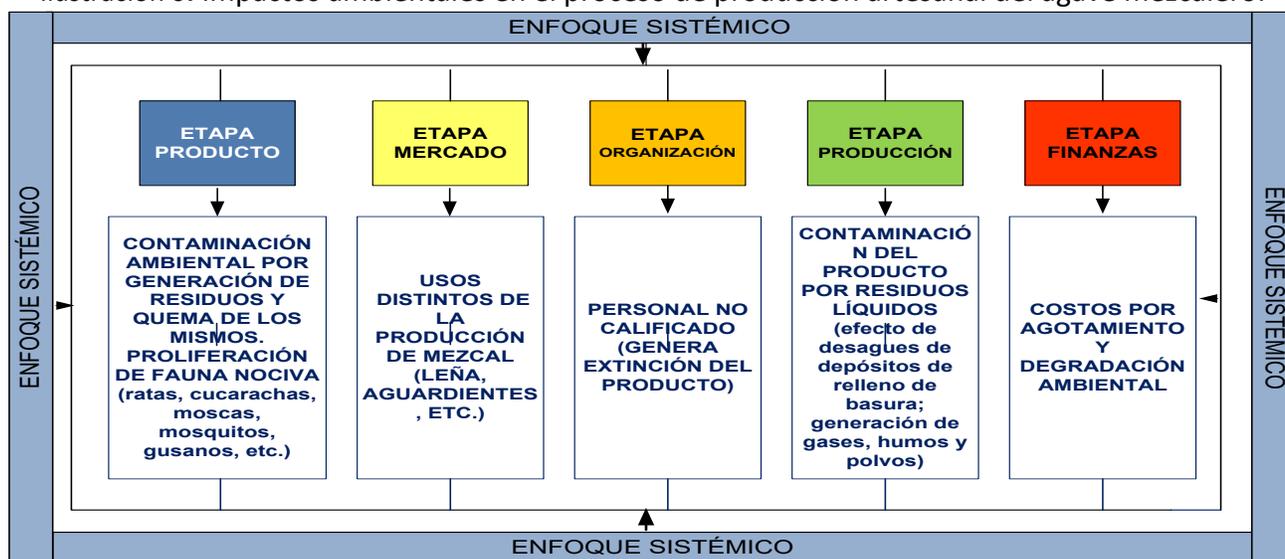
¹⁹ Con base en Brussard, Reed, y Tracy & Mumby, P.J.; Chollett, I.; Bozec, Y.M.; Wolff, N.H. "Ecological resilience, robustness and vulnerability: how do these concepts benefit ecosystem management?" Volume 7, April 2014, pages, 22-27.

Ilustración 5: Diagrama causa-efecto: problema



En la Ilustración 6, se muestra un análisis con enfoque sistémico –con las etapas de un modelo de negocio como plataforma de análisis- de los impactos ambientales que se presentan en la producción del agave.

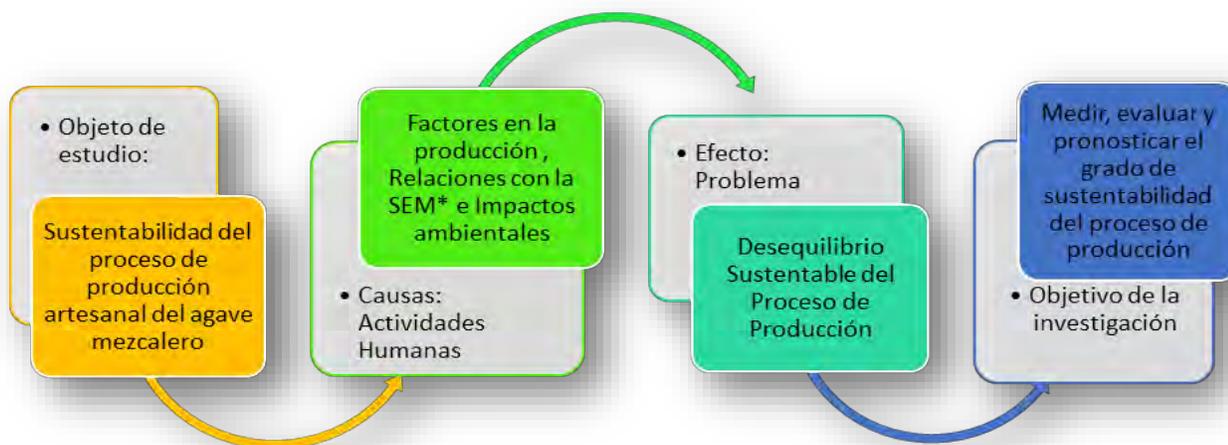
Ilustración 6: Impactos ambientales en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero.



Fuente: Elaboración con datos obtenidos en campo.

Con estos datos obtenidos en campo, se elaboró un diagrama teórico-conceptual del esquema general del problema de investigación y la forma de cómo llegar a una propuesta de solución, presentado en la Ilustración 7.

Ilustración 7: Diagrama causa-efecto y variables asociadas al problema de investigación.

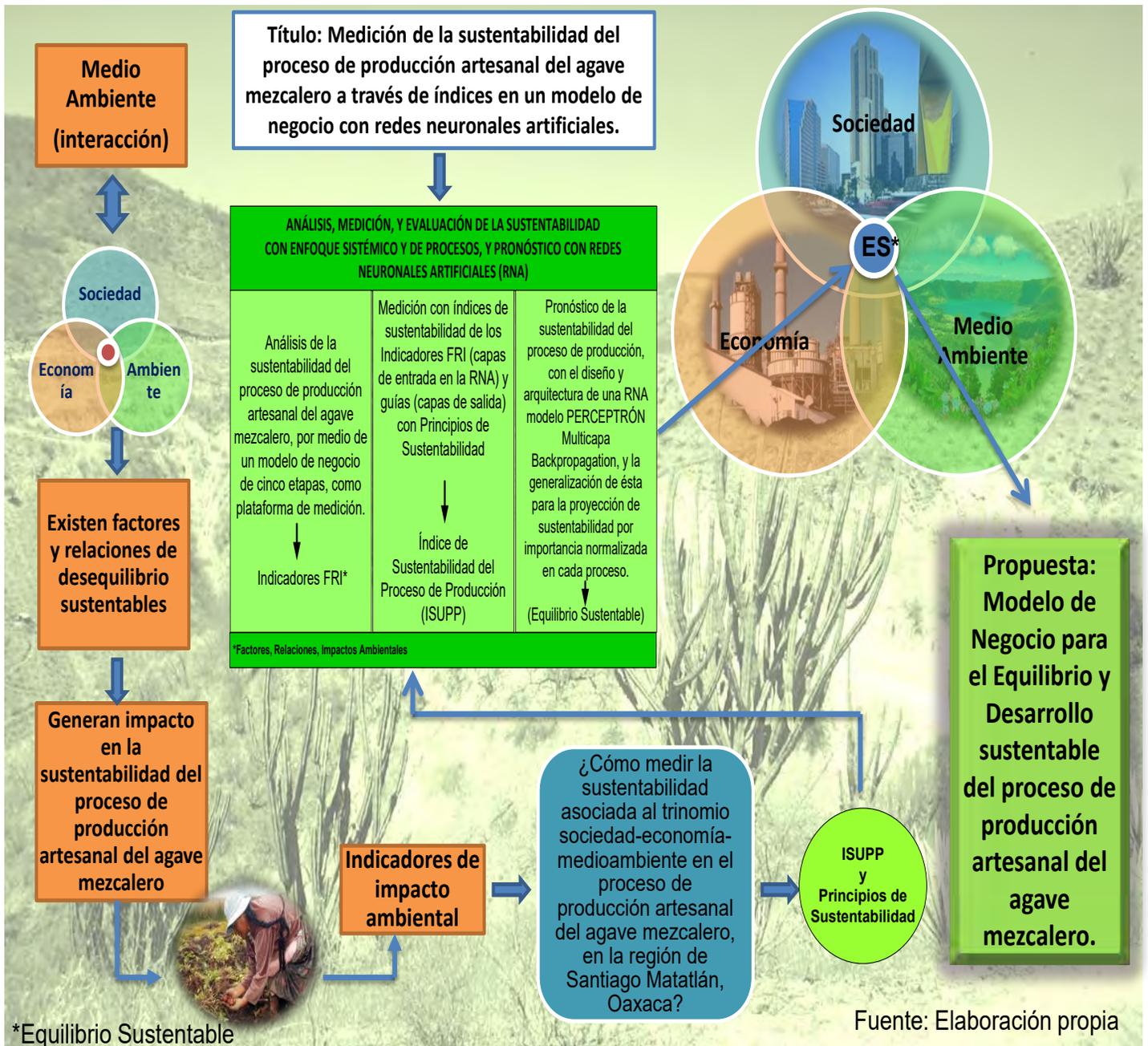


Fuente: Elaboración propia

*Sociedad, Economía, Medioambiente

A continuación se muestra en la Ilustración 8, el mapa conceptual del problema de investigación.

Ilustración 8: Mapa teórico-conceptual del planteamiento del problema



A partir de la definición empírica de indicadores de impacto ambiental en campo, se definieron las variables de investigación. A continuación, se muestra la tabla de operatividad de las variables.

2.1.1 Definición de variables y su operatividad

En la siguiente Tabla, se muestran las siguientes variables que representan los elementos centrales de manejo de la investigación, y constituyen el objetivo de estudio.

Tabla 7: Operatividad de variables

Variables	Descriptor	Operatividad de las variables
Sustentabilidad sustentable.	o Actividades humanas voluntarias, dirigidas a satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias.	Identificación de acciones humanas que generan impacto(s) ambiental(es), determinando indicadores.
Desarrollo sustentable en la producción del agave mezcalero.	El equilibrio de crecimiento y garantía de reproducción y mantenimiento del capital natural y medioambiental, entre las actividades humanas voluntarias en la producción de agave mezcalero, y los factores en la producción (insumos) y relaciones asociados con el trinomio sociedad, economía y medio ambiente	Medición y evaluación de índices de sustentabilidad de los indicadores, y pronóstico de la sustentabilidad con redes neuronales artificiales, modelo perceptrón, Backpropagation.
Factores (variables o insumos) que afectan la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero.	Variables o insumos en la producción artesanal, considerando la: cultura de consumo de los tipos de agave I o II, (sociedad); medios de producción agrícola (economía); recursos naturales renovables y no renovables (medio ambiente); herramientas de información informática (tecnología de la información).	Generación de indicadores e índices de sustentabilidad.
Relaciones (variables decisionales) que afectan la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero.	Variables de tipo decisional que se interrelacionan con la sociedad, la economía y el medioambiente.	Generación de indicadores e índices de sustentabilidad.
Indicadores de impacto ambiental en la	Función de una variable o más que de manera conjunta, miden o	Generación de índices de sustentabilidad (cuantitativos

Variables	Descriptorios	Operatividad de las variables
producción artesanal del agave mezcalero.	describen una característica o atributo del objeto de estudio (Schuschny & Soto, 2009). Comportamiento, síntoma o manifestación de un hecho o situación irregular o negativa, que se presenta, observa, detecta o identifica.	y cualitativos) del proceso de producción, contrastados con principios sustentables (Agenda 21, Normas y Leyes).
Trinomio: sociedad-economía-medioambiente	Actividades humanas-producción agrícola-recursos naturales renovables y no renovables.	Medición de índices de sustentabilidad.

Fuente: Elaboración propia

La definición anterior de variables y su operatividad, permitió construir la pregunta de investigación.

2.2 Pregunta de investigación

¿Cómo medir la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, asociada al Trinomio sociedad-economía-medioambiente, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca?

2.3 Objetivo general

Medir, evaluar y pronosticar el grado de sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, asociada al Trinomio sociedad-economía-medioambiente, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca.

2.3.1 Objetivo de la investigación

De acuerdo con el mapa teórico-conceptual mostrado anteriormente en la Ilustración 8, el objetivo de la investigación es medir y evaluar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, asociado al Trinomio sociedad, economía y medio ambiente, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, por medio de índices de sustentabilidad en un modelo de negocio de cinco etapas y catorce fases, con enfoque sistémico y de procesos; y la utilización y aplicación de Redes Neuronales Artificiales (RNA) para pronosticar el grado de sustentabilidad del proceso general de producción. Lo anterior, permitirá hacer una propuesta para el logro del equilibrio y desarrollo sustentable.

2.4 Hipótesis de investigación

En la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, existen factores y relaciones que inciden en la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, generando impactos ambientales. Los factores se asocian con la producción y las relaciones con la sociedad, la economía y el medioambiente (Trinomio)²⁰. Por medio de un modelo de negocio de cinco etapas: producto, mercado, organización, producción y finanzas, como plataforma de análisis y evaluación, se puede medir y evaluar a través de índices ISUPP²¹, la sustentabilidad del proceso. Asimismo, con el diseño y arquitectura de una Red Neuronal Artificial (RNA) entrenada, modelo Perceptrón Multicapa con aprendizaje supervisado tipo Backpropagation con salida binaria, se puede generar el pronóstico de sustentabilidad de todas las etapas del proceso de producción artesanal.

²⁰ En esta investigación se les denomina “Trinomio” a la sociedad, la economía y el medioambiente.

²¹ Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción. Los índices son una aportación de la presente investigación.

CAPÍTULO 3. Marco referencial o contextual

De manera cronológica se presentan en la siguiente Tabla, algunos de los eventos que se consideran pertinentes para fundamentar esta investigación. El enfoque es normativo, así como informativo, del establecimiento de compromisos que se han planteado a nivel internacional. Por lo que representa una fuente de conocimiento externo al marco teórico, y metodológicamente se utiliza como marco conceptual del tema “Sustentabilidad”.

Tabla 8: Acuerdos mundiales sobre sustentabilidad y el desarrollo sustentable

Año	Evento	Objetivo
1992	La Declaración de Río, 1992	El objetivo se basó en establecer una alianza mundial, generando niveles de cooperación entre: los Estados, Sectores claves de las sociedades y las personas. Pretender el respeto de todos, la integridad del sistema ambiental así como el desarrollo mundial.
1992	La Agenda o Programa 21 y los compromisos de la ONU	Generar un plan de acción mundial para el desarrollo sostenible, en los planos de la contaminación de la atmósfera, el aire y el agua; la concientización sobre la deforestación, la desertificación así como la pérdida de terrenos agrícolas. Asimismo, el combate contra la disminución de peces y el manejo de manera segura de los desechos sólidos. La Agenda 21 se aborda en las dimensiones social, económica y ambiental.
1998	El Protocolo de Kyoto (PK) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	Que los países industrializados, se comprometieran a estabilizar la emisión de gases de efecto invernadero, que causan el calentamiento global.
1999	El Pacto Mundial	Más de 178 países integrantes de la ONU, generaron una serie de obligaciones y compromisos que

Año	Evento	Objetivo
2012		fueron establecidos universalmente y se encuentran integrados en el Pacto Mundial. Este Pacto fue propuesto en el Foro Económico Mundial el 31 de enero de 1999 y puesto en operación el 26 de julio del 2000 ²² .
	El futuro que todos queremos, 2012	Reunión mundial para renovar los compromisos en favor del desarrollo sostenible, en los planos social, económico y ambiental, tanto para las generaciones presentes como para las futuras.
Septiembre, 2015	La Agenda 2030, 17 objetivos, 169 metas, ONU.	Que en los próximos 15 años, se intensifiquen esfuerzos para erradicar la pobreza, la desigualdad social y, la lucha contra el cambio climático.

Fuente: Organización de las Naciones Unidas²³

3.1 La Declaración de Río, 1992

En la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, Brasil, del 3 al 14 de junio de 1992, se propició la creación de una Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS). En esa conferencia, se aprobaron tres acuerdos: La Agenda o Programa 21; La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo; y La Declaración de Principios Relativos a los Bosques.

²² La ONU y las Empresas, Directrices de cooperación entre las Naciones Unidas y el Sector Empresarial, “Principios del pacto mundial”, 31 de enero de 1999.

²³ Organización de Naciones Unidas, www.un.org

3.2 La Agenda 21 y los compromisos de la ONU

El Informe Brundtland, conocido también como “Nuestro Futuro Común” estuvo a cargo de la doctora de origen noruego Gro Harlem Brundtland en 1987, quien realizó un trabajo sobre la situación del mundo en ese momento y demostró que el camino que la sociedad global había tomado, estaba destruyendo y deteriorando el medio ambiente y ocasionando un nivel cada vez mayor de pobreza y vulnerabilidad. Por primera vez se introdujo en ese informe, el término “desarrollo sustentable”. El objeto del Informe Brundtland fue la aportación de propuestas para detener y manejar los graves problemas de deterioro y desgaste del medio ambiente, así como de dar alternativas para lograr el desarrollo de las naciones a nivel mundial. Este trabajo fue tratado por científicos y políticos provenientes de 21 países y distintas ideologías. Dejó patente que el problema del medio ambiente no sólo era regional, sino mundial.

El objeto de la Agenda 21, fue la de generar un programa de acción mundial para promover el desarrollo sustentable o sostenible, basado en cuatro secciones y cuarenta capítulos. A continuación, se definen las secciones: I) Dimensiones sociales y económicas; II) Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo; III) Fortalecimiento del papel de los grupos principales; y IV) Medios de ejecución. La Ila Sección, Capítulo 14, “Fomento de la agricultura y del desarrollo rural sostenible”, fundamenta la presente investigación. Véase la Tabla 9.

Tabla 9: Agenda 21 o programa, basado en cuatro secciones y 40 capítulos:

SECCIÓN	CONTENIDO
Sección I	Dimensiones sociales y económicas 1-Preámbulo 2-Cooperación internacional para acelerar el desarrollo sostenible de los 3-países en desarrollo y políticas internas conexas. 3-Lucha contra la pobreza. 4-Evolución de las modalidades del consumo. 5-Dinámica demográfica y sostenibilidad. 6-Protección y fomento de la salud humana 7-Fomento del desarrollo sostenible de los asentamientos humanos 8-Integración del medio ambiente y el desarrollo en la adopción de decisiones.
Sección II	Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo 9-Protección de la atmósfera. 10-Enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras. 11-Lucha contra la deforestación.

SECCIÓN	CONTENIDO
	<p>12-Ordenación de los ecosistemas frágiles: lucha contra la desertificación y la sequía</p> <p>13-Ordenación de los ecosistemas frágiles: desarrollo sostenible de las zonas de montaña.</p> <p>14-Fomento de la agricultura y del desarrollo rural sostenible.</p> <p>15-Conservación de la diversidad biológica.</p> <p>16-Gestión ecológicamente racional de la biotecnología.</p> <p>17-Protección de los océanos y de los mares de todo tipo, incluidos los mares cerrados y semicerrados, y de las zonas costeras, y protección, utilización racional y desarrollo de sus recursos vivos.</p> <p>18-Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce, aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce.</p> <p>19-Gestión ecológicamente racional de los productos químicos tóxicos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxicos y peligrosos.</p> <p>20-Gestión ecológicamente racional de los desechos peligrosos incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de desechos peligrosos.</p> <p>21-Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales.</p> <p>22-Gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radioactivos.</p>
Sección III	<p>Fortalecimiento del papel de los grupos principales</p> <p>23-Preámbulo</p> <p>24-Medidas mundiales en favor de la mujer para lograr un desarrollo sostenible y equitativo.</p> <p>25-La infancia y la juventud en el desarrollo sostenible.</p> <p>26-Reconocimiento y fortalecimiento del papel de las poblaciones indígenas y sus comunidades.</p> <p>27-Fortalecimiento del papel de las organizaciones no gubernamental: asociadas en la búsqueda de un desarrollo sostenible.</p> <p>28-Iniciativas de las autoridades locales en apoyo del Programa 21.</p> <p>29-Fortalecimiento del papel de los trabajadores y sus sindicatos.</p> <p>30-Fortalecimiento del papel del comercio y la industria.</p> <p>31-La comunidad científica y tecnológica.</p> <p>32-Fortalecimiento del papel de los agricultores.</p>
Sección IV	<p>Medios de ejecución</p> <p>33-Recursos y mecanismos de financiación.</p> <p>34-Transferencia de tecnología ecológicamente racional, cooperación y aumento de la capacidad.</p> <p>35-La ciencia para el desarrollo sostenible.</p> <p>36-Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia.</p> <p>37-Mecanismos nacionales y cooperación internacional para aumentar la capacidad nacional en los países en desarrollo.</p> <p>38-Arreglos institucionales internacionales.</p> <p>39-Instrumentos y mecanismos jurídicos internacionales.</p> <p>40-Información para la adopción de decisiones.</p>

Fuente: ONU, 1992

3.2.1 Sustentabilidad

Los vocablos sustentabilidad y sostenibilidad, tienen significados distintos. La palabra sustentabilidad no está registrada en el Diccionario de la Real Academia Española²⁴. Sin embargo, su origen se encuentra en el verbo “sustentar” que etimológicamente proviene del latín “sustentare”, que significa, como verbo transitivo (v.t.): proveer, conservar, sostener, defender, apoyar. Por lo tanto, sustentabilidad es una acción encaminada “a”. Es el femenino (f.) de sustentable, el cual es un adjetivo que significa: que se puede sustentar o defender con razones. La palabra sostenibilidad, es el f. y cualidad de sostenible, el cual es un adjetivo de proceso, que significa que se puede mantener a sí mismo. Entre estas distinciones de significados, el vocablo más cercano a sustentabilidad es la sostenibilidad, y al traducir la palabra inglesa “sustainable” a las lenguas latinas, por parte de los asesores de la Comisión Brundtland o en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), también conocida como la “Cumbre para la Tierra”, lo hicieron definiendo la raíz “sustain”, la cual tiene entre varias otras, dos acepciones: “maintain/suPSort”, que sería preservar/sustentar, (la Vida, la Naturaleza, por ejemplo), y “keep-up/hold-up”, que sería prolongar/sostener, (la fuerza, el crecimiento, por ejemplo). Es así, como también en el inglés, dos palabras con la misma raíz: “sustained”: sostenido (un esfuerzo, por ejemplo), y “sustaining”: nutritivo (un alimento, por ejemplo); denotan a nuestro entender, “dos espacios y tiempos”, del poder y/o de la fuerza, de un objeto y/o un sujeto (Organización de las Naciones Unidas (ONU), Asamblea General, 2015).

Por lo tanto, “sustainable” puede tener tanto el significado de sustentable como sostenible y en diversa literatura la acepción sustentable, es más común. Es así como podemos comprender la traducción a las lenguas latinas, del concepto de sustentabilidad expuesto en el reporte “Nuestro Futuro Común” que se propuso como significado: “el estado o condición que permite mantener o mejorar la satisfacción de las necesidades del presente en términos sociales, económicos y naturales, garantizando la capacidad de regeneración cíclica de los mismos, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras a la satisfacción de sus propias necesidades.”

²⁴ “La palabra *sustentabilidad* no está en el Diccionario”. *Real Academia Española* © Todos los derechos reservados. < <http://dle.rae.es/>>, s.p., s.a.

Derivado de lo anterior la CNUMAD²⁵, definió el término de desarrollo sustentable como: “aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Entendiéndolo como aquel que permite mantener un equilibrio entre el desarrollo socioeconómico y la calidad de los recursos naturales (Moreno, 2010).

La población según estimaciones del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU²⁶ alcanzará los 8,500 millones de habitantes para el año 2025; donde el 83% de ellos vivirá en países en desarrollo y la demanda de alimentos representará un gran reto para los especialistas en el tema agropecuario (estudios del campo y el ganado). Las naciones en desarrollo demandarán de manera creciente recursos como: agua, tierras fértiles para la siembra y cosechas, recursos minerales y además, combustibles fósiles no renovables fáciles de explotar; lo que está generando ya, tasas de agotamiento de dichos recursos.

De lo anterior y como resultado de la suscripción de acuerdos en el programa o Agenda 21 que hicieron diversos países –incluyendo México- en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, ONU, 1992 dirigidos al logro del desarrollo sustentable, nuestro país realizó –entre otros- los siguientes compromisos: a) adopción de medidas nacionales y globales en materia de sustentabilidad y b) *acciones orientadas a la generación de indicadores a través de los cuales se puedan medir y evaluar las políticas y estrategias en materia de sustentabilidad y desarrollo sustentable*. Internacionalmente, se ha buscado hacer operativo el concepto de la sustentabilidad, para lograr el desarrollo sustentable. Sin embargo, diferentes discusiones sobre este tema, se han generado desde distintos análisis y posturas, hasta diversas propuestas sobre los modelos actuales de desarrollo y de la forma de medición de los procesos contaminantes. Cualquier actividad que se realice es, o forma parte de un proceso y, “lo que no se puede medir, no se puede mejorar”²⁷.

²⁵ Las Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio ambiente y el Desarrollo, también conocidas como las Cumbres de la Tierra, fueron unas cumbres internacionales que tuvieron lugar en Estocolmo del 5 al 16 de junio de 1972, y Río de Janeiro del 2 al 13 de junio de 1992.

²⁶ Organización de las Naciones Unidas (ONU), Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Desarrollo Sostenible, (1992), “Programa 21, Capítulo 14, Fomento de la Agricultura y del Desarrollo Rural Sostenibles”, s.p.

²⁷ Frase célebre atribuida a William Thompson. Belfast. 1894, citado en González, d. I., (2014).

En el párrafo “40.4” de la declaración de la Agenda 21, se precisa lo que a la letra dice: “Los indicadores de desarrollo sustentable necesitan ser desarrollados para proporcionar bases sólidas para la toma de decisiones en todos los niveles y contribuir a autorregular la sustentabilidad de los sistemas integrados del ambiente y el desarrollo”. Lo anterior denota que las estructuras de medición de la sustentabilidad de los recursos naturales y de los procesos, deberán proporcionar la información que se necesita o se busca de manera específica, prestando atención a la diversidad sociocultural, económica y ambiental.

Con base en el párrafo anterior, esta investigación se centra en las afectaciones o impactos ambientales que se provocan en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero, como fenómeno de desequilibrio en la sustentabilidad. El objetivo es medir y evaluar la sustentabilidad del proceso [...] en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, a partir de la identificación de los factores relacionados con la producción y las variables asociadas al Trinomio, sociedad-economía-medioambiente, para finalmente, lograr dar una propuesta para el equilibrio y el desarrollo sustentable en este tipo de organizaciones agrícolas. Para ello, se realizó una primera evaluación de tipo cualitativo (Yin, 2003) del proceso, con seis productores segmentados y seleccionados al azar, del Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM), en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca; los cuales llevan a cabo la producción artesanal del agave mezcalero, con los tipos *Angustifolia* Haw y *Potatorum*, bajo la NOM-070-SCFI-1994.

La medición de la sustentabilidad no sólo representa un procedimiento y herramienta metodológica para la obtención de datos, sino propuestas de nuevos conocimientos empíricos y teóricos que, a través de los cuales, se pueda lograr dicha medición en el marco del modelo actual de la sustentabilidad, es decir, en la sociedad, la economía y el medio ambiente. Con el contraste de principios de sustentabilidad seleccionados de la Agenda 21 ²⁸, INEGI/SEMARNAT ²⁹,

²⁸ Organización de las Naciones (ONU), Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Desarrollo Sostenible, *“Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 27 Principios de Sustentabilidad”*, 1992, s.p.

²⁹ México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *“Indicadores de Desarrollo Sustentable en México”*, 2000, 213 pp.

MESMIS³⁰ y Bautista, 2011³¹, esta investigación realiza la medición y evaluación de la sustentabilidad del proceso de producción [...] en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, principal región y estado productor de mezcal, (Ríos, Maricela y Kumar, Acharya, Arun, 2012), a través de un modelo de negocio de cinco etapas, así como, con Redes Neuronales Artificiales para el pronóstico de la sustentabilidad. El Modelo de Negocio, es una adaptación de la metodología general de un plan de negocios inmerso en la teoría general de las ciencias de la administración, considerando las siguientes: producto, mercado, producción, organización y finanzas. Asimismo, como herramienta informática de análisis y determinación de pronóstico de resultados, se diseñó la arquitectura de una Red Neuronal Artificial modelo PERCEPTRÓN Backpropagation con salida binaria (Bribiesca, 2006), considerando los factores asociados al proceso productivo, las variables asociadas al Trinomio sociedad-economía-medioambiente, y los impactos ambientales generados por estos dos, como indicadores, y la obtención de sus índices de sustentabilidad. La Red Neuronal Artificial (RNA), permitió obtener pronósticos de resultados de los índices de sustentabilidad, calificados como: sustentabilidad máxima, alta, media, baja y no sustentable. Estos índices, son una aportación al conocimiento, denominados ISUPP, “Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción”.

3.2.2 Desarrollo sustentable

De los conceptos anteriores, en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (CNUDS) llevada a cabo en Río de Janeiro, 1992 (Río+20); se llegó a la conclusión de que el desarrollo sostenible o sustentable, debiera ser “aquel que permita mantener el equilibrio entre el desarrollo socioeconómico y la calidad de los recursos naturales en todos los niveles, individual, colectivo, local, regional o global” (Moreno, 2010) y garantizar su reproducción en lo social, para las próximas generaciones. De acuerdo con Simón y Rueda (2016)³², el desarrollo sustentable debe verse con sentido sistémico, para que la toma de decisiones sienten las bases del

³⁰ Con base en Marta Astier, Omar R. Masera, Yankuic Galván-Miyoshi, (coord.), *Evaluación de Sustentabilidad un Enfoque Dinámico y Multidimensional*, SEAE/CIGA/ECOSUR/SIEco/UNAM/GIRA/Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable España, 2008, 200 pp.

³¹ Con base en, Francisco Bautista Zúñiga, (coord.), *Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales*, Instituto de Geografía, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), Universidad Nacional Autónoma de México, 2011, pp. 17-99, 495 pp.

³² Con base en Nadima Simón Domínguez e Isabel Rueda Peiro, *Hacia una administración sustentable (coord.)*, 2016, Publicaciones Empresariales UNAM, pp. 25-40, 358 pp.

planteamiento de estrategias y acciones hacia el desarrollo sustentable (Simón & Rueda, 2016). Asimismo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), México, 1996; en su Artículo 3º, inciso XI, establece que el desarrollo sustentable es “el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de 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 futuras³³” (ver Tabla 3.3) . Los conceptos fundamentan el objetivo de la presente investigación, para medir, evaluar y pronosticar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca. A continuación se resumen en la siguiente Tabla, los objetivos que se persiguen para el desarrollo sustentable, de acuerdo con la Agenda 21.

Tabla 10: Objetivos por dimensiones sustentables

Dimensión	Objetivo de sustentabilidad
Sociedad	Las tasas de equidad social, deben reflejar el grado de crecimiento.
Economía	Las tasas de producción y rentabilidad, deben reflejar mantenimiento, mejora y/o proyección financiera.
Medioambiente	La emisión de residuos no debe exceder la capacidad de asimilación de los ecosistemas.
	Las tasas de utilización de los recursos renovables no deben exceder las tasas de regeneración natural.
	Los recursos no renovables deben explotarse de una manera cuasi sustentable, supeditando la tasa de agotamiento a la tasa de creación de sustitutos renovables.
	Fuente: Unidas, O. D., (1992)

3.2.3 Desequilibrio sustentable

Aquellas acciones humanas descoordinadas, desarmonizadas o descompensadas, que no satisfacen las necesidades del presente y comprometen la capacidad de las generaciones futuras

³³ Ver INEGI, *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México, Op. cit.*, 213 pp.

para satisfacer las suyas (Rodríguez, 2010), (Moreno, 2010). Este concepto permite ubicar que el problema de investigación, es causado por acciones humanas.

3.3 El pacto mundial de la ONU, 1999

Haciendo conciencia de los siguientes más importantes hechos cronológicos, se derivan compromisos de los países a nivel internacional: la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972; Informe Brundtland (nuestro futuro común), 1987; Protocolo de Kioto 1997; la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro denominada programa o Agenda 21, 20 años más tarde (en 1992). Declaración de Río, Agenda 21, Pacto Mundial (ONU, 2000), Río+20, 2012.; donde México forma parte de más de 178 países integrantes de la ONU y se han generado una serie de obligaciones y compromisos que fueron establecidos universalmente y se encuentran integrados en el Pacto Mundial. Este Pacto fue propuesto en el Foro Económico Mundial el 31 de enero de 1999 y puesto en operación el 26 de julio del 2000³⁴.

El Pacto Mundial se basa en la responsabilidad pública, en la transparencia y en la sana defensa de los propios intereses de las empresas, las organizaciones laborales y la sociedad civil para promover y ejecutar conjuntamente medidas encaminadas al logro de los principios sociales y ambientales de carácter universal en que está fundamentado este Pacto.

3.4 El futuro que todos queremos, 2012

El Secretario General de la ONU Kofi Annan en la reunión de Río+20, en junio de 2012, hizo una invitación a los dirigentes empresariales de esa reunión, a sumarse a una iniciativa internacional, en cuyo marco las empresas colaborarían con los organismos de las Naciones Unidas, representando una iniciativa de la política estratégica para que las organizaciones empresariales se comprometan a adecuar sus operaciones y estrategias de desarrollo a diez principios aceptados internacionalmente en los ámbitos de:

- a) Derechos humanos,
- b) Empleo,

³⁴ La ONU y las Empresas, Directrices de cooperación entre las Naciones Unidas y el Sector Empresarial, Anexo 1 “Principios del pacto mundial”, 31 de enero de 1999, s.p.

- c) Medioambiente y
- d) Anticorrupción.

Estos Diez principios del Pacto Mundial de la ONU, se basan en que:

- 1-Las empresas deben apoyar y respetar la protección de los derechos humanos proclamados en el ámbito internacional.
- 2-Las empresas deben asegurarse de no ser cómplices en abusos a los derechos humanos.
- 3-Las empresas deben respetar la libertad de asociación y el reconocimiento efectivo del derecho a la negociación colectiva.
- 4-Las empresas deben eliminar todas las formas de trabajo forzoso u obligatorio.
- 5-Las empresas deben abolir de forma efectiva el trabajo infantil.
- 6-Las empresas deben eliminar la discriminación con respecto al empleo y la ocupación.
- 7-Las empresas deben apoyar los métodos preventivos con respecto a problemas ambientales.
- 8-Las empresas deben adoptar iniciativas para promover una mayor responsabilidad ambiental.
- 9-Las empresas deben fomentar el desarrollo y la difusión de tecnologías inofensivas para el medio ambiente natural.
- 10-Las empresas deben trabajar contra la corrupción en todas sus formas, incluyendo la extorsión y el soborno.

Y lo principios se sustentan en:

- En la declaración Universal de los Derechos Humanos
- La Declaración relativa a los principios y derechos fundamentales en el trabajo
- Organización Internacional del Trabajo
- La Declaración de Río sobre Medio ambiente natural y el Desarrollo
- La Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción.

3.5 La Agenda 2030, 17 objetivos, 169 metas. ONU

Después de varias reuniones y acuerdos para reducir los efectos del cambio climático, así como reducir la pobreza e intensificar los esfuerzos por el respeto y cuidado de la naturaleza, en septiembre de 2015, la Asamblea General de la ONU, adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en favor de la sociedad, el planeta y la prosperidad. Esta Agenda está conformada

por 17 objetivos con 169 metas en las dimensiones social, económica y ambiental. Los 17 objetivos de esta Agenda contemplan:

1. Fin de la pobreza
2. Hambre cero
3. Salud y bienestar
4. Educación de calidad
5. Igualdad de género
6. Agua limpia y saneamiento
7. Energía asequible y no contaminante
8. Trabajo decente y crecimiento económico
9. Industria, innovación e infraestructura
- 10.Reducción de las desigualdades
- 11.Ciudades y comunidades sostenibles
- 12.Producción y consumo responsable
- 13.Acción por el clima
- 14.Vida submarina
- 15.Vida de ecosistemas terrestres
- 16.Paz, justicia e instituciones sólidas
- 17.Alianzas para lograr objetivos

Resulta interesante observar que la importancia por el cuidado del clima y los efectos que las actividades antropogénicas o humanas están causando al planeta, debieran estar en los primeros lugares de atención, para el cuidado, disminución y evitamiento de los gases de efecto invernadero, que están provocando el calentamiento del planeta.

3.6 Marco Jurídico para la sustentabilidad en el Sector del Medio Ambiente

El marco legal en lo jurídico (leyes y normas), constituye las bases sobre las cuales se previene el cumplimiento de las acciones del comportamiento humano, es decir, permite normar las actividades humanas tendientes a regular, controlar y evitar acciones negativas o nocivas contra el medio ambiente. Las siguientes leyes y normas están dirigidas a regular el cuidado y prevención

del mismo y, sobre las cuales, se enmarca la medición de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero.³⁵

3.6.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a “la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto **propiciar el desarrollo sustentable**” (Unión. C. d., "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. SEMARNAT", 1988).

Esta ley, establece las bases para:

I-Garantizar el derecho a toda persona a que viva en un medio ambiente sano para su desarrollo, su salud y su bienestar.

II-Que se *definan los principios* de la política ambiental así como de los instrumentos para su aplicación.

III-Definir los principios de preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente.

IV-Definir los principios de preservación, y protección de la biodiversidad, y del establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

V-El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de tal forma que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

VI-La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

VII-Que se garantice la participación de las personas en forma individual o colectiva en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

VIII-El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución.

³⁵ Las Leyes y Normas que se presentan en esta investigación, son una selección y resumen de los capítulos de interés para la misma. Se utilizan para enmarcar y sustentar el objetivo general.

IX-Que se establezcan los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre ellas mismas y los sectores social y privado, con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

X-Que se establezcan las medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley, así como de las disposiciones que de ella se deriven, y de la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

Cabe señalar que, en todo lo no previsto en esta Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este reglamento.

Comentario: Para efecto de esta investigación, los numerales V y VI, se han tomado como referencia para relacionarlos con los principios de sustentabilidad, que servirán de base para la medición de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero.

3.6.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El artículo 1º de esta Ley, establece que, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, las cuales se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

“Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación (Unión. C. d., "Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT", 2014)”. Esta Ley tiene como propósito, establecer las bases para:

I. Que se apliquen principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, en los que se establezcan criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben ser considerados en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

II. Que se determinen criterios que deban ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, con el objeto de prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud de los seres humanos.

- III. Este numeral tiene por objeto, establecer mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- IV. Asimismo, que se formule una clasificación básica y general de los residuos la cual permita que se uniformen sus inventarios, y orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos.
- V. Que se regule la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como que se establezcan disposiciones que sean consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia.
- VI. Que se definan responsabilidades para las personas y organizaciones productoras, importadoras, exportadoras, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de aquellos prestadores de servicios en, el manejo integral de los residuos.
- VII. Que se fomente la valorización de los residuos y de la misma manera, que se fomente el desarrollo de mercados de subproductos, con criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y propiciar esquemas de financiamiento adecuados.
- VIII. Que la participación de todos los sectores sociales se realice de manera corresponsable, en acciones que tengan como fin primordial prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos, y que sea ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, considerando las disposiciones de esta Ley.
- IX. Que se cree un sistema de información que provea datos relativos a la generación y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de los de manejo especial, así como de sitios que están contaminados y de aquellos que han sido remediados.
- X. Que se prevenga la contaminación de sitios debido al manejo de materiales y residuos, así como que se definan criterios a los que se deberá sujetar su remediación.
- XI. Que las actividades de importación y exportación de residuos, sean reguladas.
- XII. Que las actividades de investigación y desarrollo científico e innovación tecnológica, sean fortalecidas, con el objeto de reducir la generación de residuos así como que se diseñen alternativas para su tratamiento, orientadas a procesos productivos más limpios.

XIII. Que se establezcan medidas de control, correctivas y de seguridad, de tal manera que se garantice el cumplimiento y la aplicación de esta Ley, así como de las disposiciones que de ella se deriven, y que se establezcan las medidas de imposición de las sanciones que correspondan.

Comentario: De los propósitos que tienen esta Ley, los numerales I, II, VI, X, se han tomado en consideración, para la medición de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero.

3.6.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional. Su objeto es regular y fomentar la “conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable”. Esta ley permite analizar y discernir que, cuando se trate de recursos forestales y la propiedad corresponda a los pueblos y comunidades indígenas, deberá observarse lo contenido y dispuesto por el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se cita en seguida (Unión. C. d., "Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. SAGARPA", 2013).

De acuerdo con el Artículo 2, se analizan a continuación, los objetivos generales de esta Ley más representativos para esta investigación:

I. Que se contribuya al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin que haya perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos.

II. Que se impulse la silvicultura y el aprovechamiento de los recursos forestales, para que contribuyan con los bienes y servicios a asegurar el mejoramiento del nivel de vida de los mexicanos, así como el de los propietarios y pobladores forestales.

III. Que se desarrollen los bienes y servicios ambientales y se proteja, mantenga y aumente la biodiversidad producto de los recursos forestales.

IV. Que se promueva la organización, la capacidad de operación, la integralidad así como la profesionalización de las instituciones públicas de la Federación, Estados, Distrito Federal y Municipios, con el objeto de propiciar el desarrollo forestal sustentable, y

V. Que se respete el derecho al uso y disfrute de manera preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, atendiendo a los términos del artículo 2 fracción VI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.

Comentario: El análisis anterior permite dejar de manera muy enfática que uno de los objetivos fundamentales de esta Ley es la regulación de la protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y sus servicios ambientales, así como de la ordenación y el manejo forestal (Fracción reformada DOF 04-06-2012).

3.6.4 Ley General de Vida Silvestre

A continuación, se analizan los siguientes Títulos:

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, quedará excluido de la aplicación de esta Ley y continuará sujeto a las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate especies o poblaciones en riesgo (Unión. C. d., "Ley General de Vida Silvestre. SEMARNAT", 2000).

Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento

sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, quedará excluido de la aplicación de esta Ley y continuará sujeto a las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate especies o poblaciones en riesgo.

En el Título I, artículo 3º, fracción XXI, Hábitat, se define que, es considerado un sitio específico en un medio ambiente físico, aquel que sea ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado.

En la fracción XLI, Servicios ambientales se define que, son aquellos cuyos beneficios de interés social se derivan de la vida silvestre y su hábitat, tales como la regulación climática, la conservación de los ciclos hidrológicos, la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, la captura de carbono, el control de la erosión, la polinización de plantas, el control biológico de plagas o la degradación de desechos orgánicos.

En el Título II, artículo 5º. Fracción III define que, las autoridades deberán prever la aplicación del conocimiento científico, técnico y tradicional disponibles, como base para el desarrollo de las actividades relacionadas con la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

Este principio de Ley, sustenta las actividades de investigación y académicas de la Universidades en favor del desarrollo sustentable.

En el Capítulo III, Conocimientos, Innovaciones y Prácticas de las comunidades Rurales, Artículo 24; se describe que, en las actividades de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre se deberá respetar, conservar y mantener los conocimientos, innovaciones y prácticas de las comunidades rurales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y de su hábitat y se deberá promover su aplicación con la aprobación y la participación de aquellos que posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas. De la misma manera, se deberá fomentar que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente.

Comentario: En el Capítulo II, Capacitación, Formación, Investigación y Divulgación, Artículo 21 se define que, La Secretaría (SEMARNAT) deberá promover, en coordinación con la Secretaría

de Educación Pública y las demás autoridades competentes, que las instituciones de educación básica, media, superior y de investigación, así como las organizaciones no gubernamentales, desarrollen programas de educación ambiental, capacitación, formación profesional e investigación científica y tecnológica, con el objeto de que se apoyen actividades de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y de su hábitat, y en su caso, la Secretaría participará en dichos programas en los términos que se convengan.

En el Título II, Política Nacional en Materia de Vida Silvestre y su Hábitat, Artículo 5o., se describe que el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de tal modo que paralelamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

Esta Ley, prevé que se deberá hacer la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre de tal manera que se observe por parte de las autoridades competentes, así como los principios que se establecen en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Comentario: Este capítulo también sustenta las actividades de investigación y académicas para la búsqueda del desarrollo sustentable.

3.6.5 Ley De desarrollo Rural Sustentable

Como todas las Leyes de nuestro país, “la presente Ley es reglamentaria de la Fracción XX del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y es de observancia general en toda la República. Sus disposiciones son de orden público y están dirigidas a: promover el *desarrollo rural sustentable del país*, propiciar un medio ambiente adecuado, en los términos del párrafo 4o. del artículo 4o.; y garantizar la rectoría del Estado y su papel en la promoción de la equidad, en los términos del artículo 25 de la Constitución (Unión. C. d., "Ley de Desarrollo Rural Sustentable", 2012)”.

En el Capítulo II, Coordinación para el Desarrollo Rural Sustentable, Artículo 21, Comisión Intersecretarial, está integrada por los titulares de la siguientes dependencias del Ejecutivo Federal: a) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación cuyo

titular la presidirá; b) Secretaría de Economía; c) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; d) Secretaría de Hacienda y Crédito Público; e) Secretaría de Comunicaciones y Transportes; f) Secretaría de Salud; g) Secretaría de Desarrollo Social; h) Secretaría de la Reforma Agraria; i) Secretaría de Educación Pública; j) Secretaría de Energía; y las dependencias y entidades del Poder Ejecutivo que se consideren necesarias, de acuerdo con los temas de que se trate³⁶.

Esta ley es del interés público y considera que en el desarrollo rural sustentable, se observe la planeación y organización de la producción del sector agropecuario, su industrialización y comercialización, así como de los demás bienes y servicios, y de todas aquellas acciones tendientes a la elevación de la calidad de vida de la población rural, de acuerdo con lo previsto en el artículo 26 de la Constitución, para lo que el Estado deberá tener la participación que determina este ordenamiento, de tal manera que se lleve a cabo su regulación y fomento en el marco de las libertades ciudadanas y obligaciones gubernamentales que establece la Constitución.

El Artículo 2º, establece que “son sujetos de esta Ley los ejidos, comunidades y las organizaciones o asociaciones de carácter nacional, estatal, regional, distrital, municipal o comunitario de productores del medio rural, que se constituyan o estén constituidas de conformidad con las leyes vigentes y, en general, toda persona física o moral que, de manera individual o colectiva, realice preponderantemente actividades en el medio rural”.

Asimismo, en el Artículo 3º se define lo que debe entenderse en algunos apartados seleccionados en esta investigación; los cuales a la letra dicen:

- I. Actividades Agropecuarias. Los procesos productivos primarios basados en recursos naturales renovables: agricultura, ganadería (incluye caza), silvicultura y acuacultura (incluye pesca)
- II. Actividades Económicas de la Sociedad Rural. Las actividades agropecuarias y otras actividades productivas, industriales, comerciales y de servicios.
- III. Agentes de la Sociedad Rural. Personas físicas o morales de los sectores social y privado que integran a la sociedad rural.
- IV. Agroforestal (Uso). La combinación de agricultura y ganadería conjuntamente con el cultivo y aprovechamiento de especies forestales.

³⁶ Ver párrafo reformado DOF 02-02-2007

IV. *Desarrollo Rural Sustentable*. El mejoramiento integral del bienestar social de la población y de las actividades económicas en el territorio comprendido fuera de los núcleos considerados urbanos de acuerdo con las disposiciones aplicables, asegurando la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio.

Esta definición precisa lo que, el modelo actual de sustentabilidad persigue, es decir, el equilibrio entre la sociedad, la economía y el medio ambiente.

XV. Desertificación. La pérdida de la capacidad productiva de las tierras, causada por el hombre, en cualquiera de los ecosistemas existentes en el territorio de la República Mexicana.

XVI. Difusión. La promoción nacional mediante los medios de información masiva escritos y electrónicos, libros, folletos y cualquier otro material idóneo que permitan dar a conocer los diversos programas y beneficios económicos que se deriven de la aplicación del Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable.

Este apartado manifiesta el compromiso gubernamental, para contribuir con información suficientemente confiable, en favor del desarrollo sustentable.

XXVI. Recursos Naturales. Todos aquellos bienes naturales renovables y no renovables susceptibles de aprovechamiento a través de los procesos productivos rurales y proveedores de servicios ambientales: tierras, bosques, recursos minerales, agua, comunidades vegetativas y animales y recursos genéticos.

En el Artículo 4º, se define que: “Para lograr el desarrollo rural sustentable el Estado, con el concurso de los diversos agentes organizados, impulsará un proceso de transformación social y económica que reconozca la vulnerabilidad del sector y conduzca al mejoramiento sostenido y sustentable de las condiciones de vida de la población rural, a través del fomento de las actividades productivas y de desarrollo social que se realicen en el ámbito de las diversas regiones del medio rural, procurando el uso óptimo, la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales y orientándose a la diversificación de la actividad productiva en el campo, incluida la no agrícola, a elevar la productividad, la rentabilidad, la competitividad, el ingreso y el empleo de la población rural.

El análisis de este artículo resulta de suma importancia ya que, no especifica qué ni cómo han de lograrse las estrategias descritas. Por lo que la medición de la sustentabilidad del proceso artesanal del agave mezcalero por medio de un modelo de negocio con Redes Neuronales Artificiales, si propicia el cumplimiento de dicho artículo.

En el Artículo 5º, se establece que: “En el marco previsto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Estado, a través del Gobierno Federal y en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y municipales, impulsará políticas, acciones y programas en el medio rural que serán considerados prioritarios para el desarrollo del país y que estarán orientados a los siguientes objetivos”.

I. Promover y favorecer el bienestar social y económico de los productores, de sus comunidades, de los trabajadores del campo y, en general, de los agentes de la sociedad rural con la participación de organizaciones o asociaciones, especialmente la de aquellas que estén integradas por sujetos que formen parte de los grupos vulnerables referidos en el artículo 154 de la presente Ley, mediante la diversificación y la generación de empleo, incluyendo el no agropecuario en el medio rural, así como el incremento del ingreso.

II. Corregir disparidades de desarrollo regional a través de la atención diferenciada a las regiones de mayor rezago, mediante una acción integral del Estado que impulse su transformación y la reconversión productiva y económica, con un enfoque productivo de desarrollo rural sustentable.

III. Contribuir a la soberanía y seguridad alimentaria de la nación mediante el impulso de la producción agropecuaria del país.

IV. Fomentar la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento de la calidad de los recursos naturales, mediante su aprovechamiento sustentable; y

V. Valorar las diversas funciones económicas, ambientales, sociales y culturales de las diferentes manifestaciones de la agricultura nacional.

3.6.6 Ley de Aguas Nacionales

En el Artículo 1 de esta Ley, se establece que, la presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable (Unión. C. d., 1992).

En el Artículo 2º se establecen que las disposiciones de esta Ley, son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que esta Ley señala y que la letra define:

Apartado I. "Aguas Nacionales": Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Apartado II. "Acuífero": Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Apartado III. "Aguas claras" o "Aguas de primer uso": Aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos, que no han sido objeto de uso previo alguno.

Apartado IV. "Aguas del subsuelo": Aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre.

Apartado V. "Aguas marinas": Se refiere a las aguas en zonas marinas.

Apartado VI. "Aguas Residuales": Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

Apartado VII. "Aprovechamiento": Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma.

Apartado VIII. "Asignación": Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para realizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, a los municipios, a los estados o al Distrito Federal, destinadas a los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico.

Apartado IX. "Bienes Públicos Inherentes": Aquellos que se mencionan en el Artículo 113 de esta Ley.

Apartado X. "Capacidad de Carga": Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperación en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico.

Apartado XI. "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.

Apartado XIII. "Concesión": Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado, excepto los títulos de asignación.

Apartado XIV. "Condiciones Particulares de Descarga": El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para cada usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios de un cuerpo receptor específico con el fin de conservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la presente Ley y los reglamentos derivados de ella.

Apartado XVI. "Cuenca Hidrológica": Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar.

En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.

En el apartado XXI de esta Ley, se define que: Desarrollo sustentable, en materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

Este apartado precisa que, el desarrollo sustentable, debe poderse medir a través de procesos evaluables; por lo que, la presente investigación, también se fundamenta en este mismo concepto. En el apartado XXII, se define que el concepto de "Descarga", es la acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

Apartado XXIII. "Disponibilidad media anual de aguas superficiales": En una cuenca hidrológica, es el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen medio anual actual comprometido aguas abajo.

Apartado XXIV. "Disponibilidad media anual de aguas del subsuelo": En una unidad hidrogeológica -entendida ésta como el conjunto de estratos geológicos hidráulicamente conectados entre sí, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales subterráneas-, es el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de esa unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.

Apartado XXXVIII. "Normas Oficiales Mexicanas": Aquellas expedidas por "la Secretaría", en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización referidas a la conservación, seguridad y calidad en la explotación, uso, aprovechamiento y administración de las aguas nacionales y de los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de esta Ley.

Apartado XLI. "Persona física o moral": Los individuos, los ejidos, las comunidades, las asociaciones, las sociedades y las demás instituciones a las que la ley reconozca personalidad jurídica, con las modalidades y limitaciones que establezca la misma.

Apartado LII. "Uso": Aplicación del agua a una actividad que implique el consumo, parcial o total de ese recurso.

Apartado LIII. "Uso Agrícola": La aplicación de agua nacional para el riego destinado a la producción agrícola y la preparación de ésta para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

3.6.7 Ley Federal de Metrología y Normalización (ISO 14000)

El Título Primero, Capítulo Único, Disposiciones Generales, establece en el Artículo 1º que, la presente Ley regirá en toda la República y sus disposiciones son de orden público e interés social. Su aplicación y vigilancia corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de las dependencias de la administración pública federal que tengan competencia en las materias reguladas en este ordenamiento. Siempre que en esta Ley se haga mención a la Secretaría, se entenderá hecha a la Secretaría de Economía³⁷ (Unión, Cámara de Diputados del H. Congreso de la, 2009) .

En el Artículo 2º esta Ley define que se tiene por objeto, lo que a la letra dice:

I. En materia de Metrología:

- a) Establecer el Sistema General de Unidades de Medida.
- b) Precisar los conceptos fundamentales sobre metrología.
- c) Establecer los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir y los patrones de medida.
- d) Establecer la obligatoriedad de la medición en transacciones comerciales y de indicar el contenido neto en los productos envasados.
- e) Instituir el Sistema Nacional de Calibración.
- f) Crear el Centro Nacional de Metrología, como organismo de alto nivel técnico en la materia; y
- g) Regular, en lo general, las demás materias relativas a la metrología.

El apartado II, en materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación, establece que se tiene por objeto:

- a) Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas.

³⁷ Ver párrafo reformado DOF 28-07-2006.

- b) Instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal.
- c) Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de la administración pública federal.
- d) Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas.
- e) Coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de prueba de las dependencias de administración pública federal.
- f) Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración; y
- g) En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia.

El apartado V, establece que son instrumentos para medir: los medios técnicos con los cuales se efectúan las mediciones y que comprenden las medidas materializadas y los aparatos medidores.

En el Artículo 3º se define que, para los efectos de esta Ley, se debe entender por:

VI. Medir: el acto de determinar el valor de una magnitud.

IX. Método: la forma de realizar una operación del proceso, así como su verificación.

XI. Norma oficial mexicana: la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

XVI. Proceso: el conjunto de actividades relativas a la producción, obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, ensamblado, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de productos y servicios.

El Artículo 5º establece que, en los Estados Unidos Mexicanos el Sistema General de Unidades de Medida es el único legal y de uso obligatorio.

El Sistema General de Unidades de Medida se integra, entre otras, con las unidades básicas del Sistema Internacional de Unidades: de longitud, el metro; de masa, el kilogramo; de tiempo, el segundo de temperatura termodinámica, el kelvin; de intensidad de corriente eléctrica, el ampere; de intensidad luminosa, la candela; y de cantidad de sustancia, el mol, así como con las suplementarias, las derivadas de las unidades base y los múltiplos y submúltiplos de todas ellas, que apruebe la Conferencia General de Pesas y Medidas y se prevean en normas oficiales mexicanas. También se integra con las no comprendidas en el sistema internacional que acepte el mencionado organismo y se incluyan en dichos ordenamientos.

En el Artículo 10º se define que los instrumentos para medir y patrones que se fabriquen en el territorio nacional o se importen y que se encuentren sujetos a norma oficial mexicana, requieren, previa su comercialización, aprobación del modelo o prototipo por parte de la Secretaría sin perjuicio de las atribuciones de otras dependencias. Deberán cumplir con lo establecido en este artículo los instrumentos para medir y patrones que sirvan de base o se utilicen para:

- I. Una transacción comercial o para determinar el precio de un servicio.
- II. La remuneración o estimación, en cualquier forma, de labores personales.
- III. Actividades que puedan afectar la vida, la salud o la integridad corporal.
- IV. Actos de naturaleza pericial, judicial o administrativa; o
- V. La verificación o calibración de otros instrumentos de medición.

Comentario: Los artículos analizados de esta norma, precisan que se debe contar con un sistema general de unidades de medida para la realización de mediciones tanto en situaciones de campo, como para transacciones comerciales.

3.6.8 Ley de Productos Orgánicos

Bajo el principio de que, cualquier actividad que busque la organización de sus procesos, requiere que se definan normas para su logro. Las Normas de Operación Internacional (ISO) o International Standard Operation (por sus siglas en inglés), son necesarias y requeridas ya que garantizan la calidad de un producto a través de la implementación de controles que aseguran que los procesos de fabricación, sean operados dentro de las características previstas –ISO 9000 e ISO 14000.

En cuanto a la norma ISO 14000, está compuesta de una parte de familia de normas que se refieren a la gestión ambiental aplicada a la empresa. El objetivo es la estandarización de formas

de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, de tal manera que se aumente la calidad del producto y su competitividad.

Los objetivos que persiguen las ISO son no solamente la aplicación de estándares de producción y calidad, sino de la actualización e implementación de los estándares que, a nivel internacional, se van gestando para contribuir a reducir los impactos ambientales, del cual se abastecen.

En la actualidad, las normas ISO 9000 e ISO 14000 son utilizadas para garantizar que los procesos productivos cumplan con la generación de calidad de un producto a través de la implementación de controles exhaustivos. De tal manera que la calidad de un producto no se genera de controles eficientes, sino de un proceso productivo regulado y normado que den los soportes que operen adecuadamente.

La aplicación o seguimiento de estas normas, permite que las empresas tengan diferenciación en el mercado incrementando su imagen productiva y su relación con cadenas de proveedores, cuando ya han sido certificadas.

En esta investigación se consideran algunos preceptos de la norma ISO 14000, para las recomendaciones a los productores del agave mezcalero, en la toma de decisiones pertinentes enfocadas a la gestión ambiental del proceso de producción. Los principios generales de esta norma son:

- Dar por resultado una mejor gestión ambiental
- Deben ser aplicables a todas las naciones
- Deben promover el interés público y en los usuarios de los estándares
- Deben ser costo-efectivas, no prescriptivas y flexibles
- Deben estar basadas en el conocimiento científico, práctico, útil y utilizable.

3.6.9 NOM-070-SCFI-1994

En el Diario Oficial de la Federación, de fecha 17 de agosto de 1994, se publicó el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCF-1994, Bebidas alcohólicas, Mezcal, Especificaciones; y el 28 de noviembre del mismo año, la resolución que previene la protección prevista a la Denominación de Origen “Mezcal”, para su aplicación al producto.

A continuación, se analizan algunos de los conceptos más puntuales de las doce especificaciones que conforman esta norma, a efecto de llevar a cabo la investigación sobre la medición de la

sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca.

En la especificación 1.0 de la NOM se define como “*objetivo*”, la regulación técnica que defina y establezca las características y especificaciones de calidad de la bebida alcohólica destilada denominada Mezcal (planta de agave), así como del buen uso de dicha denominación de origen, con observación obligatoria para productores, envasadores y comercializadores. Diez especificaciones conforman esta Norma, siendo los siguientes: 1-Objetivo, 2-Campo de aplicación, 3-Referencias, 4-Definiciones, 5-Clasificación, 6-Especificaciones, 7-Muestreo, 8-Métodos de prueba, 9-Comercialización y 10-Marcado y etiquetado.

En la especificación 2.0 de la NOM, se define como “*campo de aplicación*” a las cinco principales especies de agaves que se enlistan a continuación; así como a otras especies que no se utilicen como materia prima para otras bebidas con denominaciones de origen dentro del mismo estado. Ver la Tabla siguiente:

Tabla 11: Nombres genéricos y técnicos del agave³⁸

Nombre comercial del agave	Nombre técnico
Magüey espadin	Agave Angustifolia Haw
Amarilidáceas, magüey de cerro, bruto o cenizo	Agave Esperrima Jacobi
Amarilidáceas, magüey de mezcal	Agave Weberi Cela
Amarilidáceas, magüey de mezcal, o Tlobalá	Agave Potatorum Zucc
Magüey verde o mezcalero	Agave Salmiana Otto Ex Salm SSP Crassispina (Trel) Gentry
Otras especies de magüeyes de la región de origen.	

Fuente: Elaboración con datos de la COMERCAM, A.C.

³⁸ Especies de agaves incluidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994, DOF. 12/06/97, numeral 2, “Campo de aplicación”, s.p.

En el numeral 3 de la NOM-070³⁹, define en las “Referencias”, que las especificaciones descritas en esta Norma, se comprueban mediante la aplicación de la misma Norma Oficial Mexicana y de otras Normas Mexicanas vigentes, la cuales a continuación se enlistan:

Tabla 12: normas mexicanas de referencia

Normas Mexicanas	Especificación
NOM-030-SCFI	Información comercial de cantidad en la etiqueta-especificaciones.
NMX-V-013	Bebidas alcohólicas determinación de porcentaje de alcohol en volumen (% Vol.) a 20º C.
NMX-V-014-S	Bebidas alcohólicas destiladas – determinación de alcoholes superiores (aceite de fusel).
NMX-V-017	Método de prueba para la determinación de extracto seco y cenizas en bebidas alcohólicas destiladas.
NMX-V-021	Métodos de prueba para la determinación de metanol en bebidas alcohólicas.
NMX-Z-012	Muestreo para la inspección por atributos.

Fuente: Elaboración con datos de la NOM-070-SCFI-1992

La “Definición” (especificación 4.2 de esta Norma), describe al “Agave” como: “Planta de la familia de las Amarilidáceas, de hojas largas y fibrosas de forma lanceolada, de color verde cuya parte aprovechable para la elaboración de mezcal es la piña o cabeza (tallo y base de sus hojas)” (México, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI)).

En la especificación número 5.0 de la Norma, describe la clasificación para los “Tipos de agave” y se hace de acuerdo con el porcentaje de carbohidratos provenientes del agave que se utilicen en la elaboración del mezcal. Se clasifican en dos tipos:

a) Tipo I, Mezcal 100% puro de agave. Significa que, es aquel en cuyo proceso de destilación y rectificación de los mostos preparados de manera directa y de origen con los azúcares de las cabezas maduras de los agaves permitidos en el especificación 2.0 de la NOM “campo de aplicación”, han sido de manera previa, hidrolizadas o cocidas y sometidas a un proceso de

³⁹ Ídem.

fermentación alcohólica, con levaduras que han sido cultivadas o no. El Tipo I de mezcal, puede ser joven, añejo o reposado y puede abocarse (procedimiento para suavizar el sabor con productos naturales como frutos, pechuga u otros permitidos por la norma).

b) Tipo II, Mezcal en cuyo proceso de destilación y rectificación de los mostos se han agregado hasta un 20% de otros carbohidratos permitidos por las disposiciones legales correspondientes, sin permitir las mezclas en frío.

Con respecto al especificación 5.1.3 de la NOM "*Leyenda*" permite que, los envases del producto mezcal, ostenten la leyenda "Envasado de Origen", siempre y cuando se envasen en el estado que los produce; y "Envasado en México", cuando el envasado se haya realizado fuera del estado. En la especificación número 6.0 de la NOM "*Especificaciones*", define cuáles son las especificaciones que el producto mezcal en sus tipos I y II, debe cumplir; refiriéndose al porcentaje de grados de alcohol, acidez total, alcoholes superiores y metanol, entre los más importantes. En la especificación número 7.0 de la NOM "*Muestreo*", hace referencia a la norma mexicana NMX-Z-012, cuando se requiera del muestreo del producto.

En la especificación número 8.0 de la NOM "*Métodos de prueba*", hace referencia a que se emplearán y aplicarán las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas descritas en el especificación 3.0 de esta norma, para la comprobación del producto, del mezcal, del envasado y del cumplimiento de su proceso de elaboración.

En la especificación número 9.0 de la NOM "*Comercialización*", hace referencia a que se permite la comercialización del mezcal a granel en sus Tipos I y II, sólo en los Estados Unidos Mexicanos. A nivel internacional, no se permite su exportación a granel y únicamente puede comercializarse en envases hasta de 5 litros.

En la especificación número 10 de esta norma "*Marcado y etiquetado en el envase*" define que, cada envase debe ostentar una etiqueta o impresión permanente, en forma destacada, legible e indeleble con la información de: la palabra mezcal, tipo y categoría, marca comercial, contenido neto, porcentaje de alcohol, porcentaje de contenido de agave (sólo para el Tipo I), nombre o razón social, RFC, leyenda "Hecho en México", "Envasado de origen" o "Envasado en México", e información sanitaria.

En la especificación número 11.0 de esta norma "*Bibliografía*", hace referencia a las fuentes legales y normativas que dan sustento a esa NOM.

Y finalmente, en la especificación número 12.0 “*Concordancia con normas internacionales*”, indica que no se establece ninguna concordancia con normas internacionales por no existir referencia alguna al momento de su elaboración. La Declaratoria de la Región del Mezcal, define los Distritos políticos integrados como “la Región del Mezcal”, Tlacolula, Yautepec, Miahuatlán, Sola de Vega, Ocotlán, Ejutla y Zimatlán, bajo la consideración de que en esta región del estado de Oaxaca, están concentrados la mayor parte de los inventarios magueyeros: de productores de maguey, productores de mezcal y de envasadores de mezcal. La vocación y el arraigo a esta actividad les dan esta distinción entre la población. La H. Cámara de Diputados del Estado de Oaxaca, aprobó el 26 de enero de 2004, la iniciativa de a esta región como “Región del Mezcal” (ver Ilustración 9).

Ilustración 9: Estados con denominación de origen⁴⁰



Fuente: Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C.

Los distritos que conforman la región mezcalera, se muestran en la siguiente Ilustración:

⁴⁰Con base en la “Declaración General de Protección a la Denominación de Origen Mezcal - se incluye al Estado de Puebla”.
DOF. 24 de diciembre de 2015.

Ilustración 10: Distritos que integran la Región del Mezcal-Oaxaca



Fuente: Sistema Producto Maguey-Mezcal, Oaxaca

3.7 Producción de mezcal en México

3.7.1 El agave mezcalero

El mezcal es una bebida alcohólica que se elabora del cultivo del agave ⁴¹ perteneciente a la familia de las Agavaceae, en ocho estados de la República Mexicana: Oaxaca, Guerrero, San Luis Potosí, Durango, Guanajuato, Zacatecas, Tamaulipas y Michoacán. Sus hojas tienen formas de rosetas, de forma lanceolada o de lanza, son rígidas, camosas en espina, con márgenes dentados y espinosos. La base de las hojas se conoce como “corazón” o piña. Tiene

⁴¹ El agave es una planta de la familia de las Amarilidáceas, es de hojas largas y fibrosas de forma lanceolada, su color es verde cuya parte aprovechable para la elaboración de mezcal es la piña o cabeza (tallo y base de sus hojas). NOM-070-SCFI-1994, *op. cit.*, numeral 4.2.

inflorescencias en forma de espigas o racimos sobre un largo escapo o Kioto. Su fruto se encuentra en la cápsula con semillas negras de forma achatadas.

La reproducción de la planta de agave.- El agave o maguey se cultiva de cuatro formas distintas:

- a) Por rizomas, los cuales son tallos subterráneos horizontales, tiene hojas similares o parecidas a escamas, tiene nudos e internudos así como yemas, y de éstas, se generan nuevas plantas (1 a 4 hijuelos de cada planta, por año).
- b) In vitro, los hijuelos de la planta, son obtenidos del tejido del agave, a través de tratamientos que se llevan a cabo en laboratorios. Con una pequeña cantidad de tejido (explante) se pueden regenerar una enorme cantidad de plantas, mediante la obtención de brotes adventicios o embriones somáticos a partir de callos; estos brotes son posteriormente enraizados.
- c) Por Apomixis, la cual es una forma de reproducción asexual, donde sólo uno de los gametos genera los embriones. La planta de agave desarrolla un quiote como inflorescencia del maguey; posterior a la poda de las flores, se desarrollan yemas vegetativas o bulbilos apomícticos. De cada quiote es posible obtener 1,000 bulbilos en promedio. (México, Secretaría de Gobernación (SEGOB), 2002).
- d) Por germinación de semillas, consiste en la recolección de los frutos maduros, la selección de la semilla, su siembra y crecimiento en almácigos y su traslado al vivero. En dichos viveros, se cultivan las semillas acondicionadas, para trasplantarse posteriormente en zonas de cultivos (Marschner, 2012).

Se estima que un 80% del material vegetativo requerido para el establecimiento de nuevas plantaciones proviene de crías o hijuelos de rizoma, otro 18% proviene de bulbilos apomícticos, un 1.5% de propágulos del cultivo de tejidos in Vitro y sólo el 0.5% por germinación de semillas⁴². A partir de 1999, se incrementó la demanda de material vegetativo ante la expectativa de los productores, generada por los altos precios que la industria tequilera pagaba por el maguey maduro; dicho incremento se reflejó en el precio de la planta a partir del 2000 y hasta el 2002

⁴² México, SAGARPA, Delegación Oaxaca y la SEDAF del Gobierno del Estado de Oaxaca a través del Consejo Oaxaqueño del Maguey y Mezcal A.C., Sistema producto-maguey-mezcal, 2004, s.p.

cuando inicia el descenso del precio, debido a una sobreoferta proveniente de las plantaciones establecidas en los años 1998 – 2000. A continuación se muestra una tabla referencial, de los precios de los materiales vegetativos, hasta el 2004.

Tabla 13: Costos de producción promedio por litro de mezcal en alambique

Distrito	Certificado				No certificado			
	Costo promedio (\$)	Rendimiento promedio (kg/litro)	Costo promedio (\$)	Rendimiento promedio (kg /litro)	Costo promedio (\$)	Rendimiento promedio (kg/litro)	Costo promedio (\$)	Rendimiento promedio (kg/litro)
	(45% Alc. Vol.)		(50% Alc. Vol.)		(45% Alc. Vol.)		(50% Alc. Vol.)	
Ocotlán	41.1	8	45.5	9	38.6	9	42.7	10
Tlacolula	32.8	8	36.3	9	27.8	9	30.8	10
Miahuatlán	36.9	8	40.9	9	28.4	9	31.5	10

Fuente: UACH 2014, con base en entrevistas aplicadas a productores de mezcal del estado de Oaxaca.

La importancia del cultivo del maguey, se presenta con los siguientes datos, sobre el costo-beneficio de las plantaciones de maguey mezcal, el valor de la producción y utilidades netas. Ver las siguientes Tablas 14, 15 y 16.

Tabla 14: Relación del costo-beneficio del cultivo del maguey mezcal

Indicador	Densidad de plantas por hectárea		
	1,500	1,740	2,000
Costos de producción ¹ (\$/piña)	35.3	30.4	26.5
Costo de producción/ha	52,950	52,896	53,000
Costo de producción/ha 10% superior	58,245	58,186	58,300
Costo de producción/ha 15% superior	60,893	60,830	60,950
Costo de producción/ha 20% superior	66,188	66,120	66,250
<i>A \$0.5/kg piñas de 40kg promedio</i>			
Valor de la producción total (\$/ha)	30,000	34,800	40,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	3,750	4,350	5,000
Relación Beneficio Costo (costo fijo) ²	0.6	0.7	0.8
Relación Beneficio Costo (costo 10% superior/ha) ²	0.5	0.6	0.7
Relación Beneficio Costo (costo 15% superior/ha) ²	0.5	0.6	0.7
Relación Beneficio Costo (costo 20% superior/ha) ²	0.5	0.5	0.6
<i>A \$1.0/kg piñas de 40kg promedio</i>			
Valor de la producción total (\$/ha)	60,000	69,600	80,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	7,500	8,700	10,000
Relación Beneficio Costo (costo fijo) ²	1.1	1.3	1.5
Relación Beneficio Costo (costo 10% superior/ha) ²	1.0	1.2	1.4
Relación Beneficio Costo (costo 15% superior/ha) ²	1.0	1.1	1.3
Relación Beneficio Costo (costo 20% superior/ha) ²	0.9	1.1	1.2
<i>A \$2.0/kg piñas de 40kg promedio</i>			
Valor de la producción total (\$/ha)	120,000	139,200	160,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	15,000	17,400	20,000
Relación Beneficio Costo (costo fijo) ²	2.3	2.6	3.0
Relación Beneficio Costo (costo 10% superior/ha) ²	2.1	2.4	2.7
Relación Beneficio Costo (costo 15% superior/ha) ²	2.0	2.3	2.6
Relación Beneficio Costo (costo 20% superior/ha) ²	1.8	2.1	2.4
<i>A \$3.0/kg piñas de 40kg promedio</i>			
Valor de la producción total (\$/ha)	180,000	208,800	240,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	22,500	26,100	30,000
Relación Beneficio Costo (costo fijo) ²	3.4	3.9	4.5
Relación Beneficio Costo (costo 10% superior/ha) ²	3.1	3.6	4.1
Relación Beneficio Costo (costo 15% superior/ha) ²	3.0	3.4	3.9
Relación Beneficio Costo (costo 20% superior/ha) ²	2.7	3.2	3.6

Fuente: UACH 2014, con base en entrevistas e información de campo.

¹ Considerando un peso promedio de 40 kilogramos por piña.

² Valor de la producción acumulada a 8 años. En estos costos no se consideró la amortización de equipo y maquinaria, ni la renta del terreno.

Tabla 15: Valor de la producción de agave a diferentes niveles de precio⁴³

Indicador	Densidades de plantaciones		
	1,500	1,740	2,000
Rendimiento esperado ⁿ (kg/ha)	60,000	69,600	80,000
Precio promedio de venta (\$/kg)	2.0	2.0	2.0
Valor de la producción acumulada (\$/ha)	120,000	139,200	160,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	15,000	17,400	20,000
Precio promedio de venta (\$/kg)	3.0	3.0	3.0
Valor de la producción acumulada (\$/ha)	180,000	208,800	240,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	22,500	26,100	30,000

Fuente: Con base en UACH 2014, entrevistas e información de campo.
Considerando un peso promedio de 40 kilogramos por piña.

Tabla 16: Utilidades netas de agave en diferentes densidades de plantación

Indicador	Densidades de plantaciones		
	1,500	1,740	2,000
Costos de producción (\$/piña de maguey)	35.3	30.4	26.5
Rendimiento esperado ⁿ (kg/ha)	60,000	69,600	80,000
Precio promedio de venta (\$/kg)	2.0	2.0	2.0
Valor de la producción acumulada (\$/ha)	120,000	139,200	160,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	15,000	17,400	20,000
Utilidad netaⁿ anual (\$/ha)	8,250	10,440	13,000
Utilidad netaⁿ mensual (\$/ha)	687.5	870	1,083
Precio promedio de venta (\$/kg)	3.0	3.0	3.0
Valor de la producción acumulada (\$/ha)	180,000	208,800	240,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	22,500	26,100	30,000

Fuente: *Ibíd.*

Fertilización.- De acuerdo con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el año 2000 sólo el 20 % de los magueyeros fertilizaban con estiércol. La aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo del maguey, se ha incrementado a en

⁴³ Con base en el Plan Rector Maguey-Mezcal Oaxaca 2014, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Universidad Autónoma de Chapingo, Dr. Santos Martínez Tenorio (Director del Proyecto), 84 pp.

los últimos 10 años debido a la gran expectativa que se ha creado por el incremento de la demanda y precios ante la presencia de compradores del estado de Jalisco. Los datos que se tienen hasta el año 2004, el 52 % de los productores de maguey aplica algún fertilizante; de estos, el 80 % aplica fertilizante orgánico y el 20 % restante aplica fertilizante químico, aunque la cantidad aplicada resulta insuficiente para el buen desarrollo del maguey; la dosificación y frecuencia de aplicación se da más en función del interés en el cultivo y de las posibilidades económicas del productor, que de las recomendaciones técnicas⁴⁴. “La condición de pobreza de los suelos de las zonas magueyeras, agravada por la rápida pérdida de suelos y nutrientes por la erosión hídrica ocasionada por las formas de siembra inadecuadas en terrenos de pendiente pronunciada, hacen necesaria la fertilización del maguey para obtener piñas de más peso y con mayor contenido de azúcares reductores”.⁴⁵

Asimismo, otro problema que enfrenta la producción del producto, es la venta a granel, además de un porcentaje embotellado con y sin marcas, donde los envasadores o intermediarios lo acopian, lo homogeneizan y lo envasan como un solo producto, provocando una ausencia de diferenciación y reconocimiento de la calidad de buenos mezcales (Noriega, 2009). Las formas, procesos y técnicas de producción del cultivo del agave mezcalero, han sufrido cambios a lo largo del tiempo, así como las variables y relaciones asociadas con la sociedad, la economía y el medio ambiente⁴⁶. El mantenimiento natural o recuperación deseable que el medio ambiente debe tener, se ve afectado por altos costos de manejo que la sociedad hace de él.

El empleo de los fertilizantes orgánicos data de varias décadas, siendo una práctica común en las poblaciones donde el cultivo es más tradicional (p. Ej. del valle de Tlacolula); son los pequeños productores los que más los utilizan, consiste en aplicar estiércol de ganado bovino y caprino, propio o comprado, en cantidades variables según su disponibilidad; la cantidad aplicada fluctúa entre los 0.5 a 2 Kg. Por planta según su edad, predominando la aplicación por una única vez (57

⁴⁴ México, SAGARPA, *Ídem*.

⁴⁵ Con base en el Plan Rector Maguey-Mezcal, 2004, Capítulo 3.1.1.2., Fertilizantes orgánicos y químicos, pp.10-11, 179 pp.

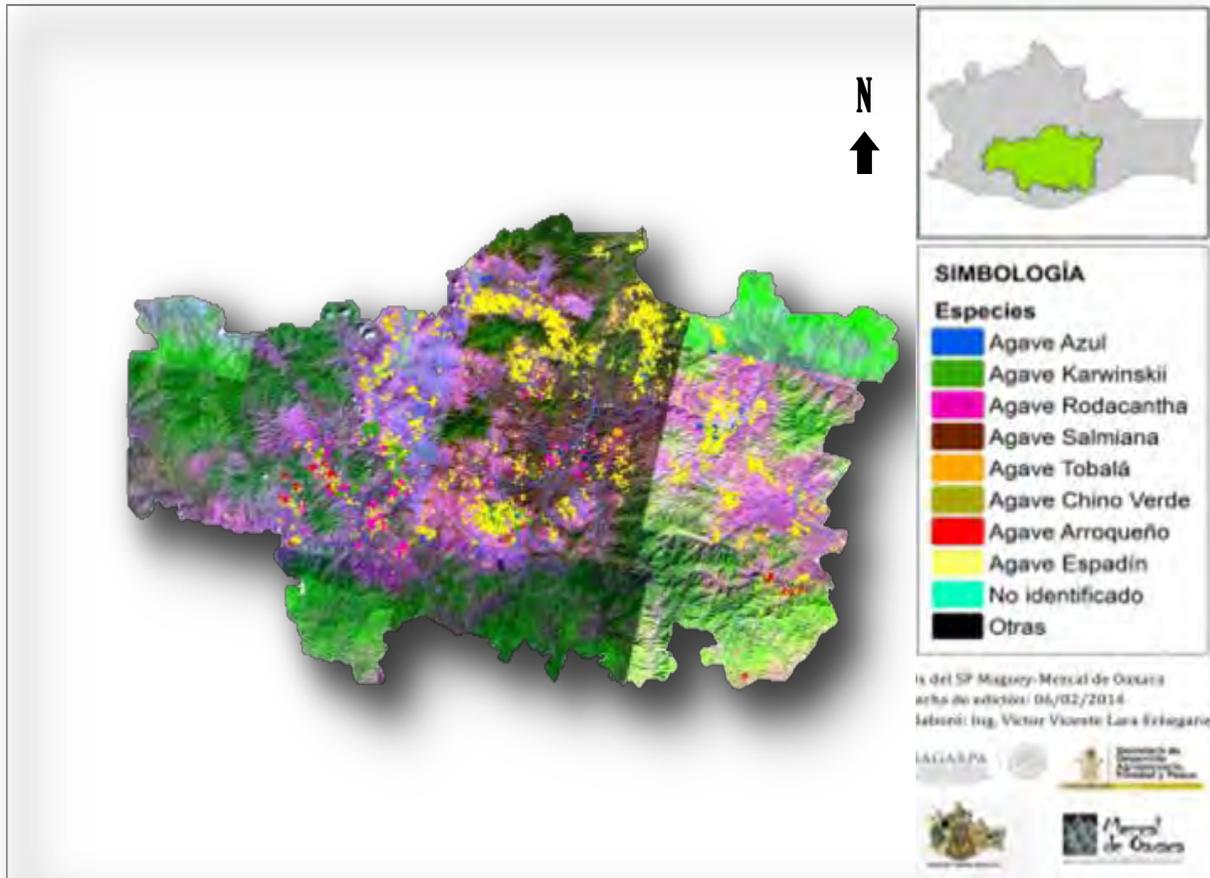
⁴⁶ El medio ambiente se refiere al medio natural de los ecosistemas, formado por todos los seres vivos del planeta en su biodiversidad y el espacio físico donde se interrelacionan; incluyendo la flora, fauna, bosques, agua, aire y tierra. Ehrlich, Paul; Walker, Brian "Rivets and Redundancy". American Institute of Biological Sciences. BioScience, vol.48 no. 5. Mayo de 1998. 387 págs.

% de los productores que lo aplican). Los fertilizantes químicos que comúnmente se utilizan son: la Urea (46-00-00); el (18- 46-00); y el Sulfato de Amonio (20.5-00-00), este último por ser el más barato y por encontrarse más fácilmente disponible en el mercado, es el más utilizado por los productores. En cuanto a la forma de utilización, solo el 10 % del total de productores los aplican, y el 25% de estos los aplican cada año, durante los primeros 3 a 4 años; el 75 % lo aplica al maguey solo una vez, en ambos casos, en dosis de unos 50 gramos por planta (lo que permite la palma de la mano).

El empleo de los herbicidas se ha incorporado en la última década y su utilización aún es incipiente, pero tiende a incorporarse como práctica de cultivo por las ventajas que le representan a los productores con mayor superficie en relación con los tiempos y costos del deshierbe mecánico y manual ante la escasez de mano de obra; sin embargo su alto costo y el desconocimiento del uso adecuado de estos productos, ha restringido su uso. El herbicida más utilizado es el Glifosfato de la marca “FAENA” de Monsanto, herbicida sistémico post - emergente, aplicado tanto en zacates como en hierba de hoja ancha.

Denominación de origen.- La producción está protegida bajo la Norma Oficial Mexicana (NOM) 070-SCFI-1994 de denominación de origen y regulada a través del Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM) el cual certifica los procesos de producción. El producto se obtiene a través de la destilación de los jugos extraídos de algunas variedades de agave en el proceso de cocción de los mostos fermentados, generando una bebida que va de los 40° a los 55° Gay-Lussac (g. L.). El mezcal se produce tanto, de manera industrial, como artesanal. Se considera industrial cuando se incorporan tecnologías innovadoras, materiales o herramientas eléctricas o electrónicas, depositarios de acero, autoclaves eléctricas, procesos químicos controlados y procesos electrónicos de vaciado y embotellado. Véase la siguiente Ilustración, acerca de las especies de agave producidas en Oaxaca.

Ilustración 11: Especies de agave producidas en regiones productoras de Oaxaca⁴⁷



Fuente: Adaptación, con base en UACH, Regiones Productoras de Maguey Mezcal en Oaxaca, 2011.OEIDRUS.

Es artesanal cuando su proceso de producción se elabora de manera tradicional, conservando su carácter rural e histórico, mantiene la relevancia cultural de diversas zonas del país, así como por la tecnología artesanal que utiliza, es realizada en Palenques. Estos Palenques cuentan con un horno de piedra en suelo, un área circular de macerado rústico, con una piedra que es tirada o

⁴⁷ Los colores amarillo y anaranjado, de los Agaves Espadín y Tobalá, respectivamente, representan el estudio de esta investigación.

jalada por burros o caballos, un área de barriles de roble para la fermentación, un alambique de cobre o barro para el depósito de los mostos fermentados y un serpentín de cobre sumergido en una pileta con agua fría para la destilación y obtención final del licor de agave, llamado mezcal. En estos Palenques, se utiliza la biomasa forestal, ya que se usa como leña, en un 40 o 50 % para la producción del mezcal, siendo éste en muchas ocasiones, el único elemento de combustión, accesible y barato, por la lejanía de otras fuentes de abastecimiento. El carácter rural está dado por la cercanía a las fuentes de abastecimiento, es decir, el cultivo del maguey. Las tierras donde se cultiva el agave, generalmente son áridas y pobres dificultando su desarrollo. La producción de mezcal en muchas partes, es el resultado de conocimientos transmitidos de generación en generación principalmente indígenas, y su elaboración y consumo tienen un significado místico.

A pesar de que han incorporado nuevos elementos para mejorar la elaboración del destilado de agave, conservan la esencia del sistema aprendido siglos atrás. Por estas características, se desprende que el proceso de producción es artesanal y a los centros productores se les conoce como Palenques o trapiches. Con respecto a la mano de obra, debido a las dimensiones tecnológicas y económicas, los Palenques no necesitan de la contratación de personal ajeno al núcleo familiar, o sólo por temporadas o utilidades distintas que le den a la tierra.

3.7.2 Oaxaca, principal estado productor de mezcal

Las características principales del estado de Oaxaca, son las siguientes:

Superficie.- El estado de Oaxaca (México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI, 2010), cuenta con una superficie continental de 93,793.33 km². Se localiza al sureste del país. El clima es cálido subhúmedo y cálido húmedo, principalmente. La temperatura media anual es de 22 °C y una precipitación media de 1,550 mm.

Población.- La población total de Oaxaca es de 3 801 962 personas, de las cuales el 52.2% son mujeres y el 47.8% hombres. Lo anterior, según el Censo de Población y Vivienda 2010. El 77% de la población se encuentra en áreas urbanas. Asimismo, un dato muy relevante, es que el 52% de la población es rural (CONAPO, 2010); y la migración se ha ido instalando como una práctica sociocultural que ha ido favoreciendo el fortalecimiento de sistemas productivos tradicionales, en algunos casos (Ríos, 2012).

Educación.- En el periodo 2011-2012, tuvo un grado promedio de escolaridad de 7.0% por debajo del promedio nacional que es de 8.8%, y un alto índice de analfabetismo (16.6%) en comparación al total nacional (6.4%) (México, 2011).

Economía.- El Producto Interno Bruto (PIB) de Oaxaca en 2014 representó el 1.64% con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo un incremento del 3.33%⁴⁸. De acuerdo con el Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAE), en el tercer trimestre de 2013, Oaxaca registró un incremento en el índice de actividad económica de 4.0% con respecto al mismo periodo del año anterior. Por grupo de actividad económica⁴⁹, las actividades primarias, secundarias y terciarias, registraron una variación anual de 0.1%, 7.6% y 2.5%, respectivamente. Según datos del Censo Económico 2009, se cuenta con 144 372 Unidades Económicas, las cuales emplean a 405 228 personas, que representan el 2.0% del total del personal ocupado en nuestro país⁵⁰. Al tercer trimestre de 2013, la Población Económicamente Activa (PEA) ascendió a 1 676 860 personas de 14 años y más, lo que representa un 44% de la población total de Oaxaca. Del total de la PEA, el 97.1% está ocupada y el 2.9% desocupada⁵¹. Entre las principales actividades se encuentran: servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (18.75%); comercio (14.76%); construcción (14.67%); industrias manufactureras (13.37%). Juntas representan el 61.54% del PIB estatal⁹. Los sectores estratégicos son: agroindustria, turismo, productos de madera, textil, energías renovables, productos para construcción y metalmecánica (minería¹⁰). Como actividad primaria, el cultivo del mezcal en Oaxaca es relevante por la economía que genera; y se resalta su importancia, por ser el principal productor de agave artesanal.

La suma nacional total en hectáreas productoras de agave es de 330 000, con 9 000 productores y la generación de 29,000 empleos (México, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2012). Existen 625 fábricas de mezcal a nivel nacional con alrededor de 150 marcas y 78 certificadas. De esta actividad existe una industria con grandes

⁴⁸ México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2014, "PIB Oaxaca, Participación Nacional", s.p.

⁴⁹ La agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza, son actividades referidas como primarias. Las secundarias, a la industria de la minería, manufacturas, construcción y electricidad. El comercio, transportes, correos y almacenamiento entre otras, son actividades terciarias.

⁵⁰ Con base en INEGI, 2009.

⁵¹ Con base en INEGI, 2013.

posibilidades de seguir una proyección de subproductos, como es la producción de jarabes e inulina. Actualmente existen 5 plantas dedicadas a ello⁵². Antes de mostrar datos a nivel nacional, considero importante resaltar el volumen y valor que representan las exportaciones para México, en el rubro de bebidas alcohólicas destiladas. Ver Tabla 17.

Tabla 17: Principales exportaciones de México en 2011.

Posición	Producto	Cantidad (t)	Valor (\$1,000 M.N)	Valor unitario (\$M.N/t)
1	Tomates	1'493,316	24,491,843	16,405
2	Cerveza de Cebada	2'148,331	23,660,873	11,011
3	Azúcar Refinada	1'123,175	11,512,146	10,250
4	Bebidas Alcohólicas Destiladas	182,107	11,285,252	61,968
5	Aguacates	347,209	10,386,299	29,919
6	Alimentos preparados	233,735	7,819,497	33,453
7	Café verde	112,452	7,798,073	69,340
8	Chiles, pim. pic., pim. (verde)	699,657	7,451,969	10,648
9	Pastelería	309,347	7,360,561	23,788
10	Chocolate	242,085	7,094,000	29,299

Fuente: UACH con base en <http://faostat.fao.org>.

De estos productos (bebidas alcohólicas destiladas) resulta muy interesante, observar las exportaciones de agave que México ha realizado a diferentes países. Ver Tabla 18.

⁵² De acuerdo con el estudio: “Magüey Mezcal Regiones Productoras de Oaxaca 2011”, que publicó la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Oaxaca (OEIDRUS) con datos de 2010, existían para este año 4,335 productores de magüey distribuidos en los distritos que componen la denominada “Región del Mezcal”, correspondientes a 84 municipios y 279 localidades. Sin embargo, habrá que agregar los que se ubican en las regiones de la Mixteca y Sierra Norte.

Tabla 18: Exportaciones de bebidas alcohólicas destiladas de México

País	Volumen (litros) de mezcal 100% agave exportado							Porcentaje que representa
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Periodo 2008-2013	
USA	241,744	242,627	345,126	298,710	445,645	363,220	1'937,071	56
México (Zona Franca)	44,178	31,390	49,666	57,497	83,623	62,952	329,305	10
Australia	69,837	28,541	57,933	47,172	55,002	46,069	304,553	9
Chile	34,248	31,293	52,050	65,280	62,744	33,750	279,365	8
Inglaterra	3,890	8,557	12,217	9,602	21,301	22,180	77,747	2
España	27,837	29,321	28,536	27,104	20,854	15,334	148,986	4
Francia	25,118	7,140	232	32,381	5,212	9,727	79,809	2
Canadá	2,970	1,135	3,609	7,271	18,902	9,292	43,178	1
Alemania	1,140	414	1,450	3,109	5,388	6,488	17,988	1

Fuente: UACH, con base en información del COMERCAM 2013.

En este contexto, a continuación se hace un análisis de la producción de agave a nivel nacional (Tabla 19), a nivel estatal (Tabla 20) y a nivel municipio (Tabla 21), donde se lleva a cabo la presente investigación (Oaxaca, 2012). En los últimos cinco años, México ha producido un promedio de 1 526 000.28 toneladas de agave a nivel nacional, con un incremento del 10.51% con respecto al año 2012 y un valor promedio –en miles- de \$1 853 166.99 pesos (ver Tabla: 1). Los siete estados productores de agave mezcalero con denominación de origen (Mezcal NOM-O70-SCFI-1994) son: Oaxaca, Guerrero, Guanajuato, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas y Tamaulipas; así como recientemente el octavo, correspondiente al estado de Michoacán, según modificación a la declaración general de protección de la denominación de origen mezcal⁵³. A continuación, observe la producción nacional de agave, en la Tabla 19.

⁵³ Diario Oficial de la Federación del 22 de noviembre de 2012, s.p.

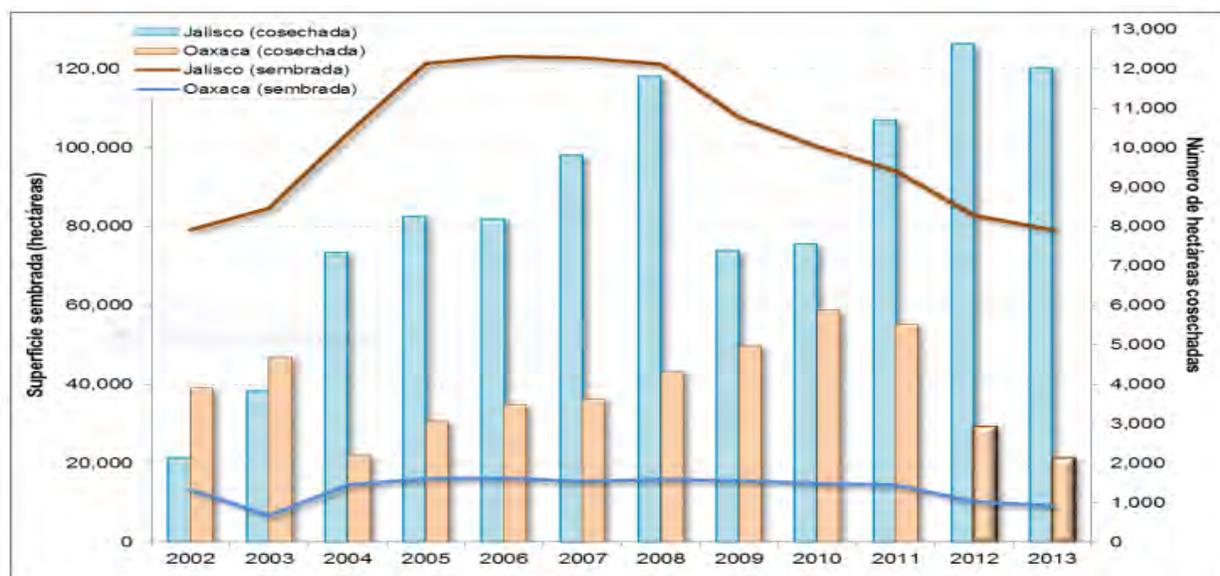
Tabla 19: Cierre de la producción agrícola por cultivo.

PRODUCCION AGRICOLA							
Ciclo: Ciclicos y Perennes							
Modalidad: Riego + Temporal							
Nacional							
Año	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
2012	AGAVE	137,626.27	19,876.07	1,686,337.41	84.84	1,258.54	2,122,317.95
2011	AGAVE	165,310.38	19,731.10	1,703,852.61	86.35	1,132.30	1,929,264.06
2010	AGAVE	162,388.89	15,880.20	1,246,790.13	78.51	1,013.21	1,263,266.44
2009	AGAVE	165,475.10	15,321.47	1,197,943.03	78.19	1,086.32	1,301,355.16
2008	AGAVE	181,575.15	19,032.14	1,795,078.20	94.32	1,476.05	2,649,631.35

Fuente: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>

A continuación, se resalta la relevancia del comportamiento de la producción del agave, tanto en Jalisco como en Oaxaca, al año 2013, y de las consecuentes problemáticas. Ver ilustración 12.

Ilustración 12: Comportamiento de la producción de agave Jalisco y Oaxaca (2002-2013)



Fuente: UACH 2014, con base en SIACON-SIAP 2014.

La producción en Oaxaca en los últimos cinco años, ha tenido un promedio de 288 043.22 toneladas de agave, con un decremento del 38.07% con respecto al año 2012 y un valor promedio –en miles- de \$315 379.96 pesos (ver Tabla 20).

Tabla 20: Cierre de la producción agrícola por estado y cultivo.

PRODUCCION AGRICOLA							
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2012							
Modalidad: Riego + Temporal							
Oaxaca							
Año	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
2012	AGAVE	10,288.75	2,917.38	178,396.56	61.15	1,163.81	207,619.60
2011	AGAVE	14,516.01	5,529.00	329,411.79	59.58	913.1	300,786.66
2010	AGAVE	14,759.00	5,874.00	356,402.44	60.68	935.05	333,253.48
2009	AGAVE	15,442.00	4,970.00	306,742.00	61.72	1,200.46	368,231.64
2008	AGAVE	15,886.00	4,322.64	269,263.30	62.29	1,363.01	367,008.43
Fuente: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/							

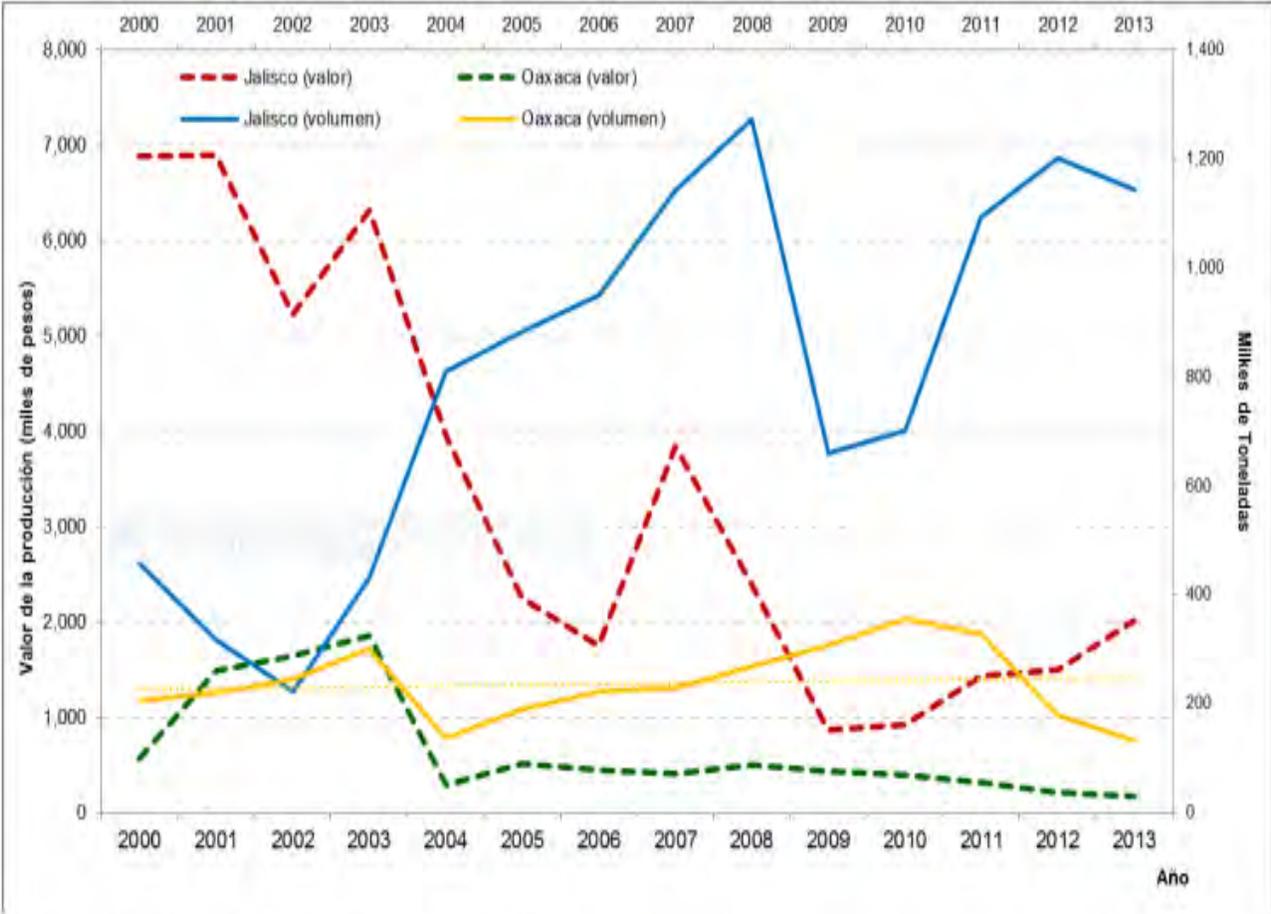
Sin embargo la producción en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, en los últimos cinco años, ha tenido un promedio de 4 604.97 toneladas de agave y un incremento del 15.42% con respecto al año 2012 y un valor promedio –en miles- de \$4 472.31 pesos, con un incremento del 60.33% con respecto al mismo año (ver Tabla 21).

Tabla 21: Cierre de la producción agrícola por estado, municipio y cultivo.

ESTADO OAXACA							
Municipio: Santiago Matatlán							
Ciclo: Cíclicos y Perennes 2012							
Modalidad: Riego + Temporal							
Año	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
2012	AGAVE	388	86	5,315.20	61.8	1,349.04	7,170.42
2011	AGAVE	425	123	7,078.65	57.55	628.52	4,449.07
2010	AGAVE	425	9	531	59	660	350.46
2009	AGAVE	418	18	1,080.00	60	1,270.00	1,371.60
2008	AGAVE	552	164	9,020.00	55	1,000.00	9,020.00
Fuente: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/							

Es importante resaltar, el análisis del comportamiento de la producción de agave en los últimos años. Ver Ilustración 13.

Ilustración 13: Volumen y valor de la producción; tendencias de agave (2002-2013)



Fuente: UACH 2014, con base en SIACON-SIAP 2014.

Asimismo, la comparación de los datos de producción de agaves mezcaleros por estado, refleja la importancia del estado de Oaxaca. Ver Tabla 22.

Tabla 22: Valor de la producción de agaves mezcaleros (2000-2013)

Estado	2009	2010	2011	2012	2013
Oaxaca	441,225	400,583	319,925	207,620	172,923
Michoacán	0	1,016	59,765	42,968	72,999
Puebla	34,509	30,369	35,494	31,311	31,872
Jalisco	8,419	57,698	646	10,400	15,205
Guerrero	7,914	7,950	7,737	3,761	6,217
Durango	0	0	0	3,000	
San Luis Potosí	0	0	745	1,692	0
Total	492,066	497,617	424,716	301,250	299,510

Fuente: UACH 2014, con base en SIACON-SIAP 2014.

Nota: Las filas sombreadas corresponden a los estados que cuentan con la DOM.

Como dato relevante, la región de Santiago Matatlán, Oaxaca⁵⁴, aporta más del 90% de la producción mezcalera estatal⁵⁵, ya que posee aproximadamente el 70% de las fábricas tradicionales estatales de mezcal y el 80% de las marcas comerciales. Dada esta importancia en la producción de mezcal del estado, a continuación se muestra un análisis de este cultivo realizado por SAGARPA, en el cual reflejó diversos indicadores por los valores sociales, ambientales y comerciales que representan para el Maguey-Mezcal, con datos hasta 2011⁵⁶, y son tomados en cuenta en la presente investigación (ver Tabla 23).

⁵⁴ El estado de Oaxaca cuenta con la Denominación de Origen del Mezcal (DOM)

⁵⁵ El presidente del Sistema Producto Maguey Mezcal, Pedro García Vásquez dijo el 19 de noviembre de 2015, que existe un déficit de 40 mil hectáreas del maguey para producir esta bebida. Texto original de Agencia Quadratín. Todos los Derechos Reservados©2014. Éste artículo fue publicado por Agencia Quadratín en la siguiente dirección: <<https://oaxaca.quadratin.com.mx/Piden-mezcaleros-mas-apoyos-para-la-siembra-de-maguey/>>, s.p.

⁵⁶ Se puede consultar en, SAGARPA. 2º. Informe de Labores 2013-2014. Cultivos Agroindustriales.

Tabla 23: Indicadores del cultivo agroindustrial Maguey-Mezcal en el país.

Valor social	Valor ambiental	Valor comercial	Marcas	Indicadores económicos
Alternativa rentable para 9 mil productores, en 7 estados de la República. Generación de 29 mil empleos directos e indirectos	30 variedades de agaves nativos, son mayormente utilizados para producir mezcales. Las plantas de agave conservan y restauran los ecosistemas.	El precio en planta para venta nacional ha aumentado en más de 350%, por lo que se generan mayores márgenes de ganancia para los productores.	Incremento de 23 a 76 marcas en 2011, representando un 330%.	330 mil hectáreas de agave 15 mil productores 29 mil empleos 625 fábricas 65 empresas 103 marcas certificadas 335 asociados a COMERCAM 121% incremento en volumen, exportaciones. 490% incremento en valor, exportaciones.

Fuente: Elaboración con datos de SAGARPA 2013.

En la Tabla 24, se presentan las formas y características de producción de mezcal más comunes⁵⁷. La producción artesanal-tradicional, es el objeto de este estudio (Blomberg, 2001).

⁵⁷ Para el caso del mezcal elaborado por métodos tecnificados (industrial), existen tres plantas industriales, que, en orden de importancia, son: Casa Armando Guillermo Prieto, Benev y Fandango. Plan Rector Maguey Mezcal. Estado de Oaxaca. Octubre 2014. SAGARPA/UACH.

Tabla 24: Formas de producción del agave mezcalero

Formas de producción/actividad	Producción artesanal	Producción tradicional	Producción moderna
Especie (s) de agave	Varias, sobre todo las silvestres	Una sola, preferentemente el espadín (agaveangustifolia haw)	Uso exclusivo de maguey espadín
Cocimiento	En horno de tierra	En horno de piedra o tierra	En horno de piedra o autoclaves
Molido o triturado	Con mazos de madera o de piedra	En molinos con rueda de piedra jalada por bestias de tiro	Con desgarradoras mecánicas
Fermentación	En cueros de res, ollas de barro o canoas	En tinas de madera fabricadas ex profeso	En recipientes cilíndricos de acero
Destilación	En ollas de barro con carrizo como tubería	En alambiques de cobre con el uso de leña	En alambiques de cobre o acero de mayor capacidad con uso de leña o gas
Producción	Muy pequeña. Su uso se reserva para las fiestas patronales, normalmente no se comercializa	Para consumo casero y comercial	Eminentemente comercial
Características del mezcal	Inmejorable. Sabor suave y complejo. Olor característico. No produce resaca	De buena calidad. Fuertes variaciones en sus características en función del toque particular que cada productor le imprime	De buena calidad, sin grandes variaciones en sus características, con sabores menos complejos y aromáticos
Productores	Indígenas zapotecos, generalmente alejados de las vías de comunicación principales	Principalmente indígenas zapotecos cercanos a las vías de comunicación y a los centros urbanos	Indígenas y mestizos que viven cerca de los centros urbanos más importantes
Nivel de marginación de las comunidades	Alto y muy alto	Medio y alto	Bajo y medio

Fuente: Adaptación de Tequila, Mezcal y Pulque⁵⁸

De total de agroindustrias productoras de mezcal en Oaxaca registradas ante el COMERCAM, las siguientes son consideradas por este organismo como fábricas productoras de mezcal a nivel industrial, el resto son consideradas dentro del grupo denominado fábricas artesanales o Palenques⁵⁹:

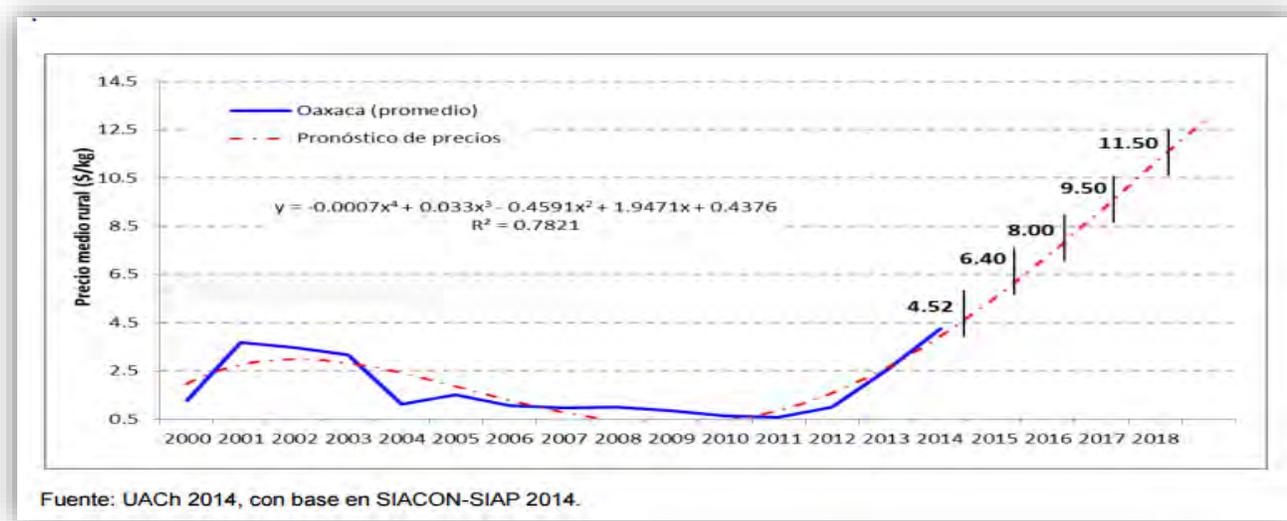
⁵⁸ Con base en, Lennart Blomberg, *Tequila, Mezcal y Pulque; lo auténtico mexicano*, Ed. Diana, 2000, 314 pp.

⁵⁹ Con base en, Dr. Alfredo Ruiz Martínez y M.C. Urbano Gustavo Curiel Avilés, Diagnóstico del Sistema Producto Maguey Mezcal en el estado de Oaxaca, 2013, 18º Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México, AMECIDER, 2013.

- Corporación Licorera del Sur, S.A. de C.V. Ubicada en Santiago Matatlán.
- Mezcal Benevá S.A. de C.V. Ubicada en carretera Oaxaca-Istmo en Macuixochitl.
- Scorpion mezcal S.A. de C.V. Ubicada en San Agustín de las juntas.
- Destiladora de mezcal Matateco S.A. de C.V. Ubicada en Tlaxiact de Cabrera.
- Casa Armando Guillermo Prieto S.A. de C.V. Ubicada en carretera Oaxaca-Istmo en Tlacolula.

Con respecto a un análisis de precios del agave mezcalero en el estado de Oaxaca, éstos han cambiado durante el periodo 2000- 2014. Se estima que las afectaciones de estos precios, se deben a diversos factores, uno de los más relevantes y evidentes, es la intervención en la adquisición de maguey por parte de compradores de Jalisco, quienes han provocado distorsiones en el precio de esta materia prima en años recientes. Este análisis se ve reflejado tras el periodo 2005-2011; en el cual el precio de maguey se fue a la baja, haciendo que cientos de productores abandonaran sus plantaciones. Pero, a partir de 2012, este precio se ha venido incrementando debido a las compras realizadas por ciertas industrias provenientes de Jalisco, que buscan abastecer la creciente industria de mieles e fructoligosacáridos; lo que se traduce en un incremento considerable en el precio del maguey para los próximos años. A continuación se presenta un análisis de pronóstico de precios por kilogramo de piña de agave. Ver Ilustración siguiente.

Ilustración 14: Precio medio rural y pronóstico de precios por kg de piña de agave mezcalero Oaxaca, 2000-2018



A continuación se muestra un resumen anual de los costos de producción, en los que se incurre en la elaboración del mezcal. Ver Tabla 25.

Tabla 25: Resumen anual de costos de producción

Concepto	Resumen de costos (\$)							
	Tipo de terreno			Superficie		Costos generales		
	Ladera	Lomerío	Plana	Mayor a 5 hectáreas	Menor a 5 hectáreas			
Promedio Año 1	13,425	19,765	16,083	16,220	19,900	17,201		
Promedio Año 2	3,460	3,320	3,204	3,159	3,630	3,285		
Promedio Año 3	3,300	4,140	4,329	4,195	3,900	4,116		
Promedio Año 4	5,000	3,517	3,371	3,300	4,600	3,647		
Promedio Año 5	4,000	4,230	3,600	4,051	2,850	3,784		
Promedio Año 6		1,200	2,475	2,220		2,220		
Promedio Año 7	1,800	11,380	3,060	6,267	8,800	6,727		
Promedio Año 8	21,600	21,616	14,346	16,628	21,355	17,979		
Promedio Año 9	11,700	14,000	11,613	10,113	15,467	11,898		
Costo total promedio	49,685	59,848	48,019	50,705	59,210	52,973		
Densidad de plantas	1,600	2,017	1,543	1,682	1,900	1,500	1,740	2,000
Costo promedio por piña	33.3	37.9	32.6	34.0	37.1	35.3	30.4	26.5
Costo promedio por kilogramo de acuerdo a la densidad (a diferentes pesos de piña)								
Piñas de 30 kg	1.1	1.3	1.1	1.1	1.2	1.2	1.0	0.9
Piñas de 40 kg	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7
Piñas de 50 kg	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5
Piñas de 60 kg	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4
Piñas de 70 kg	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4

Fuente: UACH 2014, con base en entrevistas aplicadas a productores de maguey del estado de Oaxaca.

Los costos de producción promedio por litro de mezcal en alambique (considerando los de Miahuatlán) representan los siguientes. Ver Tabla 26.

Tabla 26: Costos de producción promedio Lt /mezcal, en alambique

Distrito	Certificado				No certificado			
	Costo promedio (\$)	Rendimiento promedio (kg/litro)						
	(45% Alc. Vol.)		(50% Alc. Vol.)		(45% Alc. Vol.)		(50% Alc. Vol.)	
Ocotlán	41.1	8	45.5	9	38.6	9	42.7	10
Tlacolula	32.8	8	36.3	9	27.8	9	30.8	10
Miahuatlán	36.9	8	40.9	9	28.4	9	31.5	10

Fuente: UACH 2014, con base en entrevistas aplicadas a productores de mezcal del estado de Oaxaca.

Asimismo, los costos de producción promedio por litro de mezcal en olla de barro, representan los siguientes.

Tabla 27: costos de producción promedio Lt /mezcal, en olla de barro

Distrito	Certificado				No certificado			
	Costo promedio (\$)	Rendimiento promedio (kg/litro)						
	(45% Alc. Vol.)	(50% Alc. Vol.)						
Sola de Vega	88.8	19	98.5	21	66.2	19	73.4	21

Fuente: UACH 2014, con base en entrevistas aplicadas a productores de mezcal del estado de Oaxaca.

Ahora bien, la rentabilidad por hectárea de maguey para cualquier productor, representa el premio o incentivo a su trabajo, y éste, es el reflejo de diferentes densidades de maguey en diferentes plantíos. Véase la tabla siguiente.

Tabla 28 : Utilidades netas de agave en diferentes densidades de plantación

Indicador	Densidades de plantaciones		
	1,500	1,740	2,000
Costos de producción (\$/piña de maguey)	35.3	30.4	26.5
Rendimiento esperado ¹ (kg/ha)	60,000	69,600	80,000
Precio promedio de venta (\$/kg)	2.0	2.0	2.0
Valor de la producción acumulada (\$/ha)	120,000	139,200	160,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	15,000	17,400	20,000
Utilidad neta¹ anual (\$/ha)	8,250	10,440	13,000
Utilidad neta¹ mensual (\$/ha)	687.5	870	1,083
Precio promedio de venta (\$/kg)	3.0	3.0	3.0
Valor de la producción acumulado (\$/ha)	180,000	208,800	240,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	22,500	26,100	30,000

Fuente: UACH, con base en entrevistas e información de campo 2014

Finalmente, el valor de la producción acumulado (valor obtenido en el periodo que dura la plantación) y anual (valor acumulado entre el número de años de la planta hasta su cosecha), se muestra a precios entre 2 y 3 pesos por kilogramo de piña de agave, a un peso promedio de 40 kilogramos por piña. Véase la siguiente Tabla.

Tabla 29: Valor de la producción de agave con diferentes niveles de precio.

Indicador	Densidades de plantaciones		
	1,500	1,740	2,000
Rendimiento esperado ^{/1} (kg/ha)	60,000	69,600	80,000
Precio promedio de venta (\$/kg)	2.0	2.0	2.0
Valor de la producción acumulada (\$/ha)	120,000	139,200	160,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	15,000	17,400	20,000
Precio promedio de venta (\$/kg)	3.0	3.0	3.0
Valor de la producción acumulada (\$/ha)	180,000	208,800	240,000
Valor de la producción anual (\$/ha)	22,500	26,100	30,000

Fuente: UACH, con base en entrevistas e información de campo.
/1 considerando un peso promedio de 40 kilogramos por piña

3.7.3 Producción artesanal del agave mezcalero, región de Santiago Matatlán, Oaxaca

El vocablo mezcal, proviene del náhuatl *mexcalli*, que significa “pencas de maguey cocidas”; de *metl* “maguey” e *ixcalli* “cocido” y en la actualidad son tres sus significados más comunes, al conocerlo como nombre genérico de algunas especies de maguey o agave en el norte de México, como un alimento que se obtiene de la cocción de sus tallos y como el nombre muy bien identificado de bebida alcohólica espirituosa o iniciadora, la cual cuenta con certificado de origen para ocho estados del país (Oaxaca, Michoacán, Guerrero, Guanajuato, Durango, Zacatecas, San Luís Potosí y Zacatecas) y su producción está regulada por la Norma Oficial Mexicana (NOM) 070-SCFI-1994.

La producción artesanal (hecha de manera manual) del agave mezcalero, es considerada un “ritual”, tanto por su forma de producción como por la cultura prehispánica que la antecede, desde

la época Náhuatl hace más de 1,200 años y hasta la conquista española en 1521. También se dice que esta bebida llegó en la época colonial con el arribo de los alambiques provenientes de barcos filipinos donde se destilaban bebidas de coco y palma. Así como en la antigüedad, la fabricación del mezcal se produce con el corazón de la piña del agave o maguey, existiendo más de 200 especies de agave, pero sólo de 14 de ellas aproximadamente, se produce mezcal –de acuerdo con la norma citada- y la tradición ancestral de su producción, conserva el proceso artesanal siguiente⁶⁰:

- a) *Siembra*.- Los agaves cultivados (Saldaña, 2012) son sembrados a partir de los hijuelos, semillas o bulbillos de las flores en tierras de cultivo o en las laderas del monte. Su crecimiento madura será de 6 a 15 años, dependiendo de la especie.
- b) *Corte o sacrificio*.- El inicio del ritual comienza jimando o cortando las pencas de los agaves (brazos de los guerreros) a la edad de 8 a 10 años, dejando sólo el corazón y ser arrancada de la madre tierra y sus pencas son ofrendadas al fuego (para realizar la cocción), donde el peso aproximado de las piñas llegan a ser de 120 a 200 kilos o más.
- c) *Cocción u horneado*.- Los corazones o piñas se parten y se preparan para ser introducidas en un horno cónico artesanal en el suelo, el cual abierto en un promedio de 2 a 3 metros de diámetro y una profundidad de 3 metros aproximadamente, en donde se calientan piedras volcánicas dentro de él, con la quema de leña y de las pencas del agave. Una vez que se alcanza la temperatura suficiente o necesaria, se meten las piñas de agave enteras o en pedazos. El horno se tapa con petates y encima se pone tierra y piedras para sellarlo. En un promedio de 3 a 5 días, el agave está cocido. Este procedimiento es típico en zonas del centro y sur del país.

Los proveedores de la leña empleada por los palenqueros durante las operaciones de horneado y destilación, proviene de la compra de la misma o de su recolección en predios forestales. Generalmente dicha leña carece de un certificado avalado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para su aprovechamiento. Esto ha

⁶⁰ Con base en la "NOM-070-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Mezcal-Especificaciones", DOF.4/06/1997, Especificaciones 4.4, y Clasificación 5, s.p.

ocasionado que esta actividad carezca de sustentabilidad y que cada día sea más costoso obtener este insumo. La recolección de leña es más frecuente en regiones con gran cantidad de este recurso, en donde es común la utilización de leña muerta. Sin embargo, en otras regiones con mayores dificultades para su obtención, los palenqueros ya la empiezan a sustituir por gas LP, en especial para la destilación. Hasta ahora no existen esquemas de colaboración entre los eslabones de palenqueros y proveedores de leña de plantaciones forestales comerciales para el abastecimiento de este insumo. Por lo que si se desea mejorar el grado de sustentabilidad de la producción de mezcal, es necesario promover la colaboración entre estos dos actores. Algunos productores adquieren leña en aserraderos, ya sea aquella que queda de desecho o las cortezas de los árboles, como una opción barata de obtener y fácil de conseguir. Este tipo de insumo se emplea principalmente para la destilación, pues se sigue prefiriendo leña para la cocción del maguey⁶¹.

- d) *Molienda*. - En la molienda, se desgarran las fibras de los corazones o piñas, para extraer su jugo cocido. Algunos productores artesanales, separan el bagazo o fibra de las piñas, y otros no. Estos restos fragmentados de los corazones de los guerreros (agaves) se fragmentan aún más para colocarlos (ofrendarlos) en un molino de piedra, que es tirado por un caballo y en ocasiones por seres humanos para ser desgajados y macerados por el peso de la piedra rodante. Se obtiene al final, una mezcla de fibra y jugo que se utiliza para elaborar el mosto de la fermentación.
- e) *Fermentación*. - Los jugos y/o fibras del agave se ponen en tinas de madera, barro, cemento o cueros de res y que van de 200 a 500 litros de capacidad, hasta 2000 litros (en Oaxaca, normalmente), agregándoles agua (también normalmente) donde se transforman estos jugos, en un mosto fermentado con sus propios azúcares; se origina un tepache y éste genera sus propios alcoholes.
- f) *Destilación*. - El tepache de mostos fermentados, ya contienen alcoholes y una gran cantidad de otros compuestos de sabor, que formarán el mezcal. Estos mostos, son

⁶¹ Con base en Dr. Santos Martínez Tenorio, *Plan Rector Maguey Mezcal, Oaxaca, Octubre, 2014*, pp. 48.

sometidos a un proceso de calentamiento con leña o vapor de agua, logrando que los compuestos comiencen a evaporar. Su condensación se puede hacer en dos o tres etapas. En la primera etapa de la destilación se obtiene un líquido ordinario (puntas) y, en la segunda, se consigue el mezcal final (colas). Para la destilación artesanal, se utilizan: alambiques y columnas de cobre, conectados a un serpentín donde los alcoholes vaporizados se convierten en el elixir ancestral llamado mezcal. Se puede hacer una tercera destilación de este líquido final, para lograr una reducción de alcoholes y sabor más suave.

g) *Refinado*.- Este mezcal o elixir terminado no requiere de ningún proceso para ser extraordinario, sin embargo, puede ser que se someta a un abocamiento o proceso de saborización. Algunos mezcales son tradicionales de sus regiones usando frutas o hierbas locales como nances, mangos, o pechuga. Otros, están inspirados en procesos de origen europeos, donde utilizan barricas finas para su reposo. Añadir insectos como los gusanos de maguey, también tiene un efecto en el sabor y no es necesariamente positivo.

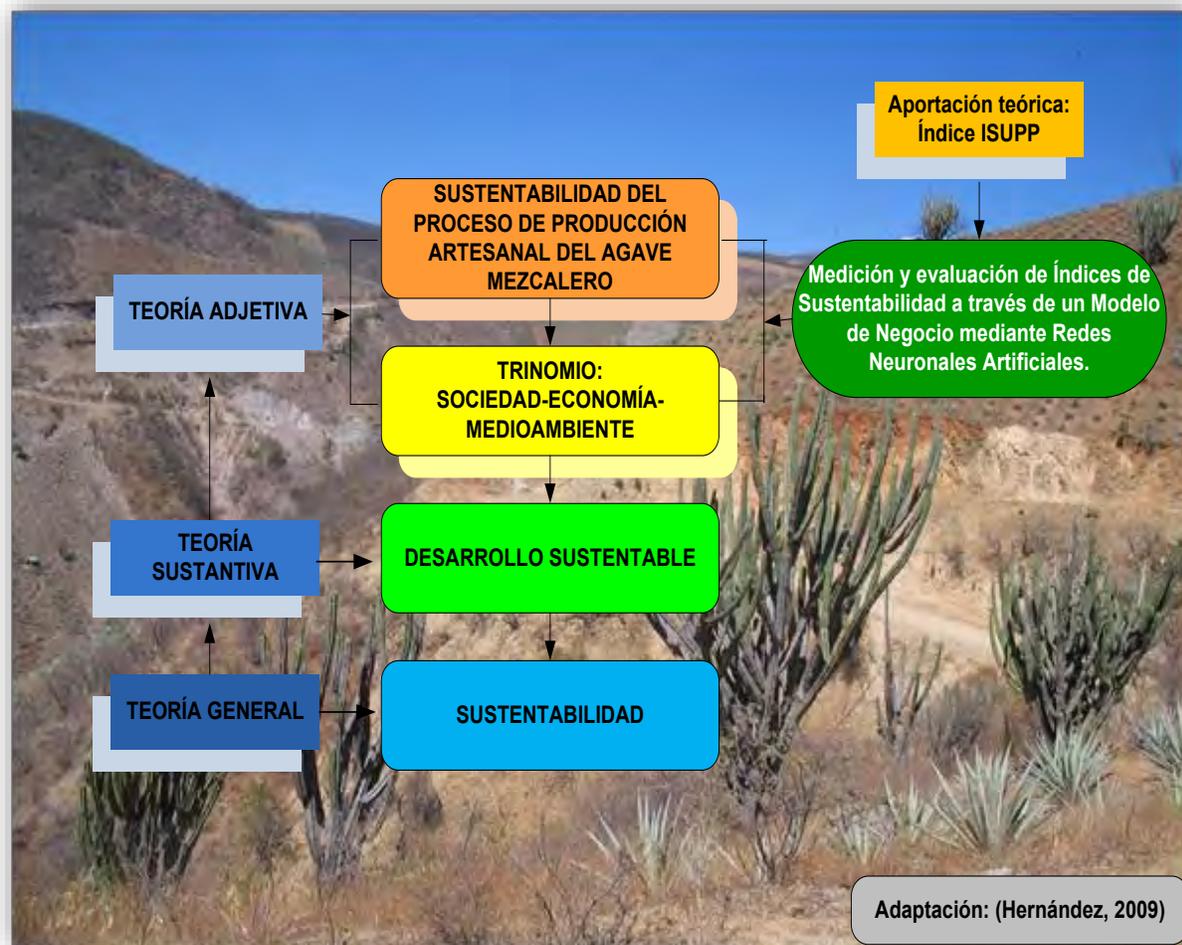
h) *Reposo*.- Finalmente, el mezcal es reposado en barricas de madera o de roble para obtener las clases: blanco, reposado y añejo, obteniendo un elixir que satisface los paladares más exigentes.

El proceso de producción artesanal, es una tradición que trata de conservar la pureza de los sabores y contenidos del agave, tanto por su región como por la propia naturaleza de la planta.

CAPÍTULO 4. Marco teórico

Este marco permitió ubicar a la presente investigación, en el contexto teórico del problema que se aborda, cristalizándolo en la siguiente Ilustración 15:

Ilustración 15: Ubicación teórica del problema



Fuente: Adaptación, con base en Moreno, H.⁶²

⁶² Con base en Dr. Arturo Moreno Hernández, *Factores Asociados a la Sustentabilidad de Agroecosistemas de Agave Azul (Agave Tequilana Weber) en la sierra de Amula Jalisco: propuesta metodológica para su medición*, Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Puebla, Pue., 2010, pp. 39, 176 pp.

4.1 Cambio climático, calentamiento global, contaminación ambiental e impacto ambiental

El término “cambio climático” se utilizó desde principios del siglo XX, para denotar cambios o variaciones en el clima de manera histórica, presente y futura; ya sea por eventos que ocurrieran de manera natural o provocada por humanos, en todos los niveles del planeta. Los científicos definieron los riesgos producidos por los gases de efecto invernadero alrededor de los años 70’s, proponiendo el término Global Warning o calentamiento global (López López, 2009).

El cambio climático

Precisiones que deben hacerse tales como, “aumento de las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso en la atmósfera, además de la emisión de otros gases de efecto invernadero provocados por actividades humanas”, significan que el globo terráqueo se ha calentado no sólo de manera natural, sino también de manera provocada, registrando actualmente temperaturas al doble de las conocidas en el siglo XVIII, las cuales de continuar así, pudieran llegar a aumentar en 0.2 grados cada década. A este fenómeno se le conoce como “calentamiento global”⁶³. Otra precisión como “calor ocasional en las regiones del planeta” y “enfriamiento en otras”, es el concepto de “cambio climático”. Estos cambios de temperatura se deben a factores externos o internos del planeta.⁶⁴

En la Cumbre sobre el Clima, celebrada el 23 de septiembre de 2014, en la Ciudad de Nueva York, E.U., se hizo referencia a que las variaciones generadas en el clima o el estado de condiciones en la atmósfera, están siendo mayormente provocadas por actividades humanas, ya sea de manera directa o indirecta; lo que representa una alteración en la composición de la atmósfera a nivel global y se registran cambios en las variaciones de periodos comparables naturales del clima del planeta y otros que, simplemente suceden, provocando cambios en las vidas de las personas, en las economías y en los ambientes naturales a nivel mundial.

Es importante diferenciar los términos calentamiento global, clima, tiempo o estado del tiempo y temperatura, ya que no son lo mismo. Se conoce como **calentamiento global** (del latín *calens*, *calentis*, del verbo *caleo*, *calere*, *calui*, “calor”; *mentum*, “medio o instrumento”. Globus, “globo,

⁶³ Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC), 2 de febrero de 2007. ONU.

⁶⁴ Con base en Dr. Víctor Manuel López López, *Cambio Climático y Calentamiento Global*, Ed. Trillas, (2ª reimp., 2013), 239 pp.

esfera”; contextualmente, globo terráqueo) al efecto de producir calor en el planeta (Broecker, 1975) El clima, está formado por una serie de fenómenos meteorológicos que conforman o caracterizan el estado medio de los elementos en la atmósfera en alguna región del planeta, pudiendo ser cálido, templado o frío; los factores meteorológicos como latitud, longitud, altitud, orografía y continentalidad, determinan el clima en una región o localidad⁶⁵.

4.2 Sociedad, economía y medio ambiente (modelo actual de sustentabilidad)

- *Sociedad*

A manera de preámbulo en este tema tan importante, son los recursos naturales. Los recursos elementales de la tierra –además del ser humano- son: el agua, la tierra, los bosques, la flora, la fauna, los minerales y el aire. El sol, aunque también es un recurso elemental para este planeta y sus procesos, no está en nuestras manos su manipulación. Y bien, ¿qué pasa con estos recursos naturales conocidos por todos? Resulta muy decepcionante que no sean todavía bien valorados y cuidados por todos los seres humanos que habitamos en la Tierra, ya que la principal preocupación de la sociedad es el consumo de bienes y servicios, que se producen y comercializan con, y a cambio del poder “devastador” del dinero.

No pretendiendo incurrir en temas filosóficos, el dinero es el principal factor que impide sanear la contaminación ambiental actual que vivimos, ya que el producto o el servicio que no rinda o genere rentabilidad monetaria, no es negocio. Una pregunta lógica para cualquier economía mundial sería, ¿cómo lograr evitar, reducir o eliminar el hambre por las ganancias financieras a costa de la contaminación de los recursos naturales del planeta? La respuesta no es sencilla, pero sí muy clara, ya que está basada en la generación y cumplimentación de políticas públicas que proporcionen información y alimenten una cultura de sustentabilidad en toda la sociedad a nivel mundial (Leff E. , 1994). Las sanciones públicas no debieran ser sólo una medida de pago a aquellas naciones que no dejan de contaminar el planeta, sino acuerdos internacionales de eliminación completa de las actividades que la generan. Esta situación nos lleva a grandes

⁶⁵ Con base en el Sistema Meteorológico Nacional (SMN), Conagua (CNA), “definición de clima”, < <http://smn.cna.gob.mx/>>, s.a., s.p.

oportunidades de innovación en el terreno de los procesos industriales así como de los propios elementos de producción.

Aunque muchas de las demandas sociales no implicaran de manera voluntaria la contaminación del planeta, paradójicamente se incurre en ella; ya que el consumismo “no ve” los impactos ambientales en el momento, sino posteriormente, en los efectos desastrosos como lluvias atípicas, tormentas fuera de lo normal, huracanes, granizo no común, virus ambientales, entre otros.

Pues bien, la sociedad somos todos, y es nuestra responsabilidad aprender a seguir viviendo en el planeta de otra manera en una red de múltiples conexiones sociales (R. Craig, 2007).

- *Economía*

Etimológicamente la palabra *economía* proviene del latín “oeconomía”, que a su vez proviene del griego “oiko” cuyo significado es: casa y “vouia”, administración; es decir, que puede traducirse como “la administración de una casa”. Si se analiza el significado de acuerdo a la Real Academia de la Lengua Española, la palabra economía puede definirse como:

La ciencia que estudia los métodos más eficaces para satisfacer las necesidades humanas y materiales, mediante el empleo de bienes escasos. El conjunto de bienes y actividades que integran la riqueza de una colectividad o un individuo. La administración eficaz y razonable de los bienes⁶⁶. La economía según Lionel Charles Robbins (1898-1984)⁶⁷, es “la ciencia que analiza el comportamiento humano como la relación entre unos fines dados y medios escasos que tienen usos alternativos”. La economía según John Maynard Keynes (1883-1946)⁶⁸, es “la ciencia social que estudia, la extracción, producción, intercambio, distribución, y consumo de bienes y servicios”. La economía según Adam Smith, (Economics, 2012) es “una rama de la ciencia de la estadística y de la legislación, y busca capacitar a las personas para que obtengan grandes ingresos, y que el estado, obtenga también ingresos para dar servicios públicos”, la ubica como una definición de economía política. La economía según Norris y Pool, (Clement & Pool, 1997) es “la rama de las

⁶⁶ Con base en la *Real Academia de la Lengua Española*, “Del latín mediev. Oeconomía, y este del gr. Oikovuía oikonomía de oikoc, oikos ‘casa’ y veuiiv némein ‘distribuir’, administrar”, s.a., s.p.

⁶⁷ Con base en Lionel Charles Robbins, *A History of Economic Thought: The LSE Lectures*, Princeton U. Press, 1998, 371 pp.

⁶⁸ Con base en John Maynard Keynes, *Un capitalista revolucionario*, Ed. F.C.E., 2014, pp. 33-41.

ciencias sociales que estudia los procesos de producción y distribución y el carácter de los ingresos reales”. Para Fischer, Dornbusch y Schmalensee (1990)⁶⁹, economía es “el estudio de la forma en que las sociedades deciden qué van a producir, cómo y para quién, con los recursos escasos y limitados”. Para Samuelson y Nordhaus (2006)⁷⁰, economía es “el estudio de la manera en que las sociedades utilizan los recursos escasos para producir mercancías y distribuirlas entre diferentes individuos”.

Economía para N. Gregory Mankiw (2009)⁷¹ es “el modo en que la sociedad gestiona sus recursos escasos”. Al hacer un análisis de los conceptos de diversos autores respecto de la economía, es muy notorio que el principio básico en todos ellos, es el factor producción. La producción dentro de cualquier organización, tiene que ver con objetivos sociales que buscan la satisfacción de necesidades de productos y servicios. Para la economía agrícola, se trata de producir en este sector, de manera sustentable, es decir, en una economía sustentable.

- *Medio ambiente*

James R. Craig⁷² en su libro “Recursos de la Tierra; Origen, uso e impacto ambiental”, describe de manera muy precisa y con llamados a la conciencia humana, respecto de que todos los materiales que se necesitan para la salud y prosperidad de las sociedades humanas provienen de la Tierra. En la época de los hombres primitivos, sólo necesitaban alimento, agua, protección y refugio necesario para su sobrevivencia.

Hoy en día se habla de necesidades de en diversos sectores como el automotriz, aéreo espacial, eléctricos, electrónicos, textiles, químicos, etc. Es clara la diferencia entre las cantidades de uso y explotación anteriores, comparadas con nuestra época actual. El uso creciente de materiales e insumos tanto naturales como no naturales, ha elevado los índices de explotación de recursos.

La economía en general, busca satisfacer las demandas sociales en los mercados, y para ello, requiere de más y más insumos para su uso o transformación. La creciente demografía mueve el consumo de recursos indiscriminadamente en detrimento de los impactos ambientales causados.

Los recursos naturales proporcionan materias primas para lograr las diversas producciones de

⁶⁹ Con base en Fischer, Dornbusch y Schmalensee, *Economía*, México, Ed. Mac Graw Hill, 1990, pp. 3-10

⁷⁰ Con base en Paul Anthony Samuelson, William D. Nordhaus, *Macroeconomía*, McGraw-Hill, 2006 - 758 pp.

⁷¹ Con base en N. Gregory Mankiw, *Principios de Economía*, España, Paraninfo, 4ª reimpresión, 2009, 613 pp.

⁷² Ver R. Craig, *Op. cit.*, pp. 1-5

bienes y servicios, su clasificación de manera general, se dividen en recursos naturales renovables y recursos naturales no renovables.

“Recursos renovables son aquellos materiales que se reponen en escalas cortas de tiempo (meses o años), tales como la materia orgánica que procede de plantas y animales (Craig, 2007)⁷³”. Sin embargo, la energía que proviene del sol, el agua que circula y el viento, también es un recurso natural, y es la causante de diversos ciclos en la vida de los ecosistemas.

“Recursos no renovables son aquellos materiales de los que existe en la Tierra una cantidad fija, y que no se regeneran por procesos naturales en escalas de tiempo cortas”. Ejemplos de ellos son: el petróleo, el gas natural, el carbón, el cobre y otras materias primas minerales que se extraen de la Tierra. Los minerales que se encuentran de manera natural en la Tierra, se ven degradados y deteriorados tanto por la sobre explotación, como por el uso de fertilizantes y pesticidas que agotan el tiempo de regeneración de sus propiedades naturales. De ahí que la economía agrícola, tiene una gran responsabilidad en el uso y formas de explotación de los recursos, a fin de garantizar la alimentación humana, para las generaciones actuales, como para las futuras. La economía sustentable debe orientarse al cambio de procesos en la productividad, con objeto de cuidar el medio ambiente, mejorar la calidad de vida de la sociedad y proponer el mantenimiento de los recursos. Este concepto de economía debe buscar que, en la temporalidad, la sociedad no comprometa la capacidad de las generaciones futuras de poder producir sus propios bienes y servicios. Ver Ilustración 16.

⁷³ Con base en *Recursos de la Tierra, Op. Cit.*, pp. 9-15

Ilustración 16: Caracterización general de los recursos de la Tierra y relaciones entre ellas.



Fuente: Dibujo adaptado⁷⁴

⁷⁴ Con base en James R. Craig, David J. Vaughan y Brian J. Skinner, *Recursos de la Tierra; Origen, uso e impacto ambiental*, Ed. Pearson, Prentice Hall, Madrid, 2007, pp. 18.

4.3 Modelo

¿Qué es un modelo?

En la revisión de diversa literatura, varios autores definen sus conceptos de modelo. Sin embargo, se puede decir, que concluyen dicho concepto, con lo que se pretende o se busca decir con un modelo.

Para **Lasswell** (Mc Quail, 2013) por ejemplo, explica su concepto de modelo al proponer el llamado método racional exhaustivo para poder identificar, analizar, implantar y evaluar la política pública. Tomó como base el modelo racionalista de “adecuación de medios a fines” de Max Weber, en donde éste es un conjunto de técnicas y métodos precisos que ayudan al funcionario público a encontrar la mejor decisión. Es un modelo conductista o behaviorista. En este modelo se adoptan decisiones cuantificables, operativas, guiadas por criterios de eficacia en la consecución de los objetivos y eficiencia económica, preocupándose no sólo de qué hacer, sino también de cómo hacerlo (Dwight Lasswell, 1948). *Comentario:* El modelo de Lasswell es un modelo que describe los ámbitos de análisis de los actos que llevan un fin de comunicación, los cuales pueden ser descritos a partir de responder cinco interrogantes: ¿quién dice? ¿Qué? ¿En qué canal? ¿A quién? y ¿con qué efecto? Es decir, su modelo trata de describir una realidad percibida.

Lindblom (Lindblom, 2000) explica su concepto de modelo, al proponer como contrapeso al modelo de Lasswell, su modelo incremental, donde dice que las decisiones son pragmáticas y se basan en el método de las aproximaciones sucesivas y limitadas, y toma como base a Hebert Alexander Simón⁷⁵ y su aportación de racionalidad limitada, donde argumenta que no puede darse un análisis racional exhaustivo debido a las limitaciones de tiempo, fisiológicas y de espacio; la principal limitación es de recursos en el más amplio sentido. Su modelo toma en cuenta aquellas alternativas que difieren muy poco de las políticas y sólo analizan los aspectos en que la opción nueva y sus consecuencias difieren de la situación actual. El modelo de Lindblom no genera innovación y promueve la mediocridad y desprecia al conocimiento teórico (Lindblom, 1999).

Comentario: Su modelo también trata de representar una realidad vista desde su perspectiva.

Garrido, (Garrido, 2013) habla en la tesis de su modelo financiero explicando que es un proceso por medio del cual se proyectan y establecen las bases de las acciones financieras con el

⁷⁵ Con base en Herbert A. Simon y, “La Economía Organizacional, Cuadernos de Economía”, Vol. 26, No. 46, Bogotá, 2007

propósito de minimizar los riesgos y aprovechar tanto las oportunidades como los recursos; dicho modelo se lleva a cabo por medio de un conjunto de objetivos técnicas y herramientas que toman en cuenta los recursos con los que cuentan así como con los que se requieren para el logro de las metas. *Comentario:* Para este proceso, se debe utilizar por personas profesionales que conozcan y tengan experiencia en el manejo del mismo, y así poder obtener información confiable, veraz y oportuna.

Romero, en su tesis doctoral del Modelo Administrativo para Formular y Desplegar Proyectos para Cambios Rápidos del Sistema de Manufactura esbelta “quick changeover” (Romero L., 2011) lo define como “una representación de una realidad observada y/o propuesta, a partir de situaciones específicas”. *Comentario:* Su modelo propone una modelización del análisis causal, para las etapas de trabajo observadas, es decir, también conceptualiza a un modelo, como una interpretación propia o específica de para una situación, a través de la esquematización.

Para **Freire**, en su tesis de Modelo de Selección de Técnicas de Evaluación Multicriterio. Un Enfoque de Planeación para el Desarrollo Sustentable, define el concepto de modelo como, una conceptualización de: “problema-criterios-escenarios-alternativas-planeación-jerarquización-decisión” (Freire, 2012). La determinación de un “modelo” de aplicación técnico-científico para la propuesta de soluciones diversas, puede estar basado en técnicas de análisis multicriterio, que estén dirigidas a encontrar la óptima respuesta a la problemática planteada. Los criterios (objetivo, atributo, meta) serán aspectos que han de ser considerados para definir la conveniencia o no, de las alternativas. Representan puntos de vista o preferencias del centro decisor. *Comentario:* Un modelo, luego entonces, será una representación gráfica para la toma de decisiones.

Para el caso de un modelo de toma de decisiones para el logro desarrollo sustentable, se pueden considerar las siguientes escalas: Escala ordinal o cualitativa, que se subdivide en verbal y numérica de dos estados; donde se establece una distancia entre grados de preferencia. La escala numérica, permite interpretar cada grado como la adición de un número dado a tal unidad. En tales condiciones, la proporción entre dos grados puede recibir un significado el cual no depende de los dos grados particulares considerados. En las técnicas multicriterio, es necesario conocer qué tipo de escala se desea manejar para asegurar el correcto uso de los grados de preferencia. Las consideraciones de toma de decisiones para el desarrollo sustentable, se enfocan en el desarrollo como proceso o progreso a estados que puedan mantenerse en beneficio

de la sociedad, economía y el medio ambiente. Privilegiar el crecimiento (aumento numérico) económico como factor clave para todo proceso de desarrollo, da lugar a modelos incompletos, ya que en estos casos sólo se analiza el desarrollo en función del crecimiento económico, midiéndose con indicadores y sus índices –PNB, PNN, etc.-. *Comentario:* Freire expone que un modelo es un esquema de situaciones las cuales se pueden sujetar a un manejo integral para llegar a un fin, de manera estructurada, categorizada y específica; haciendo énfasis en el tipo de escala que se desee implementar a efecto de medir el grado de sustentabilidad integral.

Semmler, en su libro “Asset prices, booms and recessions financial, economics from a dynamic perspective”, conceptualiza un modelo como un conjunto de datos que descritos integralmente, reúnen un significado (Semmler, 2006). *Comentario:* Para Semmler, un modelo es una forma de interpretación de los activos del capital, a partir de un concepto de esquemas, es decir, de una realidad objetiva.

Para **Carrasco**, un modelo es una representación de realidades esquematizadas en diversos escenarios (Carrasco, 2014), (Marchetti, 2012). Su artículo sobre Reconocimiento de Patrones, adiciona herramientas y técnicas para su aplicación en distintas situaciones de análisis. *Comentario:* Propone que un modelo es una representación esquematizada, con lenguajes supervisados.

Ramírez Figueroa en su artículo “Interferencia abductiva basada en modelos [...]”, conceptualiza su modelo como una forma de reconocer por razonamiento lógico una realidad, es decir, por el reconocimiento de ideas básicas en un contexto lógico (Ramírez, 2011). Desde el punto de vista filosófico, se puede decir entonces, que un modelo es una realidad subjetiva analizada en un contexto lógico para un fin común. *Comentario:* Magnani lleva el concepto de modelo a un plano más filosófico e interpretativo.

Para **Toyoaki** (Nishida, 2007), un modelo es un esquema integral de diversas situaciones entre el usuario de una computadora y su ordenador, para lograr una comunicación coloquial y común. En su libro, Informática Conversacional; una aproximación de la Ingeniería, refleja que un modelo trata de representar diversos escenarios de una realidad objetiva. *Comentario:* para Toyoaki un modelo es un esquema integral de situaciones.. Estos modelos se caracterizan por la determinación de variables de consumo en las variaciones de temporalidad. **Terry y Roe**, Habla de su modelo de conducta del consumidor en función a dos tipos de culturas de consumo de alimentos en el mundo, desde la consideración de un modelo de alimentación básica y un modelo

de consumo de intratemporal e intertemporal. (Terry L., 2010). De la manera que los demás conceptos de modelos, éste también indica que un modelo se define por situaciones específicas a observar y que son representadas por condiciones estructurales de apreciación de realidades en el tiempo. *Comentario:* Roe ejemplifica lo que es un modelo, desde el punto de vista de la cultura y temporalidad de los consumos.

Jean Pierre, habla de su modelo econométrico, como una herramienta de investigación para la economía empírica (Florens, 2007). En este modelo se une la economía con la estadística y amplía los métodos estadísticos para aplicarlos en problemas y datos de la economía. La conceptualización de un modelo para Florens Jean es pues, la interpretación de escenarios de una realidad posible, a través de simulaciones numéricas, es decir, una esquematización posible. *Comentario:* Este autor identifica el concepto de un modelo como una herramienta de investigación econométrica empírica.

De acuerdo con In Chapman & Hall / CRC Financial Mathematics Series (Korner, 2010), un modelo es una representación gráfica de una situación objetiva, sustentado diversos métodos que tratan de explicar realidades. *Comentario:* Para estos autores un modelo es una representación gráfica situacional.

Haciendo una conclusión general del vasto conocimiento que diversos autores definen de lo que es o puede ser un modelo, se utilizaron los conceptos de *Freire, Roe y Chapman & Hall*, para diseñar un modelo propio para la medición del proceso de producción artesanal del agave mezcalero; ya que estos autores precisan el concepto de un modelo, en relación con factores que se asocian a variables objetivas, medibles, así como con variables que tienen que ver con los estilos de vida en la sociedad, la economía y los recursos naturales.

A partir del análisis anterior (el concepto de modelo) y de las actividades secuenciales que constituyen la forma de producción artesanal del agave mezcalero (subtema 3.6), se puede hacer evidente que, estas actividades llevan o tienen implícito un “proceso”, el cual considera las siguientes etapas: *un producto* a producir (mezcal), un *mercado* al cual va dirigido, una *organización* estructural de operación, una *producción* del bien y el manejo de las *finanzas* inherente a todo el proceso.

4.3.1 Planes de Negocios y Proyectos de Inversión

En esta investigación se considera que el proceso de producción artesanal se encuentra inmerso en un modelo de negocio, por lo que se le asocia con el modelo actual de sustentabilidad, y se sustenta en el siguiente numeral 4.5.2. Para ello, a continuación se hace una reflexión y análisis general del concepto de un plan de negocios, de conformidad con diversos autores, para ser utilizado como plataforma de análisis para la medición y evaluación de la sustentabilidad.

- Oscar Hugo Pedraza.- Para este autor, el concepto de un modelo de plan de negocios, parte de la perspectiva de “contar con todos los detalles críticos de un negocio⁷⁶” y debe considerar diez partes: la descripción del negocio, el portafolio de productos y servicios, el mercado, el análisis de la competencia, los procesos y procedimientos de operación, la organización y el personal estratégico, los aspectos económicos y financieros, los principales riesgos y estrategias de salida, el sistema del seguimiento de la gestión y los documentos de apoyo y anexos (Pedraza, 2011). Esta postura teórica metodológica, considera el estudio desde la idea inicial del negocio, el análisis de sus elementos y los escenarios de operación, hasta la viabilidad económica y financiera. Pedraza define que un negocio se enfoca en los clientes que se atenderán con los productos y servicios que se le ofrecerán, y éstos deben satisfacer al consumidor.

Describe que tres son los componentes que conforman el concepto de un negocio: las necesidades del consumidor (oferta), los grupos de consumidores (demanda), y las tecnologías y funciones que se utilizarán como empresa.

- Nacional Financiera.- Para Nacional Financiera, el modelo de plan de negocios, consta de trece pasos: la descripción del negocio, los nichos de mercado, la selección de la cobertura territorial del negocio, definición del posicionamiento de negocio deseado, la propuesta única de negocio, inversión básica para iniciar el negocio, metas financieras, qué vender para alcanzar las metas financieras, la definición inicial de precios, los medios de marketing

⁷⁶Modelo del Plan de Negocios, página 3, párrafo tercero.

para el negocio, las metas de marketing, las metas para el desarrollo de nuevos productos y los materiales de promoción.

Nacional Financiera (NAFIN), define que un plan de negocios debe perseguir la evaluación de la idea empresarial y conocer las fuerzas y oportunidades del proyecto, para tener claridad de qué tan real puede ser llevarlo a cabo en un corto plazo (Financiera, 2008).

- Alejandro Lerma Kirchner.- Lerma define que un plan de negocios es como un mapa, el cual la organización debe seguir para llegar al objetivo planteado. Sirve para contextualizar tanto el entorno interno como externo de la organización a emprender, modificar o consolidar. Debe considerar aspectos laborales, relaciones obrero-patronales, de producción, sociales, económicos, políticos, culturales, de mercado y financieros. Es un documento metodológico que da explicación a diversas preguntas como el ¿qué? ¿por qué? ¿dónde? ¿cómo? ¿cuándo? de los pasos para ejecutar las acciones necesarias para lograr el negocio (Lerma, 2007). Para Lerma, tres aspectos en un plan de negocios deben ser claros⁷⁷:

- a) ¿Dónde se encuentra la organización?
- b) ¿Dónde pretende llegar?
- c) ¿Qué tiene que hacer para llegar a donde pretende?

Se refiere a que un plan de negocios debe potencializar las condiciones presentes de la organización para proyectar su futuro.

- Rodrigo Varela.- Para Varela, un plan de negocios es un proceso de estudio integral de la oportunidad del negocio, el cual, puede de forma genérica denominarse “evaluación del proyecto, estudio de factibilidad o plan de negocios⁷⁸”. Este autor, indica que son cinco las principales preguntas que un plan de negocios debe responder, y que a la letra dicen:
- a) ¿Qué es y en qué consiste el negocio?

⁷⁷ Alejandro Lerma Kirchner, *Liderazgo Emprendedor*, 2007, Ed. Thompson, página18.

⁷⁸ Rodrigo Varela, *Innovación Empresarial*, página 160.

- b) ¿Quién dirigirá el negocio?
- c) ¿Cuáles son las causas y razones de éxito?
- d) ¿Cuáles son los mecanismos y las estrategias que se van a utilizar para lograr las metas previstas?
- e) ¿Qué recursos se requieren para llevar a cabo el negocio y qué estrategias se van a usar para conseguirlos?

El plan de negocio debe ser un documento que se esfuerce en darle una identidad a la organización y una proyección de vida. Consiste en pensar que de manera sistémica, es un procedimiento para definir el propósito, el concepto, las partes operativas y los resultados esperados (Varela, 2001).

Es un documento metodológico que se puede abordar por diferentes enfoques; aunque similares, puede ser tan complejo como el proyecto sea, es decir, puede adaptarse a las necesidades del negocio.

- Arturo Morales Castro.- El autor hace referencia al tema de un negocio como proyectos de inversión, y define que pueden ser diversos los enfoques a partir de los cuales un negocio puede generarse como dicho proyecto de inversión⁷⁹. Las etapas de prefactibilidad y factibilidad pueden considerar estudios de mercado, técnicos, administrativos y financieros, pero manejar diferente información en virtud de la complejidad o tipo de datos que se manejen (I). En un estudio de prefactibilidad por ejemplo, la información que se recaba se hace de manera secundaria o documental, y en un estudio de factibilidad, se toma en consideración esa fuente más otras fuentes llamadas primarias o de campo. En tanto un estudio de factibilidad se aproxima o se acerca a las actividades relacionadas con la ingeniería del proyecto, se hace necesario tanto contar con otras disciplinas de análisis, estudio y proyección, como de la actualización de la misma información. Un proyecto de inversión, es un modelo de acción que nace desde la idea hasta su cristalización (Morales, Castro, Arturo y José Antonio Morales Castro, 2009).

⁷⁹ Proyectos de Inversión, página 25.

Se puede observar que esta definición conceptual, también considera que las actividades o acciones en un negocio, son o forman parte de un proceso en un sistema dado, inmersas en áreas de mercado, organización, producción y finanzas.

- Alfonso Ortega Castro.- Para Ortega, las necesidades humanas perfilan plataformas de ideas de negocios, convirtiéndose en proyectos de inversión. Éstos, de acuerdo al autor, “es la búsqueda de solución a un problema que tenga que resolverse⁸⁰”. Significa que la generación de un proyecto de inversión, está dada por las necesidades de organizaciones y empresarios, de cubrir tanto la oferta de productos y servicios, como las demandas de los mismos que requieren los consumidores. Un proyecto de inversión representa conocimientos en disciplinas económicas, sociales y técnicas que se conjuntan para la toma de decisiones de hacer o no hacer, de la rentabilidad y en general, de la factibilidad del mismo. Normalmente, las decisiones a los proyectos de inversión, requieren de la participación multidisciplinaria de expertos y especialistas en el tema que se maneje.

Se refiere a que un proyecto es “un conjunto de actividades independientes orientadas a logro de un objetivo específico en un tiempo determinado y que implica la asignación de recursos de inversión”. El autor deja ver muy claro en estos conceptos, que los proyectos de inversión o de negocios, requieren de la sinergia tanto de diversas actividades en diferentes procesos, como de disciplinas específicas para realizarlos (Ortega, 2006).

- Gabriel Baca Urbina.- Finalmente, este autor define que un proyecto es “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver principalmente, los problemas humanos⁸¹”. Baca enfatiza que los proyectos nacen de ideas o negocios que persiguen satisfacer las necesidades humanas (Baca, 2010). En esencia, un proyecto de inversión se puede decir que es un plan, al que se le agregan recursos o montos monetarios para que se convierta en una realidad y genere bienes o servicios, y su evaluación, estará enfocada a determinar la rentabilidad económica y social de dicho proyecto. Se trata de satisfacer las necesidades de los seres humanos que, todos los días, demandan diversos bienes o servicios y la manera de dar respuesta a dichas necesidades,

⁸⁰ Arturo Morales Castro, Proyectos de Inversión, página 15.

⁸¹ Gabriel Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, página 2.

es el constante estudio y análisis multidisciplinario para toma de decisiones en la inversión de proyectos. La evaluación de los proyectos difiere en la particularidad o complejidad de los mismos, pero de acuerdo al autor, existen áreas generales en los que se puede aplicar una metodología general para todos ellos:

- a) Instalación de una planta totalmente nueva
- b) Elaboración de un nuevo producto de una planta ya existente
- c) Ampliación de la capacidad instalada o creación de sucursales
- d) Sustitución de maquinaria por obsolescencia o capacidad insuficiente

Tanto la formulación como la evaluación de un proyecto de inversión –coincide el autor- en que está compuesta de las siguientes áreas de estudio: el análisis del mercado, el técnico, el económico-financiero y el socio-económico.

Finalmente, se hizo una revisión teórica comparativa de los temas contenidos en la literatura de Planes de Negocios y Proyectos de Inversión de diversos autores⁸². El contenido general que, los autores analizados anteriormente definen, se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 30: Contenidos de planes de negocios y proyectos de inversión, de diversos autores.

Contenido	Oscar Hugo Pedraza Rendón (Plan de Negocios)	Nacional Financiera (Plan de Negocios)	Alejandro Lerma Kirchner (Plan de Negocios/ Emprendedores)	Rodrigo Varela (Innovación Empresarial)	Arturo Morales Castro (Proyectos de Inversión)	Alfonso Ortega Castro (Proyectos de Inversión)	Gabriel Baca Urbina (Evaluación de Proyectos)
Resumen ejecutivo	X	X	X	X	X	X	X
CAPÍTULO I Descripción del producto o servicio:	X	X	X	X	X	X	X
CAPÍTULO II Portafolio de productos y servicios:	X		X				

⁸² Nacional Financiera, Alejandro Lerma Kirchner, Rodrigo Varela, Arturo Morales Castro, Alfonso Ortega Castro y Gabriel Baca Urbina. (Ver tabla comparativa en Anexo A).

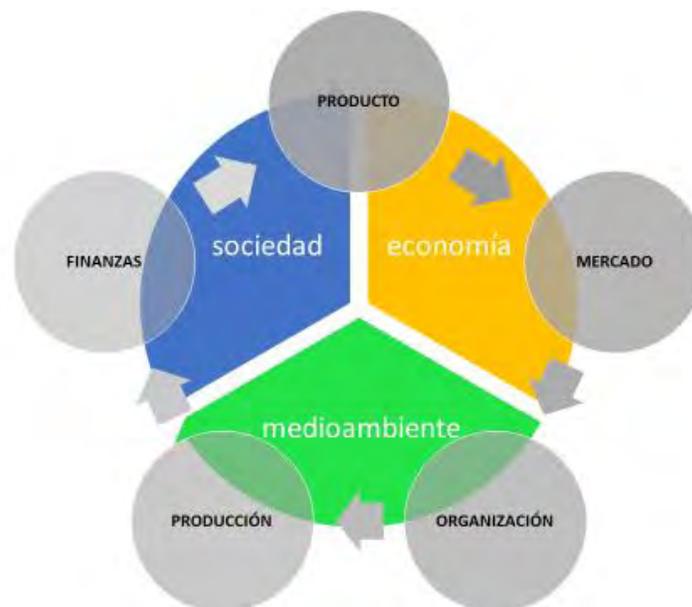
Contenido	Oscar Hugo Pedraza Rendón (Plan de Negocios)	Nacional Financiera (Plan de Negocios)	Alejandro Lerma Kirchner (Plan de Negocios/ Emprendedores)	Rodrigo Varela (Innovación Empresarial)	Arturo Morales Castro (Proyectos de Inversión)	Alfonso Ortega Castro (Proyectos de Inversión)	Gabriel Baca Urbina (Evaluación de Proyectos)
CAPÍTULO III	X	X	X	X	X	X	X
El mercado							
CAPÍTULO IV	X	X	X	X		X	X
Análisis de la competencia							
CAPÍTULO V	X	X	X	X	X	X	X
Operación							
CAPÍTULO VI	X	X	X	X	X	X	X
Organización							
CAPÍTULO VII	X	X	X	X	X		X
Aspectos económicos y financieros							
CAPÍTULO VIII	X	X	X	X	X	X	X
Evaluación del proyecto							
CAPÍTULO IX					X	X	X
Evaluación del impacto ambiental							
CAPÍTULO X	X	X		X	X	X	X
Evaluación integral							
CAPÍTULO XI	X						
Sistema de seguimiento de la gestión							

Fuente: Elaboración con datos de textos de los autores.

4.3.2 Modelo de Negocio (plataforma de análisis para la medición y evaluación de la sustentabilidad, en cinco etapas)

Continuando con este orden de ideas, en esta investigación, se considera que el proceso de producción artesanal del agave mezcalero, se encuentra inmerso en actividades de creación de productos (mezcal), de relaciones con el mercado, de atención de su estructura organizacional, de la atención de la producción y del cuidado de las finanzas, por lo que se le relacionó con la estructura de un modelo de negocio. Asimismo, con base en la reflexión del capítulo anterior sobre el concepto de un modelo y el de un Plan de Negocios, se hizo una asociación con el modelo actual de sustentabilidad: sociedad-economía-medioambiente. Lo anterior, con el objeto de construir una plataforma de análisis para la medición y evaluación de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero. Observe la siguiente Ilustración.

Ilustración 17: Asociación de las etapas de un modelo de negocio, con el modelo actual de sustentabilidad (Sociedad-economía-medioambiente).



Fuente: Elaboración con base en el modelo teórico-conceptual de un plan de negocios

A partir de esta asociación, se diseñó un Modelo de Negocio como plataforma de análisis por Etapas, Fases e Indicadores FRI⁸³, para la medición e integración de índices para la medición y

⁸³ Los Indicadores FRI en esta investigación, constituyen los Factores, Relaciones e Impactos Ambientales.

evaluación de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero (ver Tabla 31).

Tabla 31: Modelo de análisis por Etapas, Fases e Indicadores FRI, para la Medición y Evaluación de la Sustentabilidad del Proceso de Producción Artesanal del Agave Mezcalero

<i>Etapas y fases del proceso de producción (plan de negocios adaptado)</i>	Factores asociados al proceso de producción artesanal del agave mezcalero	Relaciones asociadas al Trinomio: sociedad, economía, medioambiente	Impactos ambientales	Principios de sustentabilidad: (Leyes, Normas, Agenda 21, MESMIS**)	Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción (ISUPP*)
ETAPA I Producto:					
Fase:					
• Siembra					
• Corte					
ETAPA II Mercado					
Fase:					
• Demanda					
• Oferta					
• Precio					
ETAPA III Organización					
Fase:					
• Palenque artesanal					
• Personal					
ETAPA IV Producción					
Fase:					
• Horneado					
• Macerado					
• Fermentación					
• Cocción					
• Reposado					
• Aspectos ambientales					
ETAPA V					
Fase Finanzas					
• Inversión inicial					
○ TIR					
○ VAN					
<p>*Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción **Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Índices de Sustentabilidad. (Astier, Masera y Galván, 2008)</p>					

Fuente: Adaptación con base en la estructura de un plan de negocios

4.4 Indicadores de sustentabilidad

De acuerdo con Quiroga (Quiroga M. R., 2001) , “un indicador de sustentabilidad es una variable que, en función del valor que asume en determinado momento, despliega significados que no son aparentes y que los analistas o involucrados interpretarán de manera directa, en virtud de codificadores culturales y de significado socio ambiental que le den los mismos”.

La Comisión para América Latina y el Caribe precisa que, el proceso de diseño, cálculo y análisis de un indicador de desarrollo sustentable, puede constituirse de manera compuesta, es decir, considerando el sistema, el concepto y la técnica de uso (CEPAL, Schuschny, Andres y Soto, Humberto, 2009).

De acuerdo con Billharz, los indicadores se pueden utilizar para evaluar las condiciones y tendencias generales del objeto de estudio, por ejemplo: hacer comparaciones entre lugares y situaciones, para evaluar las condiciones y tendencias en relación con los objetivos y metas, para proporcionar información de alerta temprana a algún evento, para anticipar las condiciones y tendencias del futuro, entre otros (Billharz, 1997). Para el INEGI y el INE⁸⁴, los indicadores pueden ser variables, unidades de medida o parámetros, los cuales el investigador los aplica de acuerdo con la conveniencia de la investigación.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)⁸⁵, define que un indicador puede ser un parámetro o un valor derivado de parámetros generales, el cual contiene u ofrece información, así como describe el estado de un fenómeno observado, le da significado y propicia la comunicación con el usuario.

Para realizar el análisis y medición de indicadores de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, se revisaron trece metodologías basadas en marcos de evaluación de recursos naturales, con enfoque en las *dimensiones o áreas social, económico y*

⁸⁴ De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, y el Instituto Nacional de Ecología, 2000, Indicadores de Desarrollo Sustentable en México, 84 pp.

⁸⁵ *Ibíd.*, pp. 6

*ambiental*⁸⁶. Se seleccionó la metodología “MESMIS” (Marcos de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Índices de Sustentabilidad) (Astier, Marta; Masera, Omar R.; Galván, Miyoshi, Yankuic (coord.), 2008), por tener un enfoque sistémico, orientado a las dimensiones social, económica y ambiental, un tipo de evaluación *expost* y *exante*, un tipo de escala Institucional (comunidades-región), derivación de indicadores Bottom-up, una integración por gráficas y modelos, tener amplitud de hacer evaluaciones por consultores externos y diversos sectores, y contar con una alta experiencia y sistemas de automatización en estos marcos.

Con base en lo anterior, se iniciaron los trabajos para la definición y determinación de diversos indicadores de sustentabilidad, para los cuales se consideraron las siguientes teorías.

De acuerdo con la definición elemental de la sostenibilidad, en términos de una ecuación, las entradas de los valores, están conformados tanto por variables cualitativas como cuantitativas (Gallopín, 2006). A continuación se describen las bases teórico-conceptuales del diseño y construcción de indicadores de sustentabilidad.

4.4.1 Los indicadores básicos del desempeño ambiental en México / PER

Los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental en México (IBDA), forman parte del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA) y brindan información sobre las tendencias del cambio y de la situación actual del medio ambiente, así como de los recursos naturales del país, de las presiones que lo amenazan y de las acciones o medidas que se toman de manera institucional tendientes a resolver el problema, utilizando el modelo: presión-estado-respuesta (PER), (México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), SEMARNAT, 2000). Estos indicadores fueron tomados y modificados por la Organización para la Cooperación y del Desarrollo Económico (OCDE), y representan herramientas que sirven para identificar y documentar las presiones y amenazas sobre el ambiente, su situación y grado de deterioro.

El conjunto básico de indicadores, consta de 115 y más de 450 variables, en los temas ambientales prioritarios a nivel nacional como: atmósfera, agua, suelos, residuos, recursos forestales y pesqueros. El planteamiento del número de indicadores se hizo en dos criterios para su análisis: 1) por categorías: social (41), económica (23), ambiental (55) e institucional (15); y 2)

⁸⁶ FESLIM, PER, IICLA, Stockle y Colaboradores, PICABUE, MARPS, Lewan Dowski y Colaboradores, CIFOR, MESMIS, Evaluación de Satisfactores, Manejo de Resiliencia, SEAN y AMESH.

por su naturaleza: presión (43), estado (54) y respuesta (37). La publicación realizada entre el INEGI, INE/SEMARNAP sobre indicadores de desarrollo sustentable en México, muestra y ofrece una visión amplia respecto del informe final de los resultados del trabajo que se realizó entre los años de 1996 y 1999, en el marco de una prueba piloto mundial que se llevó a cabo para la elaboración de este tipo de indicadores. El esquema original fue realizado por Statistics Canadá, en 1979, con el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER). Este modelo de indicadores se basa en un conjunto de interrelaciones donde, las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, ocasionando la modificación de la cantidad y calidad del estado (E) de los recursos naturales y finalmente, la sociedad trata de responder (R) a dichas modificaciones o cambios con programas y políticas generales y sectoriales en términos sociales, económicos y ambientales, donde a su vez se provoca una afectación y retroalimentación de las actividades humanas que generaron el ciclo; y la suma final de los indicadores organizados por la OCDE fue de 134 para todas las categorías.

En el siguiente capítulo (Ilustración 19) se muestran los indicadores de sustentabilidad (programas de acción) que se utilizan en esta investigación y corresponden a la Sección II, Capítulo 14 de la Agenda 21 “Promoción de la agricultura y desarrollo rural sostenible”.

4.4.2 Construcción de indicadores por MESMIS*

En la obra “Evaluación de la Sustentabilidad, un Enfoque Dinámico y Multidimensional”, se propone una metodología reciente y de aplicación general, a través de los MESMIS – *Marcos de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad*⁸⁷- los cuales fueron elaborados como metodologías de evaluación del manejo de los recursos naturales para hacer operativo el tema de la sustentabilidad. Esta metodología de evaluación permite analizar, diseñar y construir indicadores para el diseño de sistemas de manejo de recursos naturales más sustentables (Astier, Marta; Masera, Omar R.; Galván, Miyoshi, Yankuic (coord.), 2008).

El enfoque en el desarrollo de esta metodología de evaluación, fue la de ir más allá de la teoría y propiciar la investigación-capacitación-aplicación-documentación a través de los marcos de evaluación, sustentados en: aplicación de los marcos en estudios de caso en el sector rural, la

⁸⁷ La metodología MESMIS, se cristalizó con un proyecto de sustentabilidad de los proyectos productivos que integraban la Red de Manejo de Recursos Naturales, solicitado y financiado por la Fundación Rockefeller en 194-1997, (Masera et al., 1999).

formación de recursos humanos en la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos, la generación y difusión de materiales didácticos y la investigación para la evaluación de sistemas alternativos de manejo de recursos naturales⁸⁸. Los marcos sistémicos de evaluación de la sustentabilidad, identifican “propiedades o atributos que reflejan aspectos del comportamiento sistémico de los sistemas de manejo, y hacen énfasis en los aspectos funcionales y relaciones de reciprocidad entre atributos de sustentabilidad⁸⁹”. A continuación se presenta un resumen de los objetivos de diferentes marcos de evaluación de la sustentabilidad de diversos autores, con los cuales en esta investigación, se decidió tomar los marcos MESMIS. Ver Tabla 32:

Tabla 32: Principales marcos de evaluación de la sustentabilidad de recursos naturales

Marco	Enfoque	Áreas de evaluación	Tipo de escala
FESLM (Marcos de Evaluación de Tierras)	Orientado a objetivos	Ambiental y Económica	Espacial (parcela-región)
PER o Presión-Estado-Respuesta (evalúan las presiones de las actividades humanas sobre el medio ambiente)	Sistémico	Ambiental	Institucional, (Comunidad, nación)
IICA , De Camino y Muller (derivación de indicadores a partir de revisiones bibliográficas)	Sistémico	Ambiental, Económica	Institucional
Stockle y colaboradores (indicadores agrícola-ambientales)	Orientado a objetivos	Ambiental	Espacial (parcelas agrícolas)
PICABUE (indicadores sobre calidad de vida)	Orientado a objetivos	Social	Institucional (Comunidad, nación)

⁸⁸ Ver MESMIS, *Op. cit.*, pp. 17-23

⁸⁹ *Ibid*, p. 49

Marco	Enfoque	Áreas de evaluación	Tipo de escala
MARPS (evaluación de proyectos y autoevaluación en estudios de caso)	Orientado a objetivos	Ambiental	Institucional (Comunidad, nación)
Lewandowski y colaboradores (sistemas agrícolas)	Orientado a objetivos	Ambiental	Espacial (parcelas agrícolas)
CIFOR (sistemas forestales)	Orientado a objetivos	Ambiental, Económica	Espacial (parcelas agrícolas)
MESMIS (evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales y productivos)	Sistémico	Ambiental, Económica, Social	Institucional, Comunidades
Evaluación de satisfactores (satisfactores esenciales)	Sistémico	Ambiental, Económica, Social	Institucional
Manejo de resiliencia (sistemas socioecológicos)	Sistémico	Ambiental, Económica, Social	Institucional
SEAN (evaluación por atributos)	Sistémico	Ambiental, Económica	Espacial
AMESH (evaluación de principios ecosistémicos, complejidad y sistemas jerárquicos)	Sistémico	Ambiental, Económica, Social	Institucional

Fuente: Elaboración con datos de Evaluación de la Sustentabilidad. Un Enfoque Dinámico y Multidimensional, (Astier, Masera y Galván, 2008)

Ya que el concepto de sustentabilidad busca la medición del *desempeño o comportamiento* (ONU, 1992) de los elementos del sistema y de los subsistemas, la construcción de indicadores de sustentabilidad del proceso de producción, están integrados por un conjunto de variables que proporcionan información del comportamiento del proceso de producción, caracterizándolos

principalmente, en las dimensiones social, económica y ambiental, así como en la tecnología y de manejo del proceso⁹⁰. La metodología MESMIS, enfatiza la evaluación como un proceso adaptativo, de continuo aprendizaje y experimentación y de evaluación-acción-evaluación. Como ventajas, presenta la capacidad de priorizar y seleccionar en estudios de caso, un conjunto o serie de indicadores para el monitoreo de un sistema de manejo específico o general, lo que permite de mejor manera, un proceso de planificación para la toma de decisiones.

El esquema general de los MESMIS, aborda principios o atributos de la sustentabilidad basados en: la productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión. Esta metodología es utilizada en comunidades, parcelas o regiones y su validación requiere de la participación así como de diversas disciplinas y formaciones culturales; su validación se realiza en los contextos sociales, económicos e institucionales en una temporalidad (Moreno, 2010). El proceso de construcción de indicadores de sustentabilidad por esta metodología, considera los siguientes siete pasos, ver siguiente Ilustración.

Ilustración 18: Proceso de construcción de indicadores para la medición y evaluación de la sustentabilidad. Metodología MESMIS



Fuente: Adaptación de los MESMIS

Esta metodología define, que la lista de indicadores que se elabore, debe contener aquellos que de manera específica, impactan el *objeto a evaluar o de estudio*, en este caso, la producción

⁹⁰ Características de los Sistemas Agroecológicos y de Referencia de una Región Semiárida de Brasil. Tamara Ortiz Ávila. Evaluación MESMIS, 2008. P 64.

artesanal del agave mezcalero (Sarandón, 2009). Los MESMIS plantean la premisa de la participación de los agentes o personas involucradas en el manejo de los recursos del sistema de manejo (los recursos del proceso productivo), desde la formulación, la medición y la integración de indicadores, así como la elaboración de propuestas de mejora o alternativas. Esta investigación, utiliza la metodología MESMIS para la construcción de los indicadores de impacto, los cuales son referidos como “Indicadores FRI”, Factores, Relaciones e Impactos Ambientales. La medición y el monitoreo se realiza a través de los índices de sustentabilidad de los indicadores. A continuación, se establecen los principios de sustentabilidad, como atributos de control, acordes al paso 5 de dicha metodología.

4.5 Establecimiento de principios de sustentabilidad: guías y orientadores hacia la sustentabilidad.

De acuerdo con las teorías de indicadores de sustentabilidad anteriores, la metodología MESMIS, y bajo el concepto teórico formal de que “los indicadores son variables que deben conceder información sobre la condición y/o tendencia de un atributo considerado como relevante en el sistema⁹¹”, los indicadores deben ser capaces de proporcionar dicha información, para la toma de decisiones pertinente. Por lo anterior, esta investigación, propone la definición y determinación de principios que permitan guiar y orientar hacia la sustentabilidad el proceso de producción, a partir de la identificación de indicadores de impacto ambiental en el proceso de producción artesanal y de la importancia que tiene para la sociedad, la economía y el medioambiente.

De esta manera, se seleccionaron e integraron veinte principios de sustentabilidad⁹², con los cuales se contrasta la importancia sustentable otorgada por los productores, a la sociedad, la economía y al medioambiente. De este modo, con base en la metodología de los Marcos de Evaluación de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad⁹³, Marcos de Evaluación Presión-Estado- Respuesta INEGI/PER⁹⁴ así como, con la selección de ocho Leyes Nacionales y la Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994 utilizada y aplicada por el Consejo

⁹¹Con base en MESMIS, *Op. cit.*, pág. 74, Recuadro 1.

⁹² La metodología MESMIS los refiere también, como atributos.

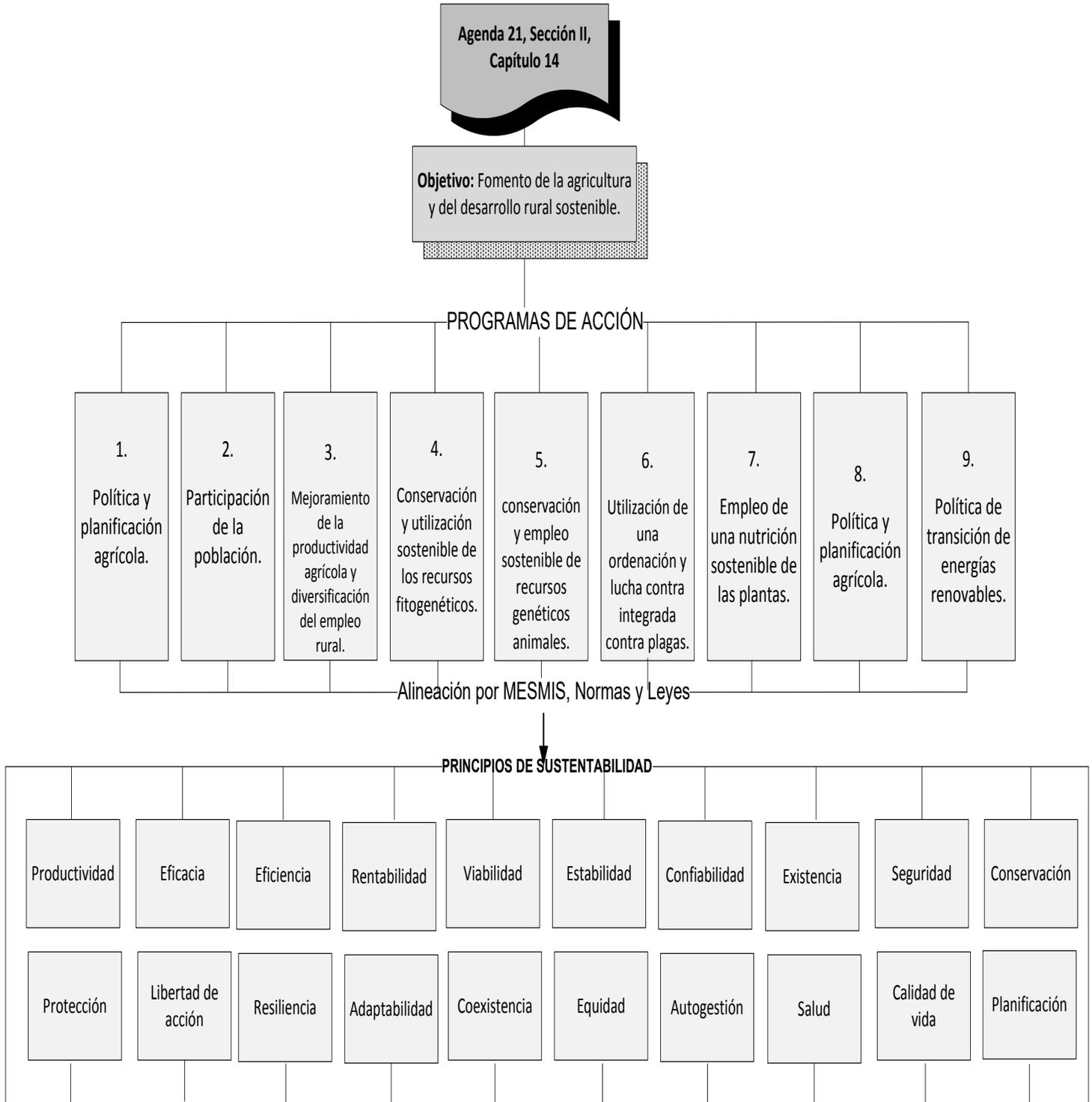
⁹³ (Astier, Marta; Maser, Omar R.; Galván, Miyoshi, Yankuic (coord.), 2008)

⁹⁴ (México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), SEMARNAT, 2000)

Regulador de la Calidad del Mezcal A.C. (COMERCAM); se analizó esta información y se integraron veinte principios de sustentabilidad ⁹⁵, como guías y orientadores hacia la sustentabilidad, alineados a nueve Programas de Acción, de la Agenda 21 (ONU, 1992), 1ª Sección, Capítulo 14, “Fomento de la agricultura y del desarrollo rural sostenible”, numeral 2, “Participación de la población en la agricultura sostenible”; lo que, asimismo, sustenta esta investigación. Ver la Ilustración 19.

⁹⁵ Principios de sustentabilidad alineados con doce Programas de Acción correspondientes al Programa 2, Sección II, Capítulo 14 de la Agenda 21, utilizando la estructura de los Marcos de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad; INEGI/PER, Normas y Leyes Mexicanas.

Ilustración 19: Programas de acción de la agenda 21.



Fuente: Elaboración con datos de la Agenda 21, ONU, 1992.

De esta manera, las fuentes de información que sirvieron de base para la selección e integración de los veinte principios de sustentabilidad (PS), se muestran en la siguiente Ilustración:

Ilustración 20: Fuentes de información para la selección e integración de los Principios de Sustentabilidad



Fuente: Elaboración con datos de los documentos mencionados

Los 20 principios de sustentabilidad propuestos, se clasificaron o codificaron de la manera siguiente:

PS1. Productividad, PS2. Eficacia, PS3. Eficiencia, PS4. Rentabilidad, PS5. Viabilidad, PS6. Estabilidad, PS7. Confiabilidad, PS8. Existencia, PS9. Seguridad, PS10. Conservación, PS11. Protección, PS12. Libertad de acción, PS13. Resiliencia, PS14. Adaptabilidad, PS15. Coexistencia, PS16. Equidad, PS17. Autogestión, PS18. Salud, PS19. Calidad de vida, PS20. Planificación.

4.6 Enfoque de sistemas y procesos

Considerando el enfoque sistémico de la metodología MESMIS⁹⁶, la medición y evaluación de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero se realiza en esta investigación, a través del modelo de negocios planteado, con enfoque sistémico y de procesos para la obtención de la información. Este enfoque permite analizar de manera estructural a la organización productiva y se utiliza la teoría de la dinámica de sistemas para realizarlo.

Teoría de dinámica de sistemas (DS)

La dinámica de sistemas se utiliza para el análisis de procesos sociales y económicos (Amézquita, López, et al., 2008). Su aplicación permite el planteamiento o generación de marcos de referencia para el análisis y construcción de modelos de interdependencia, entre factores y relaciones asociados con la sociedad y la economía. Propicia su desarrollo en modelos de simulación en ordenadores o computadoras⁹⁷. Asimismo, esta teoría, se utilizó para identificar de manera cualitativa, a partir de los Principios de Sustentabilidad, los criterios de diagnóstico en el marco de la evaluación del sistema de manejo. Estos criterios se identificaron como factores de la producción, relaciones asociadas al Trinomio sociedad-economía-medioambiente, e impactos ambientales causados. La Ilustración 21, muestra los componentes del marco de evaluación del sistema de manejo; y la 22, la integración metodológica, de acuerdo con MESMIS.

⁹⁶ Con base en Astier, et. al, *Op. cit.*, pp. 86-88

⁹⁷ Con base en Jay W. Forrester, 1995. p. 8

Ilustración 21: Marco de Evaluación del Sistema de Manejo

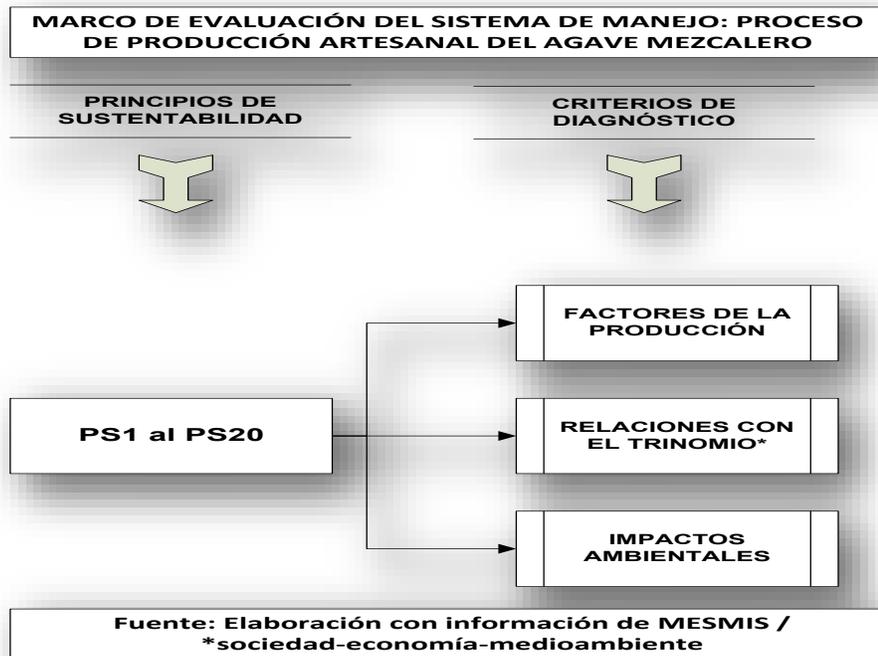


Ilustración 22: Definición y descripción del sistema de manejo por metodología MESMIS

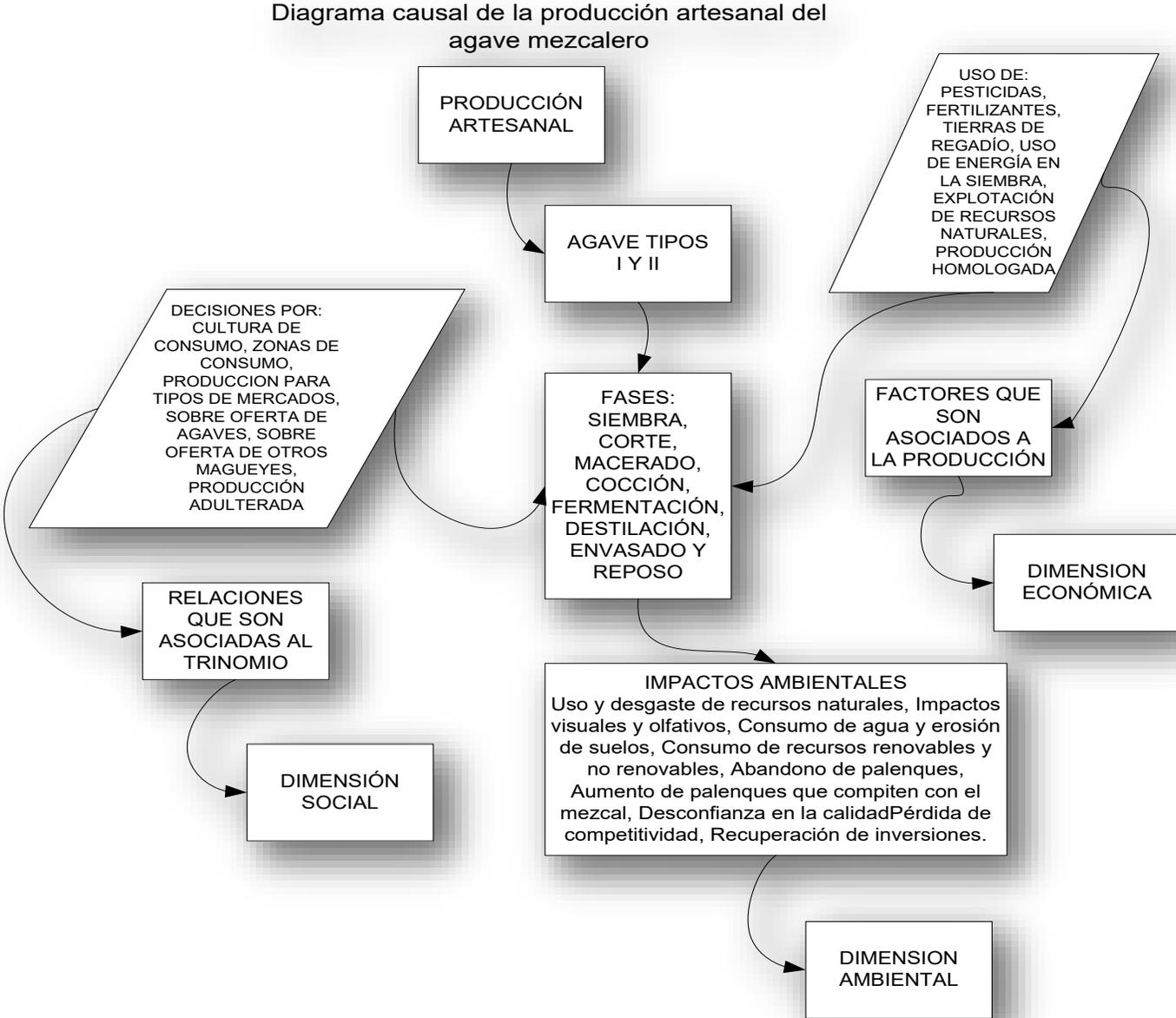


Fuente: Elaboración con base en MESMIS⁹⁸

⁹⁸ *Op cit.* Pág. 64

A continuación se muestra el esquema de dinámica de sistemas que se utilizó en la obtención de la información, aplicando el enfoque de sistemas, ver Ilustración siguiente.

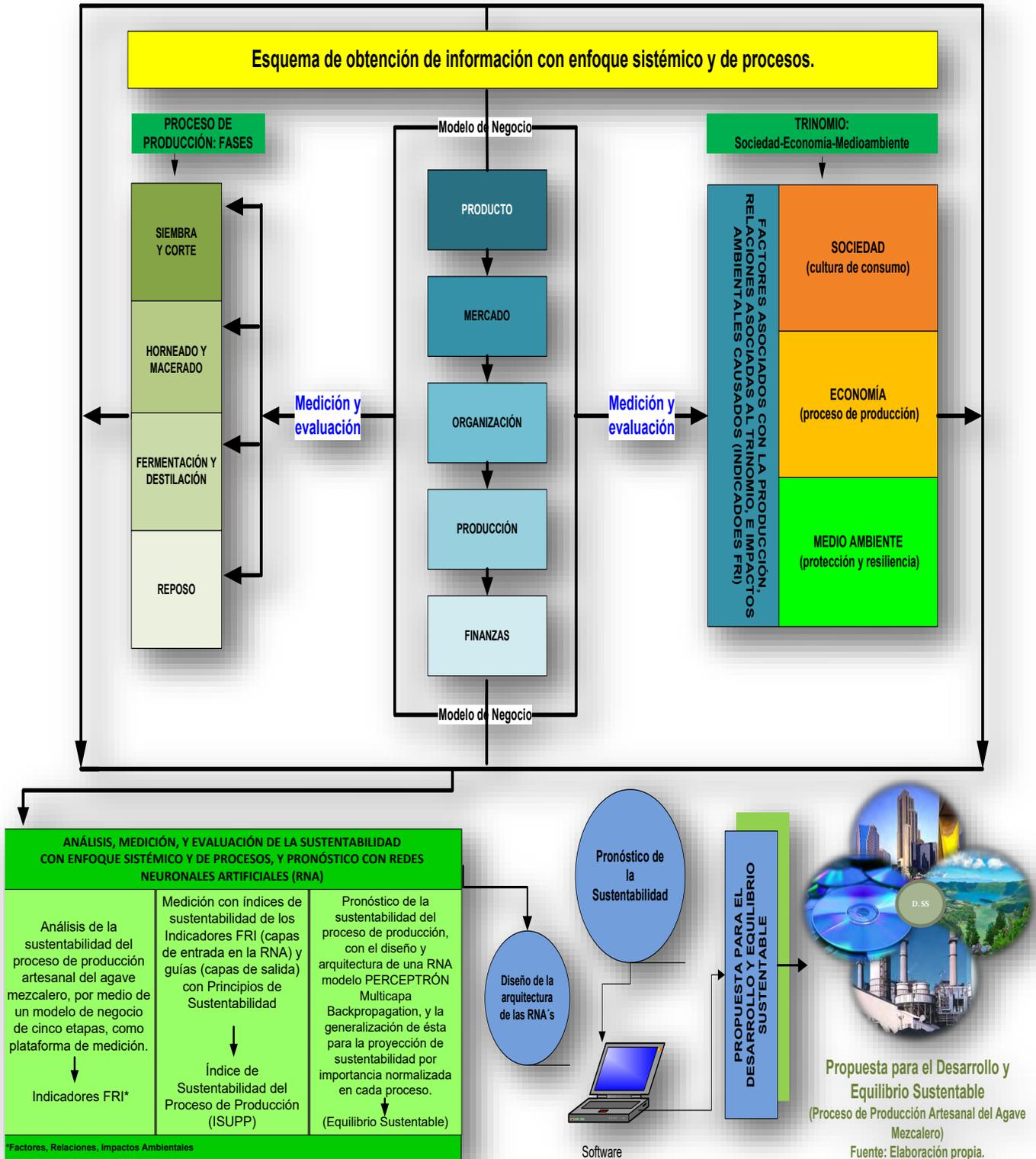
Ilustración 23: Diagrama de causalidad en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero



Fuente: Elaboración propia

El diagrama de causalidad anterior, permitió elaborar un diseño de esquema para la obtención de información en campo. Ver Ilustración 24.

Ilustración 24: Esquema de obtención de información



4.7 Índice de sustentabilidad propuesto, ISUPP

De acuerdo con el esquema de obtención de información anterior, para medir y evaluar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal, se diseñaron índices de sustentabilidad del proceso de producción (ISUPP), para los tipos de Factores asociados a la producción (insumos), para los tipos de Relaciones asociadas con la sociedad, la economía y el medioambiente (variable de tipo decisional), y para los tipos de Impactos Ambientales ocasionados por las dos variables anteriores. Los índices se constituyeron de la manera siguiente:

Índices de los Factores (F):

- a. Factores asociados a la producción, nomenclaturas: FUP, FUF, FTR, FUE, FERN y FPH
- b. Dimensión sustentable sugerida (por expertos de la producción): S (social), E (económica) y M (medioambiente)
- c. Unidades de medida:
 - a. Mg. aplicados / 50 mg. por Kg.
 - b. Kg. Aplicados por ha. / 20 kg-ha.
 - c. Medidas de seguridad para el trabajador / requerimientos según la NOM-021-RECNAT-2000
 - d. % de riego / 2% de tierras cultivadas
 - e. Litros de diésel utilizado / 9 litros de diésel por hora
 - f. Kilos de madera de mezquite o encino para el horneado y cocción por un lote de 3000 litros / 250 kilos de madera (producción de 19.05 kg. de CO₂)
 - g. Número de trabajadores-jornaleros p-lote / promedio de trabajadores-jornaleros al año (8 en 180 días)
 - h. Número de plantas sembradas, cortadas / 720 plantas-lote para 3000 lts. (1 planta-15 hijuelos)
 - i. Litros de agua-horneado-fermentación-cocción / 100 a 1000 lts. de agua (lote 3000 lts)
 - j. Combustión de kilos de mosto de agave / 720 plantas-lote 3000 lts.
 - k. Precio por litro de agave / 720 plantas-lote 3000 lts.
 - l. Precio por barril para agave / 720 plantas-lote 3000 lts.

- m. Litros (kgs) de gas metano por mosto de agave / 720 plantas-lote 3000 lts.
 - n. Porcentaje de homologación por litro / 20% de homologación s/NOM-070
 - o. Precio por litro s/% de homologación de mezcal / 20% de homologación s/NOM-070
- b- Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes:
- a. Principios, Agenda 21 y MESMIS
 - b. Normas y Leyes
 - NOM-045-SSA1-1993 (50mg por kg) Plaguicidas, Productos para uso Agrícola, Forestal, Pecuario, de Jardinería, Urbano e Industrial. Etiquetado.
 - Ley Agraria, Art. 52 y 54 (2 % / tierras cultivables) El uso o aprovechamiento de las aguas ejidales corresponde a los propios ejidos y a los ejidatarios, según se trate de tierras comunes o parceladas.
 - Principio de Eficiencia (9 litros de diésel / ha.). Optimización de recursos.
 - NOM-098-SEMARNAT-2002 Protección ambiental incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisiones de contaminantes.
 - Principio de calidad de vida (%Alimentación, vivienda, vestido, educación obtenidos por año/Porcentaje de recursos planeados por año).
 - Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Título III (Aprovechamiento / ha.).
 - NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
 - NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.
 - NOM-070-SCFI-1994 (20% otros carbohidratos), Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.

Ver la conformación de índices de los Factores (F), en la Tabla 33:

Tabla 33: Conformación de índices de los factores (F)

FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN (INSUMOS)				
Factores asociados a la producción		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
FUP	Uso de pesticidas agrícolas (FUP)	S-M	mg aplicados / 50 mg por kg	NOM-045-SSA1-1993 (50mg por kg) Plaguicidas, Productos para uso Agrícola, Forestal, Pecuario, de Jardinería, Urbano e Industrial. Etiquetado.
FUF	Uso de fertilizantes (FUF)kgs	S-M	Kg aplicados por ha. / 20 kg/ha.	NOM-021-RECNAT-2000 (20kg / ha.) Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos, Estudio, Muestreo y Análisis
FUF	Uso de fertilizantes (FUF)ms	S-E-M	Medidas de seguridad para el trabajador / requerimientos NOM-021-RECNAT-2000	NOM-021-RECNAT-2000 (20kg / ha.) Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos, Estudio, Muestreo y Análisis
FTR	Tierra de regadío como porcentaje de tierras cultivables para otros usos (FTR)	S-E	% riego / 2% tierras cultivables	Ley Agraria, Art. 52 y 54 (2 % / tierras cultivables) El uso o aprovechamiento de las aguas ejidales corresponde a los propios ejidos y a los ejidatarios, según se trate de tierras comunes o parceladas.
FUE	Uso de energía en la agricultura (FUE)disel	E-M	Litros Diesel utilizado / 9 litros de disel por hora	Principio de Eficiencia (9 litros de disel / ha.). Optimización de recursos
FUE	Uso de energía en la agricultura (FUE)kgs	E-M	Kilos de madera de mezquite o encino para el horneado y cocción lote 3000 litros /250 kilos madera, producc. 19.05 kg de CO2	NOM-098-SEMARNAT-2002 Protección ambiental incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisiones de contaminantes.
FUE	Uso de energía en la agricultura (FUE)pe	S-E	Número de trabajadores-jornaleros p-lote / promedio de jornaleros al año (8/180 días)	Principio de calidad de vida (%Alimentación, vivienda, vestido, educación obtenidos por año/Porcentaje de recursos planeados por año)

FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN (INSUMOS)				
Factores asociados a la producción	Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes	
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)ptas	E-M	Número de plantas sembradas o cortadas / 720 plantas-lote 3000 lts (1 planta-15 hijuelos)	Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Título III (Aprovechamiento / ha.)
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)lts	E-M	Litros de agua-horneado-fermentado-cocción/ 100-1000 litros de agua lote-3000 lts	NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)kgs	S-E-M	Combustión de kilos de mosto de agave / 720 plantas-lote 3000 lts	NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)pesos	S-E-M	Precio litros de agave / 720 plantas-lote 3000 lts	PS4 Rentabilidad. Generación de ganancias económicas
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)brl	S-E	Precio barril de agave / 720 plantas-lote 3000 lts	PS4 Rentabilidad. Generación de ganancias económicas
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)gas	S-E-M	litros de gas mosto de agave / 720 plantas-lote 3000 lts	PS4 Rentabilidad. Generación de ganancias económicas
FPH	Producción Homologada (FPH)%	S-E	Porcentaje de homologación por litro / 20% de homologación	NOM-070-SCFI-1994 (20% otros carbohidratos), Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.
FPH	Producción Homologada (FPH)pesos	S-E-M	Precio por litro s-porcentaje de homologación de mezcal / 20% de homologación s-NOM-070	NOM-070-SCFI-1994 (20% otros carbohidratos), Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.

Fuente: Elaboración con datos obtenidos en campo.

Índices de las Relaciones (R):

- a. Relaciones asociadas al Trinomio: sociedad, economía y medioambiente, nomenclaturas: RCC, RZC, RPM, RSOM, ROOM y RPA
- b. Dimensión sustentable sugerida (por expertos de la producción): S (social), E (económica) y M (medioambiente)
- c. Unidades de medida:
 - a. % de grados de alcohol de mezcal demandado / % de grados conforme a NOM-070-SCFI-1994
 - b. Gramos por 100 ml. de metanol en mezcal demandado / .790 g-cm³, conforme a NOM-070-SCFI-1994
 - c. Tipo de mezcal demandado / Tipo de mezcal I o II, conforme a NOM-070-SCFI-1994
 - d. Cantidad en litros de mezcal producido-lote / Cantidad en litros de mezcal producido-lote / Cantidad en litros de mezcal planeado-lote de 3000 lts.
 - e. Inversión preparación tierra de siembra-lote / Energía utilizada en diesel, lote 3000 lts.
 - f. Inversión en madera para cocción del agave en horno de piedra, piñas de agave / 15,000 pesos, (250 kgs. de madera p-lote de 3000 lts)
 - g. Inversión en barriles de 500 a 800 lts / 10 mil a 15 mil pesos (promedio c.u.)
 - h. Número de plantas sembradas de más por ha.-año / Número de plantas sembradas planeadas por ha.-año
 - i. Número de plantas sembradas de otros magueyes por lote / Número de plantas sembradas permitidas por lote (100)
 - j. Cantidad producida en litros de mezcal adulterado-gas metano / Cantidad producida en litros de mezcal lote permitido conforme a NOM-070 (100-300 mg/100 ml)
 - k. Cantidad producida en litros de mezcal adulterado lote / Cantidad producida en litros de mezcal permitido lote, conforme a NOM-070
- d. Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes:
 - a. Nomenclatura
 - b. Principios, Agenda 21 y MESMIS

Ver la Tabla 34, de conformación de índices de las Relaciones (R):

Tabla 34: Conformación de índices de las relaciones (R)

RELACIONES ASOCIADAS AL TRINOMIO: SOCIEDAD-ECONOMÍA-MEDIOAMBIENTE					
Relaciones asociadas al trinomio: sociedad-economía-medioambiente		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Nomenclatura	Principios de Sustentabilidad (sugeridos por expertos del proceso) con base en la Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
RCC	Cultura de consumo (RCC)alc	S	% Grados de alcohol de mezcal demandado/ 35-55% grados conforme a NOM-070-SCFI-1994	PS7	Confiabilidad
RCC	Cultura de consumo (RCC)mtol	S	Gramos por 100 ml. de metanol en mezcal demandado/ .790 g-cm ³ , conforme a NOM-070-SCFI-1994	PS9	Seguridad
RZC	Zonas de consumo, geográfica (RZC)	S-E	Tipo de mezcal demandado / Tipo de mezcal I o II, conforme a NOM-070-SCFI-1994	PS12	Libertad de acción
RPM	Producción para el mercado (RPM)lts	S-E	Cantidad en litros de mezcal producido-lote/ Cantidad en litros de mezcal planeado-lote 3000	PS1	Productividad
RPM	Producción para el mercado (RPM)disel	E	Inversión preparación tierra de siembra-lote/ Energía utilizada-lote 3000	PS9	Seguridad

Continúa en la siguiente página...

RELACIONES ASOCIADAS AL TRINOMIO: SOCIEDAD-ECONOMÍA-MEDIOAMBIENTE					
Relaciones asociadas al triomio: sociedad-economía-medioambiente		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad- Economía- Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Nomenclatura	Principios de Sustentabilidad (sugeridos por expertos del proceso) con base en la Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
RPM	Producción para el mercado (RPM)pesos	E	Inversión en madera cocción del agave en horno de piedra piñas de agave/250 kgs de madea p-lote 3000 (\$15,000 pesos).	PS13	Resiliencia
RPM	Producción para el mercado (RPM)brl	E	Inversión en barriles de 500 a 800 lts/\$10,000-\$15,000 pesos c.u. mín-máx.	PS4	Rentabilidad
RSOM	Sobre oferta del agave mezcalero (RSOM)ptas	E-M	Número de plantas sembradas o preparadas de más, por ha. / Número de plantas sembradas ha.. planeadas promedio planeado-año (500-lote 3000 lts)	PS20	Planificación
ROOM	Sobre oferta de otros magueyes (ROOM)	E-M	Número de plantas sembradas de otros magueyes por lote /Número de plantas sembradas permitidas por lote (100)	PS15	Coexistencia
RPA	Producción adulterada (RPA)lts-kg-metano	S-M	Cantidad producida en litros de mezcal adulterado lote metano / Cantidad producida en litros de mezcal lote permitido conforme a NOM-070-SCFI-1994, metano(lts-kg. Sólido)	PS7	Confiabilidad
RPA	Producción adulterada (RPA)%	S	Cantidad producida en litros de mezcal adulterado lote / Cantidad producida en litros de mezcal lote permitido conforme a NOM- 070-SCFI-1994	PS9	Seguridad

Fuente: Elaboración con datos obtenidos en campo.

Índices de los Impactos Ambientales (I):

- a. Impactos ambientales generados por Factores y Relaciones, nomenclaturas: UDRN, IVO, CAES, CRRNR, AP, APCM, DC, PC y RI
- b. Dimensión sustentable sugerida (por expertos de la producción): S (social), E (económica) y M (medioambiente)
- c. Unidad de medida:
 - a. Litros producidos de mezcal, desgaste del valor de la plantación Kgs. Agave en absorción CO₂ / Litros esperados de mezcal, 3000 lts. con desgaste del valor total de la plantación Kgs. agave - . Absorción 228.6 Kg. de CO₂. Valor de la plantación kgs. agave
 - b. Desgaste de hectáreas, por valor de la plantación Kgs. Agave- lote 3000 lts. (Absorción CO₂, 90kgs-ha) / Desgaste por hectárea planeado, 1 ha. (Absorción 228.6 Kg. de CO₂) por valor total de la plantación Kgs. agave - lote para 3000 litros de mezcal
 - c. Kilos de pesticida usados, valor de la plantación ha-720 plantas de Agave / Kilos pesticida ha. Planeado 1-5 (absorción CO₂ 90 kgs)
 - d. Toneladas de basura-bagazo por lote / 1 tonelada, 76.2 kgs de CO₂-lote
 - e. Árboles cortados por lote, captación de agua litros año / Total árboles planeados, 1 lote 3000 lts, captación de 1.5 litros de agua promedio
 - f. Consumo de agua litros-lote / Total 100 litros agua por lote 3000
 - g. No de plantas de agave cortadas por ha. 3000 litros agave (720) / Total de plantas por ha. (720 promedio)
 - h. No de Palenques abandonados-año / No de Palenques totales-año
 - i. No de Palenques para otros usos-año / No de Palenques totales existentes , 61 registrados en COMERCAM
 - j. Litros de mezcal no consumidos por año / Litros consumidos promedio año anterior (máx. no consumido 10%)
 - k. % disminución de ventas último año / % incremento ventas promedio últimos 3 años, 5%; sobre promedio 3000 litros-año/ (320,000 pesos lote-promedio)
 - l. Ingresos recuperados / Costo de ventas, -150,000 promedio-lote 3000 lts (para cálculo de TIR y VAN)

- m. Utilidad neta / Ventas; y cálculo de TIR y VAN
- n. Ingresos recuperados por barriles / Ventas (cálculo de TIR y VAN)
- d. Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes:
 - a. Principios, Agenda 21 y MESMIS

Ver la conformación de índices de los Impactos (I), en la Tabla 35:

Tabla 35: Conformación de índices de los impactos (I)

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS				
Impactos ambientales		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
UDRN	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)lts	E-M	Litros producidos de mezcal, desgaste del valor de la plantacion Kgs. Agave en absorción CO2 / Litros esperados de mezcal , 3000 lts. con desgaste del vaLor total de la plantación Kgs. agave - . Absorción 228.6 Kg. de CO2.	PS6 Estabilidad
UDRN	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)has	E-M	Desgaste de hectáreas por valor de la plantacion Kgs. Agave- lote 3000 lts. (Absorción CO2,90kgs-ha) / Desgaste por hectárea planeado 1 ha. (absorción 228.6 Kg. de CO2), por valor total de la plantación Kgs. agave - lote para 3000 litros de mezcal	PS6 Estabilidad
UDRN	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)kgs-pest	E-M	Kilos de pesticida usados, valor de la plantacion ha-720 plantas de Agave / Kilos pesticida ha. Planeado 1-5 (absorción CO2 90 kgs)	PS6 Estabilidad
IVO	Impactos visuales y olfativos (IVO) basura	M	Tonelada de basura-bagazo por lote / 1 tonelada, 76.2 kgs de CO2-lote	PS10 Conservación
IVO	Impactos visuales y olfativos (IVO) diesel	M	Litros diesel km aplicados-lote /1-2 lts, 3 - 9 km de recorrido planeado, .42 kg de CO2	PS10 Conservación
CAES	Consumo de agua y erosión de suelos (CAES)arb	M	Árboles cortados por lote-captación agua litros año / Total árboles 1 por lote-captación agua 1.5 litros prom. ***	PS14 Adaptabilidad

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS				
Impactos ambientales		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
CAES	Consumo de agua y erosión de suelos (CAES)	S-E	Consumo de agua litros-lote / Total 100 litros agua por lote 3000	PS 5 Viabilidad
CRRNR	Consumo de recursos renovables y no renovables (CRRNR)	S-M	No de plantas de agave cortadas por ha. 3000 litros agave (720) / Total de plantas por ha. (720 promedio).	PS8 Existencia
AP	Abandono de palenques (AP)	S	No de Palenques abandonados-año / No de Palenques totales-año	PS1 Productividad
APCM	Aumento de palenques que compiten con el mezcal (APCM)	S	No de Palenques para otros usos-año / No de Palenques totales existentes , 61 registrados en COMERCAM	PS10 Conservación
DC	Desconfianza en la calidad (DC)	S-E	Litros no consumidos por año / Litros consumidos promedio año anterior (máx. no consumido 10%)	PS4 Rentabilidad
PC	Pérdida de competitividad (PC)	E	% disminución de ventas último año / % incremento ventas promedio últimos 3 años, 5%; sobre promedio 3000 litros-año/ (320,000 pesos lote-promedio)	PS2 Eficacia
RI	Recuperación de inversiones (RI)ing	E	Ingresos recuperados / Costo de ventas, - 150,000 promedio-lote 3000 lts (para cálculo de TIR y VAN)	PS4 Rentabilidad
RI	Recuperación de inversiones (RI)vtas	E	Utilidad neta / Ventas (cálculo de TIR y VAN)	PS4 Rentabilidad
RI	Recuperación de inversiones (RI)brs	E	Ingresos recuperados por barriles / Ventas (cálculo de TIR y VAN)	PS4 Rentabilidad

Fuente: Elaboración con datos obtenidos en campo.

Índices de los Principios Sustentables:

- Nomenclatura: PS1, PS2, PS3, PS4, PS5, PS6, PS7, PS8, PS9, PS10, PS11, PS12, PS13, PS14, PS15, PS16, PS17, PS18, PS19, PS20
- Principios de Sustentabilidad, con base en Agenda 21, MESMIS⁹⁹, Normas y Leyes:

⁹⁹ Con base en Astier, Macera y Galván, *Op. Cit.*, Cuadro 3: Atributos y objetivos, pág. 50

1 Productividad, 2 Eficacia, 3 Eficiencia, 4 Rentabilidad, 5 Viabilidad, 6 Estabilidad, 7 Confiabilidad, 8 Existencia, 9 Seguridad, 10 Conservación, 11 Protección, 12 Libertad de acción, 13 Resiliencia, 14 Adaptabilidad, 15 Coexistencia, 16 Equidad, 17 Autogestión, 18 Salud, 19 Calidad de vida, 20 Planificación.

- c. Descriptor de los principios (ver Tabla 4.7)
- d. Impactos ambientales generados por Factores y Relaciones, nomenclaturas: UDRN, IVO, CAES, CRRNR, AP, APCM, DC, PC y RI
 - a. Uso y desgaste de recursos naturales
 - b. Impactos visuales y olfativos
 - c. Consumo de agua y erosión de suelos
 - d. Consumo de recursos renovables y no renovables
 - e. Abandono de palenques
 - f. Aumento de palenques que compiten con el mezcal
 - g. Desconfianza en la calidad
 - h. Pérdida de competitividad
 - i. Recuperación de inversiones
- e. Dimensión sustentable sugerida (por expertos de la producción): S (social), E (económica) y M (medioambiente)
- f. Índices de Sustentabilidad del Proceso:
 - a. $PS1 = \text{resultados de la producción-lote} / \text{medios utilizados}$
 - b. $PS2 = \text{resultados por lote} / \text{objetivos planeados por lote}$
 - c. $PS3 = \text{medios utilizados} / \text{recursos totales}$
 - d. $PS4 = \text{utilidades netas por lote} / \text{ventas por lote}$
 - e. $PS5 = \% \text{ recursos utilizados por lote} / \% \text{ recursos existentes-lote}$
 - f. $PS6 = \text{Número de plantas utilizadas por lote-ha.} / \text{Número de hijuelos plantados-planeados por lote-ha.}^{**}(1,440)$
 - g. $PS7 = \% \text{ de insumos según la NOM-070 aplicados por lote} / \% \text{ total de recursos disponibles-lote}$
 - h. $PS8 = \text{No de plantas cortadas por ha.} / \text{Total de plantas existentes por ha. planeadas}$

- i. PS9= Número de programas de mantenimiento a equipos de producción aplicados año / Número de programas de mantenimiento planeados año
- j. PS10= kilos de basura-bagazo por lote 3000 lts / kilos de basura-lote 3000 lts (1000 kgs, equivalentes a 76.2ks de CO2^{***})
- k. PS11= % programas institucionales utilizados / % total de programas existentes
- l. PS12= % de técnicas de producción artesanal según la NOM-070 utilizadas por lote / % total de técnicas de producción-lote de acuerdo a la NOM-070
- m. PS13= % del sistema productivo impactado por ha-año / % total de recuperación del sistema productivo por-ha-año
- n. PS14= % del tipo de agave producido-lote / % del tipo de agave permitido por la NOM-070 por lote
- o. PS15= Total de plantas de otros agaves utilizados por lote / Total de plantas de otros agaves planeados-permitidos por lote
- p. PS16= % utilidades de la producción-lote repartidos / % utilidades totales generados
- q. PS17= % de mezcal homologado por lote / % de mezcal homologado permitido por la NOM-070 por lote (20%)
- r. PS18 = % de normas de producción y salud aplicadas-lote / % de normas de producción y salud planeadas por lote
- s. PS19= % de alimentación, vivienda, vestido, y educación obtenidos por Palenque por año / % planeado-obtenido por Palenque por año
- t. PS20= % de siembra de plantas agave por ha-año / % de siembra de plantas de agave planeadas por ha-año.

Ver la tabla de conformación de índices de los Principios de Sustentabilidad, siguiente:

Tabla 36: Conformación de índices de los principios

PRINCIPIOS DE SUSTENTABILIDAD: GUÍAS ORIENTADORES HACIA LA SUSTENTABILIDAD				
Nomenclatura	Principios de Sustentabilidad con base en: Agenda 21, MESMIS****, Normas y Leyes	Descriptor	Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Índices de Sustentabilidad del Proceso de Producción ISUPP*
PS1	Productividad	Lograr los Principios de Eficacia y Eficiencia en la producción artesanal del agave mezcalero	S-E-M	Resultados de la producción-lote/ Medios utilizados
PS2	Eficacia	Logro de resultados planeados	S-E-M	Resultados / Objetivos planeados por lote
PS3	Eficiencia	Optimización de recursos utilizados	S-E-M	Medios / Recursos totales
PS4	Rentabilidad	Generación de ganancia socio-económica	S-E	Utilidades neta por lote / Ventas por lote
PS5	Viabilidad	Contar con recursos humanos, técnicos y financieros	S-E-M	% recursos utilizados por lote / % recursos existentes-lote
PS6	Estabilidad	Considerar equilibrios socio-económicos-ambientales	S-E-M	Número de plantas utilizadas por lote-ha. / Número de hijuelos plantados- planeados por lote-ha.**(1,440)
PS7	Confiabilidad	Proporcionar y utilizar insumos de acuerdo a normas y leyes	S-M	% de insumos según la NOM-070 aplicados por lote / % total de recursos disponibles-lote
PS8	Existencia	Considerar la planeación de inventarios	M	No de plantas cortadas por ha por lote / Total de plantas existentes por ha planeadas
PS9	Seguridad	Considerar el Principio de Confiabilidad y aplicar programas de mantenimiento y seguridad en equipos y el personal	S-E-M	Número de programas de mantenimiento a equipos de producción aplicados año / Número de programas de mantenimiento planeados año
PS10	Conservación	Considerar los Principios de Existencia, Resiliencia y Planeación.	M	kilos de basura-bagazo por lote 3000 lts / kilos de basura-lote 3000 lts (1000 kgs, equivalentes a 76.2ks de CO2***)

Nomenclatura	Principios de Sustentabilidad con base en: Agenda 21, MESMIS****, Normas y Leyes	Descriptor	Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Índices de Sustentabilidad del Proceso de Producción ISUPP*
PS11	Protección	Considerar programas de protección al personal	S-E	% programas institucionales utilizados / % total de programas existentes
PS12	Libertad de acción	Aplicar los métodos de producción artesanales, sin descuido de la NOM-070-SCFI-1994	E-M	% de técnicas de producción artesanal según la NOM-070 utilizadas por lote / % total de técnicas de producción-lote de acuerdo a la
PS13	Resiliencia	Considerar las cargas máximas y tiempos de recuperación en la regeneración del medioambiente de los agaves mezcaleros	M	% del sistema productivo impactado por ha-año / % total de recuperación del sistema productivo por-ha-año
PS14	Adaptabilidad	Producir con especies de agaves permitidos por la NOM-070 para el mercado.	S-M	% del tipo de agave producido-lote / % del tipo de agave permitido por la NOM-070 por lote
PS15	Coexistencia	Considerar sólo la plantación de agaves permitidos por la NOM-070 y la plantación hasta un máximo planeado de otras plantas de agave.	S-M	Total de plantas de otros agaves utilizados por lote / Total de plantas de otros agaves planeados-permitidos por lote
PS16	Equidad	Compartir ganancias productivas con el personal .	S	% utilidades de la producción-lote repartidos / % utilidades totales generados
PS17	Autogestión	Considerar la homologación del mezcal hasta el porcentaje permitido por la NOM.	S	% de mezcal homologado por lote / % de mezcal homologado permitido por la NOM-070 por lote (20%)
PS18	Salud	Procurar las Normas de Producción y Sanitarias.	S	% de normas de producción y salud aplicadas-lote / % de normas de producción y salud planeadas por lote
PS19	Calidad de vida	Procurar el desarrollo y mantenimiento socio-económico del personal	S	% de alimentación, vivienda, vestido y educación obtenidos por Palenque por año / % planeado-obtenido por Palenque por año
PS20	Planificación	Planear y considerar las políticas de siembra de agaves por hectáreas, tipos y tiempos.	S-E-M	% de siembra de plantas agaves por ha-año / % de siembra de plantas de agave planeadas por ha-año.

* Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción / **ha.= hectárea / *** Dióxido de Carbono /****MESMIS=Marcos de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Índices de Sustentabilidad, Capítulo 4.6.1

Fuente: Elaboración con datos obtenidos en campo.

Los resultados de la medición de los ISUPP de los Factores, de las Relaciones y de los Impactos Ambientales, permiten evaluar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal, generando en el Modelo de Negocio de cinco etapas, como plataforma de medición y evaluación, una salida binaria denominada “sustentable y no sustentable”, codificada con “1 y 0” respectivamente, como capas de entrada o salida para la RNA. Estos códigos se ingresan como datos de entrada (variable independiente) a la Red Neuronal Artificial, modelo PERCEPTRÓN Multicapa Backpropagation. Asimismo, se ingresan a la Red, los datos de “salida esperada” o de “resultados esperados” (variable dependiente), para obtener una Red entrenada. Estos datos de salida, constituyen la guía en un lenguaje supervisado de la RNA, para obtener los pronósticos mayores de sustentabilidad, en porcentajes de importancia normalizada de los datos de entrada o variables independientes de cada etapa del proceso: producto, mercado, organización, producción y finanzas. Estos porcentajes permiten calificar y generalizar los siguientes grados de sustentabilidad:

- a) Sustentabilidad máxima 100%,
- b) Sustentabilidad alta >90 y <100%,
- c) Sustentabilidad media >70 y <90%,
- d) Sustentabilidad baja >50 y <70% y,
- e) No sustentable <50%.

4.8 Redes Neuronales Artificiales

Las Redes Neuronales Artificiales, surgieron del movimiento conexionista, que nació junto con la inteligencia artificial (IA) simbólica o tradicional, (Vazquez, 2010). Esto fue hacia los años 50 del siglo pasado, con algunos de los ordenadores de la época y las posibilidades que ofrecían. La IA simbólica se basa en que todo conocimiento se puede representar mediante combinaciones de símbolos, derivados de otras combinaciones que representan verdades incuestionables o axiomas. Así pues la IA tradicional asume que su conocimiento es independiente de la estructura simbólica que maneje, siempre y cuando la “máquina” realice algunas operaciones básicas entre ellos. En contraposición, los “conexionistas” intentan representar el conocimiento desde el estrato más básico de la inteligencia: el estrato físico, creen que el secreto para el aprendizaje y el conocimiento se halla directamente relacionado con la estructura del cerebro: concretamente con las neuronas y la interconexión entre ellas, de tal forma que, trabajan con grupos de neuronas, llamadas RNA. Las RNA, son una tecnología computacional que puede utilizarse en un gran número y variedad de aplicaciones, tanto comerciales como militares. Se pueden desarrollar Redes Neuronales Artificiales, en un periodo de tiempo razonable y pueden realizar tareas concretas mejor que otras tecnologías convencionales, incluyendo a los sistemas expertos. Las Redes Neuronales Artificiales, presentan una alta tolerancia a fallos del sistema y proporcionan un alto grado de paralelismo en el proceso de datos. Por esta razón es posible implementar Redes Neuronales Artificiales, de bajo costo. Los modelos de Redes Neuronales Artificiales, más conocidos son los siguientes:

Tabla 37: Principales modelos de Redes Neuronales Artificiales (RNA)

1.- Adaline y Madaline	11.- DRS
2.- ART	12.- FLN
3.- Back-Propagation	13.- Hamming
4.- BAM	14.- Hopfield
5.- The Boltzman Machine	15.- LVQ
6.- Brain-State-in a Box	16.- Perceptron
7.- Cascade-Correlation-Networks	17.- PNN
8.- Counter-Propagation	18.- Recirculation
9.- DBD	19.- SOM
10.- DNNA	20.- SPR

Fuente: Adaptación, Bribiesca 2006

Las Redes Neuronales Artificiales, (también conocidos como software neuronales), son redes de dos o más capas, las cuales tienen como objetivo “asociar a través de un proceso de aprendizaje supervisado, las entradas o estímulos, conocidos como patrones de entrada y patrones de salida”.¹⁰⁰ El modelo PERCEPTRÓN, tiene la capacidad de modelizar y pronosticar resultados de comportamiento, a partir del ingreso de datos como capas de entrada y de salida. El objetivo es obtener el resultado de salida a partir de uno de entrada, con el que fue asociado durante el aprendizaje. De los diferentes tipos de redes listados en el cuadro anterior, se puede generalizar lo siguiente:

- a) Son asociadores de patrones o memorias heteroasociativas
- b) Son redes competitivas o mapas de auto-organización
- c) Son modelos de satisfacción de demanda o de adaptación probabilística
- d) Son redes de pesos fijos

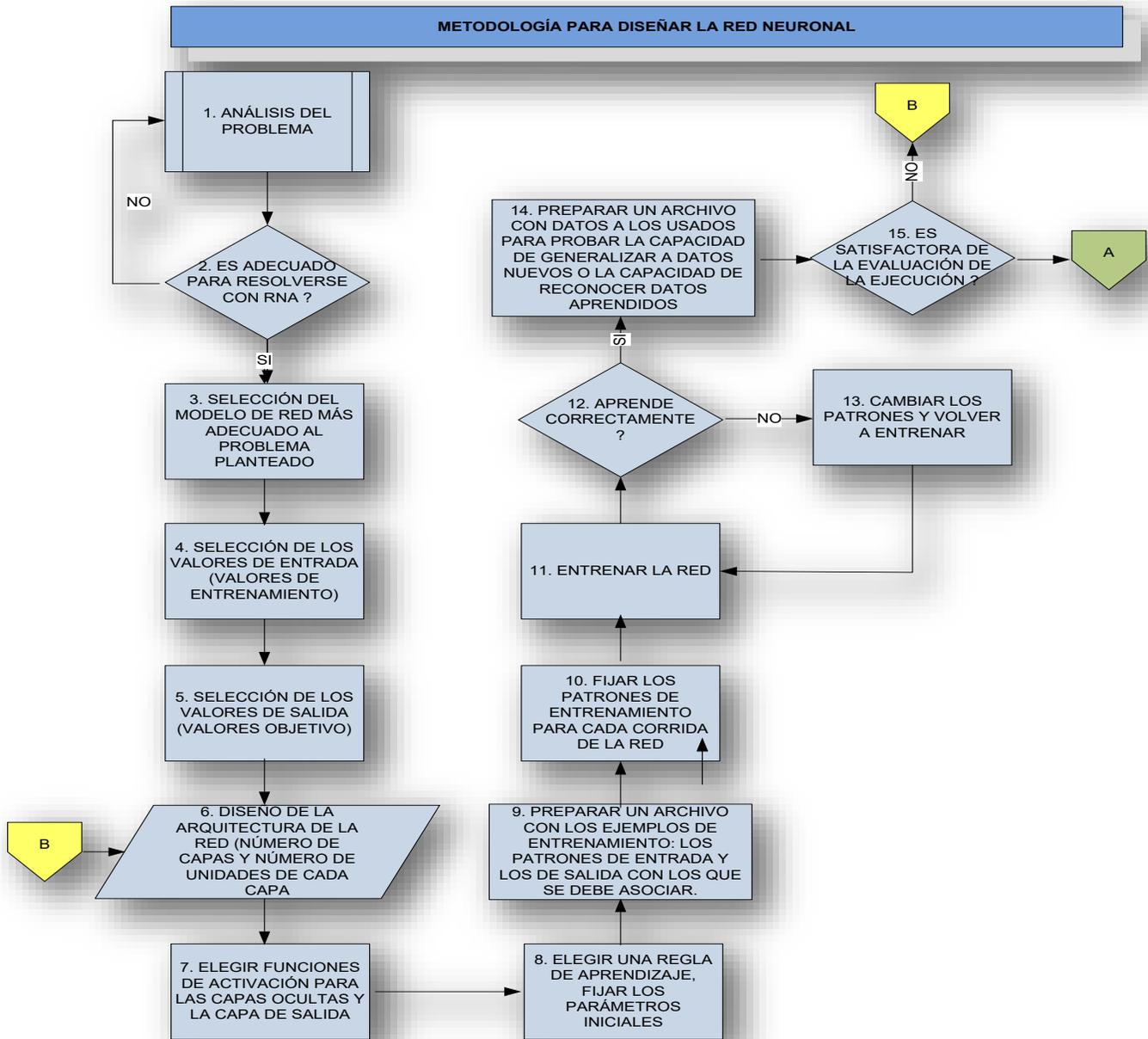
A continuación se hace un análisis para la justificación del uso de una Red Neuronal Artificial, para la obtención de índices de sustentabilidad en la medición a través de índices, de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero.

4.8.1 Justificación del uso de la Red Neuronal Artificial

A partir del análisis de los datos y tipos de información que se requerían analizar, como fuente para la medición de la sustentabilidad del proceso artesanal del agave mezcalero, fue necesario no sólo estudiar diferentes técnicas estadísticas como el análisis multicriterio, el análisis multivariado, análisis de correlación, ecuaciones estructurales y las Redes Neuronales Artificiales, sino hacer una síntesis de la conveniencia de cuál técnica o herramienta a utilizar para dicha medición. De esta manera se llegó a la conclusión de la conveniencia y pertinencia del uso y aplicación de las Redes Neuronales Artificiales, para lo cual se hizo un diagrama de flujo, como justificación del uso de la red. Ver la Ilustración 25.

¹⁰⁰ Ver Cinthya Ivonne Mota Hernández, *Iniciadores de las Redes Neuronales Artificiales*, Instituto Politécnico Nacional, Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Sistemas, 2007, pp. 49-66, 119 pp.

Ilustración 25: Justificación del uso de la Red Neuronal Artificial (RNA)



Fuente: Adaptación (Bribiesca 2006)

Las RNA's son modelos computarizados inspirados en la estructura a bajo nivel del cerebro. Consisten en grandes cantidades de unidades de procesamiento sencillas llamadas neuronas, conectadas por enlaces de varias fuerzas. Las RNA también pueden ser construidas con "hardware" especial o simuladas en computadoras normales (Kohonen, 1982), y se define una

RNA como “una red de elementos simples (usualmente adaptativos) masivamente interconectados en paralelo y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico”. En síntesis, se puede considerar que una RNA es un sistema de procesamiento de información, con ciertas características de comportamiento en común a las Redes Neuronales Artificiales, biológicas.

Las RNA's han sido aplicadas en un gran número de problemas reales de complejidad considerable. Su más importante ventaja es la de resolver problemas que son muy complejos para tecnologías convencionales, problemas que no tienen una solución determinística. Originalmente la Red Neuronal Artificial no dispone de ningún tipo de conocimiento útil almacenado. Para que ejecute una tarea es preciso entrenar o enseñar a la red neuronal. El entrenamiento de una Red Neuronal Artificial se realiza mediante patrones-ejemplo, existiendo dos tipos de aprendizaje: supervisado y no supervisado.

En el aprendizaje supervisado, se incorpora a la red parejas de patrones entrada-salida y la Red Neuronal Artificial aprende a asociarlos. Si el entrenamiento es no supervisado se suministran a la red únicamente los datos de entrada para que extraiga los rasgos característicos esenciales.

Las Redes Neuronales Artificiales, no supervisadas, están relacionadas con modelos estadísticos como el análisis de conglomerados o las escalas multidimensionales. Durante la fase de aprendizaje en la mayor parte de los modelos se produce una variación de los pesos sinápticos, es decir, de la intensidad de interacción entre las neuronas, lo que en terminología estadística equivale a calcular los coeficientes de las funciones de ajuste. Los diferentes modelos neuronales se diferencian en el modelo de neurona, su organización, forma de las conexiones y el algoritmo de aprendizaje que emplea.

Existen multitud de modelos y variantes, más de cincuenta, como son el modelo de Hopfield, Kohonen, el counter-propagation, la resonancia adaptativa o ART, el neocognitrón, etc. La razón fundamental de emplear una RNA reside en su gran capacidad de discernimiento en el reconocimiento de patrones, aún en presencia de "ruido" en los datos de entrenamiento de una red. Esto ha conducido al empleo de las RNA en una gran cantidad de aplicaciones, dentro de los más variados ámbitos: medicina, finanzas, ciencias administrativas, ingeniería, etc. En la actualidad las RNA's aprenden a reconocer patrones por medio de un entrenamiento basado en

varios ejemplos diferentes. Ellas son eficientes en el reconocimiento de patrones en un conjunto de datos. También son efectivas en el aprendizaje de patrones a partir de datos incompletos, con ruido y hasta compuestos por ejemplos contradictorios. La habilidad de manipular estos datos imprecisos, hace que las redes sean muy eficaces en el procesamiento de información sin reglas claras o que no puedan ser formuladas fácilmente.

Arquitectura de la RNA: La arquitectura de una RNA, se puede seleccionar con la manera automática de la red y ésta, genera una red con una capa oculta. Se especifica el número máximo y el mínimo de unidades permitido en la capa oculta, y la selección automática de la arquitectura calcula cuál es el "mejor" número de unidades de la capa oculta. Al seleccionar de manera automática la arquitectura, se utilizan las funciones de activación predeterminadas para las capas ocultas y de salida. Si se elige una arquitectura personalizada, se cuenta con un control de experto sobre las capas ocultas y de salida, y es muy útil cuando se sabe de antemano, qué arquitectura se desea o cuando necesitan refinar los resultados de la selección automática de arquitectura.

Entrada: Las neuronas se modelan mediante unidades de proceso. Cada unidad de proceso se compone de una red de conexiones de entrada, una función de red (de propagación), encargada de computar la entrada total combinada de todas las conexiones, un núcleo central de proceso, encargado de aplicar la función de activación, y la salida, por dónde se transmite el valor de activación a otras unidades. La función de red o de propagación es típicamente la sumatoria ponderada, mientras que la función de activación suele ser alguna función de umbral o una función sigmoïdal.

Capas ocultas: Las capas ocultas contienen nodos de red no observables (unidades). Cada unidad oculta es una función de la suma ponderada de las entradas. Esta función, es la función de activación y los valores de las ponderaciones se determinan mediante el algoritmo de estimación. Si la red contiene una segunda capa oculta, cada unidad oculta de la segunda capa es una función de la suma ponderada de las unidades de la primera capa oculta. La misma función de activación se utiliza en ambas capas. El objetivo de una segunda capa oculta, es obtener mejores resultados de salida o esperados.

Función de activación: Es quizás la característica principal o definitoria de las neuronas, la que mejor define el comportamiento de la misma. Se usan diferentes tipos de funciones, desde simples

funciones simples de umbral a funciones no lineales. Se encarga de calcular el nivel o estado de activación de la neurona en función de la entrada total. La función de activación "relaciona" la suma ponderada de unidades de una capa, con los valores de unidades en la capa correcta.

- Tangente hiperbólica: Función con la forma: $\gamma(c) = \tanh(c) = (e^c - e^{-c}) / (e^c + e^{-c})$. Toma argumentos de valor real y los transforma al rango (-1, 1). Cuando se utiliza la selección automática de arquitectura de la RNA, ésta es la función de activación que se realiza para todas las unidades de las capas ocultas.
- Sigmoide: Función con la forma: $\gamma(c) = 1 / (1 + e^{-c})$. Toma argumentos de valor real y los transforma al rango (0, 1).
- Softmax. Esta función tiene la forma: $\gamma(c_k) = \exp(c_k) / \sum_j \exp(c_j)$. Toma un vector de argumentos de valor real y lo transforma en un vector cuyos elementos quedan comprendidos en el rango (0, 1) y suman 1. Softmax se realiza si todas las variables dependientes son categóricas. Cuando se utiliza la selección automática de arquitectura, ésta es la función de activación para las unidades de la capa de salida si todas las variables dependientes son categóricas.

Conexiones ponderadas. Hacen el papel de las conexiones sinápticas, el peso de la conexión equivale a la fuerza o efectividad de la sinapsis. La existencia de conexiones determina si es posible que una unidad influya sobre otra, el valor de los pesos y el signo de los mismos definen el tipo (excitatorio/inhibitorio) y la intensidad de la influencia.

Función de propagación o de red: Calcula el valor de base o entrada total a la unidad, generalmente como simple suma ponderada de todas las entradas recibidas, es decir, de las entradas multiplicadas por el peso o valor de las conexiones. Equivale a la combinación de las señales excitatorias e inhibitorias de las neuronas biológicas.

Salida: La capa de salida contiene las variables (dependientes) de destino. Calcula la salida de la neurona en función de la activación de la misma, aunque normalmente no se aplica más que la función identidad, y se toma como salida el valor de activación. El valor de salida cumpliría la función de la tasa de disparo en las neuronas biológicas.

4.8.2 Características de las neuronas

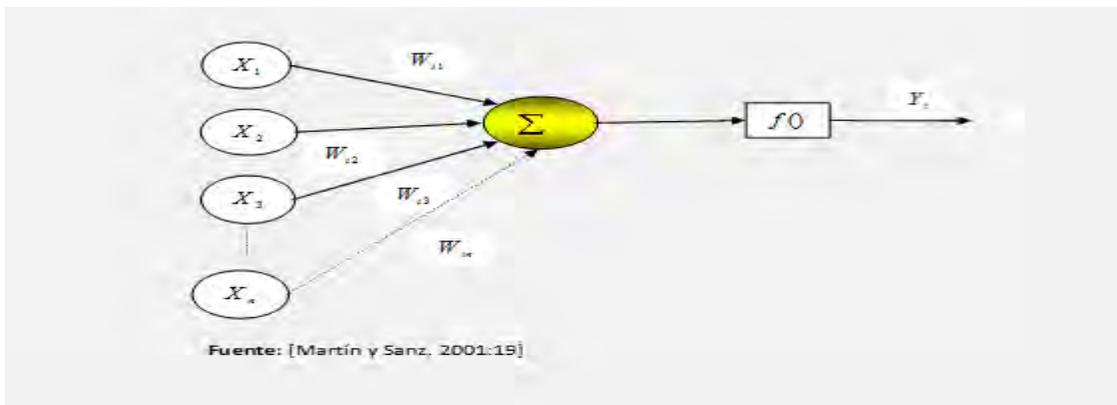
La neurona artificial pretende mimetizar algunas de las características de las neuronas biológicas (Hilera, 1995). Cada neurona i -ésima está caracterizada en cualquier instante por un valor numérico denominado valor o estado de activación para el cual existe una función de salida, f_i , que transforma el estado actual de activación en una señal de salida, y_i . Dicha señal es enviada a través de los canales de comunicación unidireccionales a otras unidades de la red; en estos canales la señal se modifica de acuerdo con la sinapsis (el peso, W_i) asociada a cada uno de ellos según una determinada regla generando así la suma ponderada. Las señales de entrada a una neurona artificial X_1, X_2, \dots, X_n son variables continuas en lugar de pulsos discretos, como se presentan en una neurona biológica. Cada señal de entrada pasa a través de una ganancia o peso, llamado peso sináptico o fortaleza de la conexión cuya función es análoga a la de la función sináptica de la neurona biológica. Los pesos pueden ser positivos (excitatorios), o negativos (inhibitorios), el nodo sumatorio acumula todas las señales de entradas multiplicadas por los pesos o ponderadas y las pasa a la salida a través de una función umbral o función de transferencia. La entrada neta a cada unidad puede escribirse de la siguiente manera:

$$neta_i = \sum_{i=1}^n W_i X_i = \vec{X} \vec{W}$$

Ecuación 1

Una idea clara de este proceso se muestra en la Ilustración 26, donde puede observarse el recorrido de un conjunto de señales que entran a la neurona.

Ilustración 26 Modelo matemático de una neurona como unidad de proceso



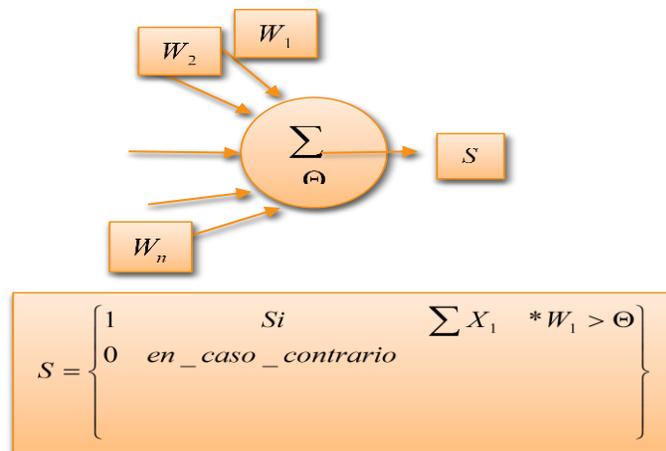
Las entradas X_n representan las señales que provienen de otras neuronas y que son capturadas por las dendritas. Los pesos W_i son la intensidad de la sinapsis que conectan dos neuronas; tanto X_n como W_i son valores reales. f Es la función de transferencia.

Una vez que se ha calculado la activación del nodo, el valor de salida equivale a la ecuación 2.

$$x_i = f_i(\text{net}_i) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde f_i representa la función de activación para esa unidad, que corresponde a la función escogida para transformar la entrada net_i en el valor de salida x_i y que depende de las características específicas de cada red. Primeros Modelos Computacionales, (Isasi, 2004), nos muestra el primer modelo, el cual fue propuesto por Warren McCulloch-Pitts y Walter Pitts en 1943, (McCulloch, 2016), (M. Golden, 1996). El modelo tiene una estructura y funcionamiento simplificado de las células del cerebro con dos estados posibles: apagado (0) y encendido (1), (véase Ilustración 27).

Ilustración 27 Esquema de una neurona de McCulloch-Pitts



Fuente: Isasi, Galván [2004:23]

La célula de McCulloch-Pitts recibe como entrada un conjunto de n valores binarios, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ procedente de las salidas de otras células, o de la entrada a la red; y produce una única salida también binaria, S . Cada célula se caracteriza por $n+1$ valores reales, de los

cuales n son los pesos de las conexiones (w_i) correspondientes a las entradas x_i , y el otro es un valor de umbral θ , que puede ser distinto para cada célula. La célula opera en lapsos discretos. La forma de procesar la entrada es la siguiente: la neurona se activará y, por lo tanto, producirá un valor 1, si la suma de entradas multiplicada por los pesos supera al umbral θ .

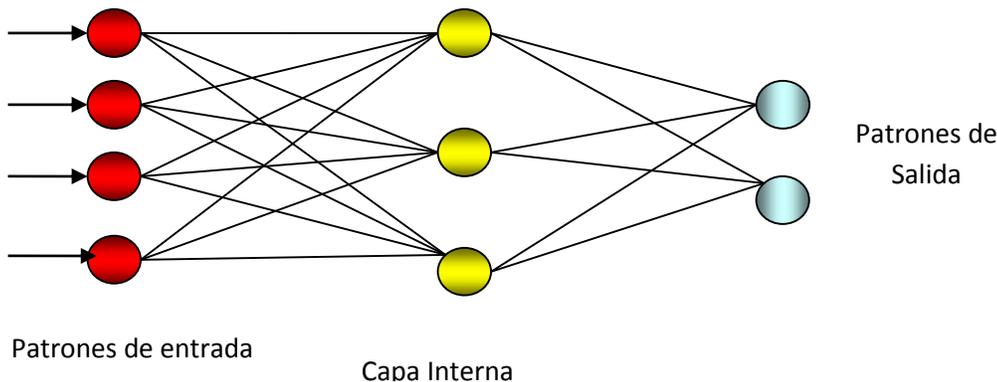
$$S(t+1) = \begin{cases} 1 & \sum_i w_i x_i(t) > \theta \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

A partir de este modelo, se define el primer modelo de red neuronal.

Una RNA podría definirse, según Galván¹⁰¹ como “un grafo cuyos nodos están constituidos por unidades de proceso idénticas, y que propagan información a través de los arcos. En este grafo se distinguen tres tipos de nodos: los de entrada, los de salida y los intermedios”.

La Ilustración 28 muestra el ejemplo de una unidad típica de proceso de una RNA. A la izquierda se ve una serie de entradas; cada una llega de la salida de otra neurona de la red. Una vez calculada de la salida de una neurona, ésta se propaga, vía conexiones de salida, a las células destino. Todas las conexiones de salida reciben el mismo valor de salida.

Ilustración 28: Esquema de una red de tres capas totalmente interconectadas



Fuente: Isasi, Galván [2004:7]

El funcionamiento de la red consiste en que para cada vector de entrada, éste es introducido en la red copiando cada valor de dicho vector en la neurona de la entrada correspondiente. Cada

¹⁰¹ Op. cit., 229 pp.

neurona de la red, una vez recibida la totalidad de sus entradas, las procesa genera una salida que es propagada a través de las conexiones entre neuronas, llegando como entrada a la neurona destino. Una vez que la entrada ha sido completamente propagada por toda la red, se producirá un vector de salida, cuyos componentes son cada uno de los valores de salida de las neuronas de salida. El funcionamiento de una red de neuronas por capas como la de la Ilustración 29, puede describirse mediante la ecuación 3:

Ilustración 29: Funcionamiento de una red de neuronas

$$S = F(F(X \cdot W_1) \cdot W_2). \text{ -----Ecuación 3}$$

Donde W_1 y W_2 son los pesos de la primera y segunda capa, respectivamente, F es la función de activación idéntica en todas las neuronas; \vec{X} es el vector de entrada a la red y \vec{S} es el vector de salida que la red produce. W_1 y W_2 son matrices de conexión entre las capas de la red, y por lo tanto se trata de multiplicaciones de matrices. La función de activación F desempeña un papel importante en un esquema de Red de Neuronas. Supóngase que se utiliza una función lineal como la siguiente: $F(x) = k \cdot x$. En este caso si sustituimos dicha función en la ecuación 1 quedará como la ecuación 4 y la gráfica será una red de dos capas como se muestra en la siguiente Ilustración:

Ilustración 30: Red de dos capas

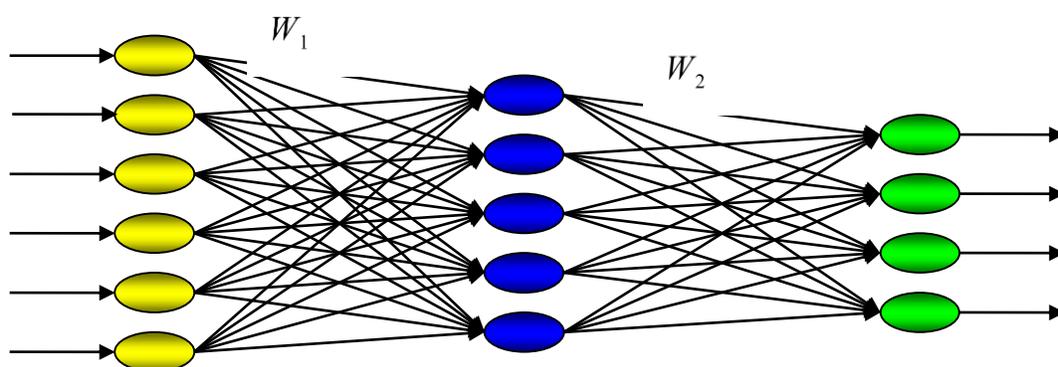
$$S = k \cdot (X \cdot W_1) \cdot W_2 \text{ ---Ecuación 4}$$

Lo cual es equivalente a una red con una sola capa de conexiones W_t donde: $W_t = k^2 \cdot W_1 \cdot W_2$ -----Ecuación 5.

Dependiendo de la forma en que las neuronas se conectan entre sí se le denomina patrón de conectividad o arquitectura de la red. La estructura básica de interconexión entre neuronas, es la red multicapa, mostrada en la Ilustración 31. El primer lugar lo constituyen las entradas; estas unidades reciben los valores de unos patrones representados como vectores que sirven de entrada a la red. A continuación hay una serie de capas intermedias, llamadas ocultas, cuyas unidades responden a rasgos particulares que pueden aparecer en los patrones de entrada.

Puede haber uno o varios niveles ocultos. El último nivel es el de salida. La salida de estas unidades sirve como salida de toda la red. Cada interconexión entre unidades de proceso actúa como una ruta de comunicación: a través de estas interconexiones viajan valores numéricos de una neurona a otra. Estos valores son evaluados por los pesos de las conexiones. Los pesos de las conexiones se ajustan durante la fase de aprendizaje para producir una red de neuronas, final (Viñuela, 2004:9).

Ilustración 31: Red de tres capas



Fuente: Isasi Viñuela, 2004:9

Las RNA, son una tecnología computacional que puede utilizarse en un gran número y variedad de aplicaciones, tanto comerciales como militares. Se pueden desarrollar Redes Neuronales Artificiales, en un periodo de tiempo razonable y pueden realizar tareas concretas mejor que otras tecnologías convencionales, incluyendo a los sistemas expertos. Las Redes Neuronales Artificiales, presentan una alta tolerancia a fallos del sistema y proporcionan un alto grado de paralelismo en el proceso de datos. Por esta razón es posible implementar Redes Neuronales Artificiales, de bajo costo.

La importancia de las RNA radica en que pueden resolver problemas como los de visión o aprendizaje, y su procesamiento en paralelo resulta necesario si se quiere lograr respuestas en tiempo real. Inspiradas en el sistema nervioso creado por la naturaleza, la tecnología de Redes Neuronales Artificiales, se utiliza para resolver un amplio abanico de complejos problemas científicos, de ingeniería y empresariales. Las aplicaciones de las Redes Neuronales Artificiales, están surgiendo en la medicina, las ciencias y los negocios para resolver problemas de

clasificación de patrones, análisis financieros y predictivos, control y optimización. La industria financiera está empezando a utilizar Redes Neuronales Artificiales, para descubrir patrones en vastas concentraciones de datos, lo cual podría ayudar a las empresas inversionistas a pronosticar el desempeño de capitales, clasificaciones de bonos corporativos o quiebras corporativas. Por ejemplo, Visa Internacional Inc. está utilizando una Red Neuronal Artificial para detectar fraudes con tarjetas de crédito mediante el monitoreo del movimiento de todas las transacciones de Visa, en busca de cambios repentinos en los patrones de compra de los tarjetahabientes.

Las Redes Neuronales Artificiales, son capaces de descubrir automáticamente relación entrada-salida (o rasgos característicos) en función de datos empíricos, merced a su capacidad de aprendizaje a base de ejemplos, esto nos permite resolver problemas que ayuden a una mejor toma de decisiones. Los objetivos que se persiguen al utilizar Redes Neuronales Artificiales, son mucho más modestos que la creación de un cerebro artificial. Las Redes Neuronales Artificiales, se utilizan en la resolución de problemas prácticos concretos, que normalmente no han sido resueltos mediante sistemas tradicionales. “Gracias a su capacidad de aprendizaje, robustez, no linealidad y tolerancia a la imprecisión e incerteza del entorno, desde hace unos años las Redes Neuronales Artificiales, vienen alcanzando excelentes resultados en aplicaciones diversas”. Martín y Sanz (Martín del Brio, 1997). La lista de problemas en los que se han aplicado con éxito las Redes Neuronales Artificiales, crece constantemente (Widrow, 1994), esto se aprecia en cada nueva edición de congresos o revistas especializadas. Las preguntas que surgen inmediatamente son: ¿dónde radica el éxito de las Redes Neuronales Artificiales?, ¿podré beneficiarme de estas nuevas herramientas?, ¿cuáles son las características que debe tener mi problema para que se justifique el empleo de una RNA?, ¿puedo desarrollar o modificar arquitecturas útiles para el problema en cuestión y, si es necesario entrenar la red (determinando los parámetros)?, ¿existen herramientas formales que puedan aplicarse para la solución y ejecución de una RNA que resuelva mi problema?, (Schalkoff, 1997).¹⁰²

¹⁰² Con base en Bribiesca, 2006

4.8.3 Red Neuronal Artificial, Modelo Perceptrón Multicapa, Backpropagation

El modelo PERCEPTRÓN data de los años 50. Este modelo es un clasificador de patrones y utiliza aprendizaje supervisado. El modelo Perceptrón, fue el primer modelo de Red Neuronal Artificial desarrollado por Rosenblatt en 1958¹⁰³ (Zerpa, 2001). Despertó un enorme interés en los años 60, debido a su capacidad para aprender a reconocer patrones sencillos: un Perceptrón, formado por varias neuronas lineales para recibir las entradas a la red y una neurona de salida, es capaz de decidir cuándo una entrada presentada a la red pertenecen a una de las dos clases que es capaz de reconocer. Isasi y Galván (2004:27), afirman que, “este modelo se concibió como un sistema capaz de realizar tareas de clasificación de forma automática”. Es como un sistema que, a partir de un conjunto de ejemplos de clases diferentes, es capaz de determinar las ecuaciones de las superficies que hacen la frontera de dichas clases. La información sobre la que se basa el sistema está constituida por los ejemplos existentes de las diferentes clases. A esto se les llama patrones o ejemplos de entrenamiento, éstos patrones de entrenamiento aportan la información necesaria para que el sistema construya las superficies discriminantes, y además actúa como un discriminador para ejemplos nuevos desconocidos. El sistema al final del proceso, es capaz de determinar, para cualquier ejemplo nuevo, a qué clase pertenece.

Es innegable que existe una estrecha relación entre los campos de la estadística y las Redes Neuronales Artificiales. Al relacionar ambos campos debemos considerar dos perspectivas. Por una parte, el campo de las RNA constituye una nueva herramienta para realizar cálculos de tipo estadístico (Bribiesca, 2006). Por otra parte, numerosas de las técnicas y cálculos subyacentes al aprendizaje y operación de diversos modelos de RNA siguen métodos estadísticos bien conocidos. La diferencia estriba en que mientras la estadística se dedica al análisis de datos, en las Redes Neuronales Artificiales, la inferencia significa aprender a generalizar a partir de datos con ruido. Las Redes Neuronales Artificiales, se suelen definir en términos de sus algoritmos o implementación, mientras que los métodos estadísticos se suelen definir en función de sus resultados. Algunas RNA incluyen elementos probabilísticos, como la red de Hopfield, y algunas

¹⁰³ Con base en la cita de Zerpa Morloy Levis, *Fundamentos Lógicos de las Redes Neuronales Artificiales*, Universidad Central de Venezuela, 2001.

otras permiten implementar técnicas como el análisis clíster, el análisis discriminante y modelos de regresión, (Haykin, 1994).

Las RNA se vuelven muy útiles cuando se quieren resolver problemas para los cuales no se conocen algoritmos o expresiones que permitan alcanzar una solución o para los que se pueden definir algoritmos de solución, pero éstos consumen muchos recursos (tiempo de cálculo o datos). La aplicación de las RNA no precisa conocer ninguna expresión matemática que defina las relaciones entre los datos, ni ningún algoritmo de solución del problema, ya que es la misma red la que determina la forma de la solución del problema. Por ejemplo, si se dispone de una muestra de valores que siguen alguna distribución de probabilidad desconocida, se puede aplicar una RNA para intentar determinar los parámetros de dicha distribución, o para clasificar los valores de la muestra Sanz¹⁰⁴, (García B. P., 2003).

El modelo Perceptrón simple

“Un Perceptrón calcula su entrada neta como suma ponderada de las entradas, y le aplica una función de activación de tipo escalón, que mapea cualquier entrada real sobre un Proporción generalmente limitado ($\{0,1\}$ o $\{-1,1\}$, habitualmente). Los perceptrones se suelen entrenar con mínimos cuadrados (intentando minimizar el error entre la salida obtenida y la esperada). La regla de aprendizaje utilizada para actualizar los pesos de las conexiones realiza un descenso por el gradiente de la función de error”¹⁰⁵ Para efectos de este trabajo de investigación, se usará un perceptrón con una función de activación del tipo umbral y dado que contamos con dos salidas estamos hablando de una función discriminante múltiple. Los perceptrones se suelen entrenar mediante mínimos cuadrados. También se usa la máxima verosimilitud para proporciones binomiales cuando los valores esperados están entre 0 y 1.

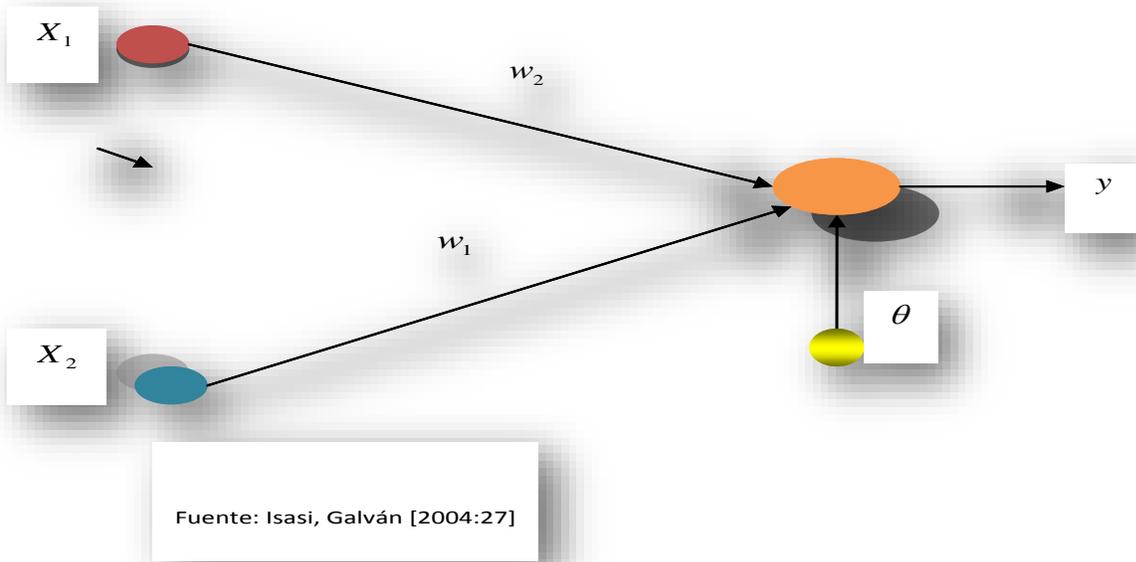
Descripción del Perceptrón

La arquitectura del Perceptrón es sencilla, según (Isasi y Galván 2004:27), es una estructura monocapa, con un conjunto de células de entrada, tantas como se requiera; y una o varias células de salida. Cada una de las células de entrada tiene conexiones con todas las células de salida, y

¹⁰⁴ *Op. Cit.*, Martín del Brío, 1997

son éstas las conexiones que determinan las superficies de discriminación del sistema. (Véase la Ilustración 32).

Ilustración 32 Arquitectura del PERCEPTRON con dos capas entradas y una salida.



En la Ilustración 4.16, las entradas son X_1 y X_2 , y la salida, y . Los pesos son w_1 y w_2 . Además, existe un parámetro adicional llamado umbral y denotado por θ . El umbral se utiliza como factor de comparación para producir la salida, y habrá tantos como células de salida existan en la red, uno por cada una.

La salida de la red se obtiene con el cálculo de la activación de la célula de salida mediante la suma ponderada por los pesos de todas las entradas, como se muestra en la ecuación 6:

$$y' = \sum_{i=1}^n w_i x_i \text{ -----Ecuación 6}$$

La salida definitiva se produce al aplicarle una función de salida al nivel de activación de la célula. En un PERCEPTRON la función de salida es una función escalón que depende del umbral, la cual se muestra con la ecuación 7:

$$y = F(y', \theta) \text{ -----Ecuación 7}$$

La función escalón está dada por:

$$F(s, \theta) = \begin{cases} 1 & \text{Si } s > \theta \\ -1 & \text{En caso contrario} \end{cases}$$

Si sustituimos el valor de y' en la ecuación 7 y la función escalón, la salida se puede escribir en una sola ecuación 8; donde se obtiene la salida y .

$$y = F\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + \theta\right) \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Donde F ya no depende de ningún parámetro:

$$F(s) = \begin{cases} 1 & \text{si } s > 0 \\ -1 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Esta ecuación equivale a introducir artificialmente en la salida un nuevo peso θ que no está conectado a ninguna entrada, sino a una ficticia con un valor constante de -1 .

La función de salida F es binaria y de gran utilidad en este modelo ya que al tratarse de un discriminante de clases, una salida binaria puede ser fácilmente traducible a una clasificación en dos categorías de la siguiente forma. Si la red produce salida 1, la entrada pertenece a la categoría A.

Si la red produce salida -1 , la entrada pertenece a la categoría B.

En el caso de dos dimensiones, la ecuación 8 se transforma en:

$$w_1 x_1 + w_2 x_2 + \theta = 0 \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

Que es la ecuación de una recta de pendiente $-\frac{w_1}{w_2}$ y la ordenada pasa por $-\frac{\theta}{w_1}$

A partir del esquema anterior se plantea a continuación, el diseño de la arquitectura para el pronóstico con una Red Neuronal Artificial, de la sustentabilidad del proceso de producción. Lo anterior permitirá ampliar el espectro de análisis para la toma de decisiones pertinentes, respecto de una propuesta de negocio con equilibrio y desarrollo sustentable. La información que alimentará a la Red Neuronal Artificial “entradas”, en estadística se denomina variables independientes, lo que constituye las variables de sustentabilidad. Los valores de “entrenamiento o valores objetivo”, son las variables dependientes y se refieren, para el estudio que nos ocupa,

al equilibrio sustentable¹⁰⁶. La muestra, en la jerga de las Redes Neuronales Artificiales, corresponde al “conjunto de entrenamiento de la red” (Bribiesca, 2006).

4.8.4 Diseño de la arquitectura del Perceptrón Multicapa.

En esta investigación se plantea la arquitectura de la RNA correspondiente a las cinco etapas del modelo de negocio: producto, mercado, organización, producción y finanzas; como plataforma de análisis y medición de los índices de sustentabilidad de los Indicadores FRI (Factores, Relaciones e Impactos Medioambientales), del proceso de producción artesanal del agave mezcalero. Las Redes Neuronales Artificiales, tienen una gran habilidad de manipular gran cantidad de datos o interpretar datos imprecisos, a partir de las capas de salida, como lenguaje supervisado o esperado.

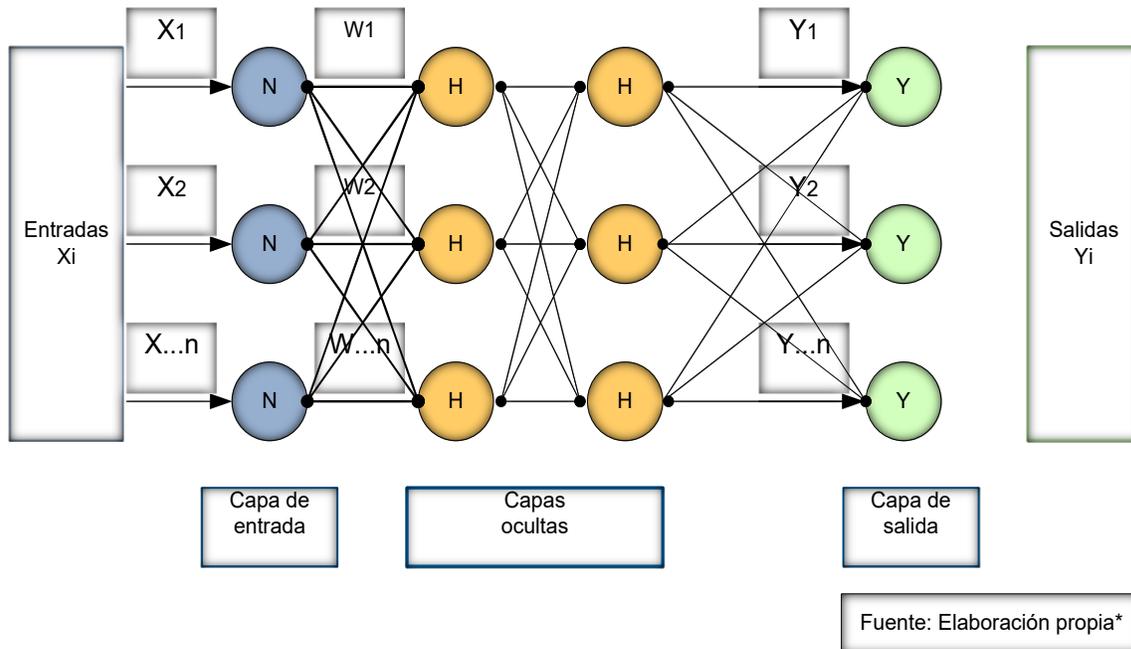
El diseño adecuado de la arquitectura de esta Red Neuronal Artificial, permitió no sólo medir y pronosticar la sustentabilidad, sino realizar un análisis para el logro del equilibrio y desarrollo sustentable, a través de la observación del comportamiento de los índices de los Indicadores FRI, es decir, observar que cuando dos de los tres índices son sustentables, se logra el aumento del grado de sustentabilidad y cuando los tres lo son, entonces se logra el equilibrio sustentable. De esta manera, se diseñó la arquitectura del PERCEPTRON multicapa para la medición y pronóstico de los índices de sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero y se caracteriza por tener sus neuronas agrupadas en capas de diferentes niveles. Cada una de las capas está formada por un conjunto de neuronas y se distinguen hasta cuatro tipos de capas diferentes: una capa de entrada, hasta dos capas ocultas y una capa de salida, como se observa en la Ilustración 33.

Las neuronas de la capa de entrada no actúan como neuronas propiamente dichas, sino que se encargan únicamente de recibir las señales o patrones que proceden del exterior y propagan dichas señales a todas las neuronas de la siguiente capa. La última capa actúa como salida de la red, proporcionando al exterior la respuesta de la red para cada uno de los patrones de entrada.

¹⁰⁶ El equilibrio sustentable, se refiere a la obtención de los mismos pesos sinápticos de los Indicadores FRI. Este resultado propicia un mayor desarrollo sustentable.

Las neuronas de las capas ocultas realizan procesamiento no lineal de los patrones recibidos. Vea la siguiente Ilustración:

Ilustración 33: RNA con capa de entrada, capas ocultas y capa de salida o esperada



*Con base en Bribiesca, 2006

Al abordar el problema de investigación (el desequilibrio sustentable) con el Perceptrón Multicapa, la arquitectura de la Red Neuronal estará totalmente conectada, es decir, todas las neuronas de una capa estarán conectadas a todas las neuronas de la siguiente capa. No es posible demostrar que si se solicitan arquitecturas en las que se eliminan conexiones o se añaden conexiones de una capa a capas no inmediatamente posteriores, se puedan obtener mejores resultados. Sin embargo, en ocasiones, y debido fundamentalmente a la naturaleza del problema, se pueden encontrar redes multicapa con estas características en sus conexiones. Las RNA tienen una gran capacidad para deducir un significado de datos complicados o imprecisos, pueden ser utilizadas para detectar patrones o detectar una tendencia que es muy compleja de hallar con modelos determinísticos o por otras técnicas computacionales tradicionales. Una red entrenada puede ser vista como un experto en el manejo de la información que se le ha dado para analizar. A continuación, se expone la metodología que se llevó a cabo en la investigación.

CAPÍTULO 5. Metodología de la investigación

5.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo mixto, con alcance observacional, exploratorio, descriptivo; no experimental y transversal (Hernández S. R., 2011), (Quinn, Patton, Michael, 1990) (Mario, 2008), (Méndez R. e., 2000) (Muñoz, 2011) (Yin, 2003).

5.2 Método

Para el estudio del fenómeno, “desequilibrio en la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, en Palenques de la región de Santiago Matatlán, Oax.”, se determinó utilizar el método de caso colectivo definiendo primeramente, a la *población de estudio*, la cual fue caracterizada por los siguientes criterios de selección:

1. Productores registrados en la COMERCAM
2. Producción artesanal del agave mezcalero
3. Producción del mezcal por más de 10 años de antigüedad
4. Producción en Palenques artesanales
5. Producción de mezcal con las clases *Angustifolia* Haw y *Tobalá*
6. Producción del mezcal en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca.

Una vez definida la población de estudio, se intentó obtener una *muestra probabilística*, en la cual se consideró que cualquiera de los 61 productores asociados y registrados en la COMERCAM, A.C., podían ser elegidos ya que cumplían con las criterios de selección. Sin embargo, debido a la situación social-política que se vive en el estado de Oaxaca, no fue posible obtener dicha muestra probabilística, por lo que se determinó calcular el tamaño de la muestra a través del método de caso colectivo de conveniencia (Quinn, Patton, Michael, 1990) , ya que este método permite generalizar resultados observados y analizados en comunidades similares. Con la participación del COMERCAM, se tomó una muestra de 18 productores, trabajadores y jornaleros de 6 Palenques (tres por cada uno), la cual se consideró representativa para observar, explorar y

describir los factores o variables de dicho fenómeno y realizar propuestas para el logro del desarrollo sustentable pertinentes, (Álvarez, 2009).

5.2.1 Estudio de caso colectivo

Según Yin (1995) y de acuerdo con Villarreal y Landeta (2010) en (Jiménez, 2012), en las ciencias sociales, el estudio de casos es una metodología de investigación empírica exploratoria, descriptiva y explicativa, donde los objetivos finales –como propósito principal- son los que se desean obtener y establecer su finalidad e interpretación para generar las conclusiones de las organizaciones de estudio. Ya que existen casos donde las múltiples variables que presenta el fenómeno de estudio, están vinculadas al contexto en el que se desarrollan (Cebreiro López, B. y M. C. Fernández Morante, 2012). Los datos obtenidos en campo del Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM) al año 2011, existían 303 asociados al Consejo; pero sólo 61 están registrados y se considera que cumplen con los requisitos que establece la norma. De éstos, se tomó una muestra como caso colectivo de estudio, se aplicó a 18 productores de 6 Palenques artesanales de producción de mezcal, para los cuales se definieron los siguientes criterios de selección.

5.2.1.1 Criterios de selección, (COMERCAM)

El Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C.¹⁰⁷ Con base en las características y especificaciones que establece la NOM-070-SCFI-1994, para que sean considerados aplicable a Los criterios de selección se basaron en:

- 1) Sólo productores asociados y registrados¹⁰⁸ en la COMERCAM, A.C., en los últimos 5 años (2011-2015)
- 2) Que se produzca en Palenques artesanales, con alambiques de barro o cobre
- 3) Que se produzca de manera artesanal y comercialice el agave mezcalero, de conformidad con la NOM-070-SCFI-1994

¹⁰⁷ El COMERCAM, A.C., está ubicado en la calle de Cofre de Perote 325, Volcanes, 68020 Oaxaca, Oax., <<http://www.crm.org.mx/marcas/asociados.html>>, s.p.

¹⁰⁸ Al cierre del año 2011, existían 303 productores asociados, pero sólo 61 registrados en la COMERCAM, A.C., en 2015. Informe y datos disponibles en: <http://www.crm.org.mx/PDF/INF_ACTIVIDADES/INFORME2014.pdf> y <<http://www.crm.org.mx/>>, s.p.

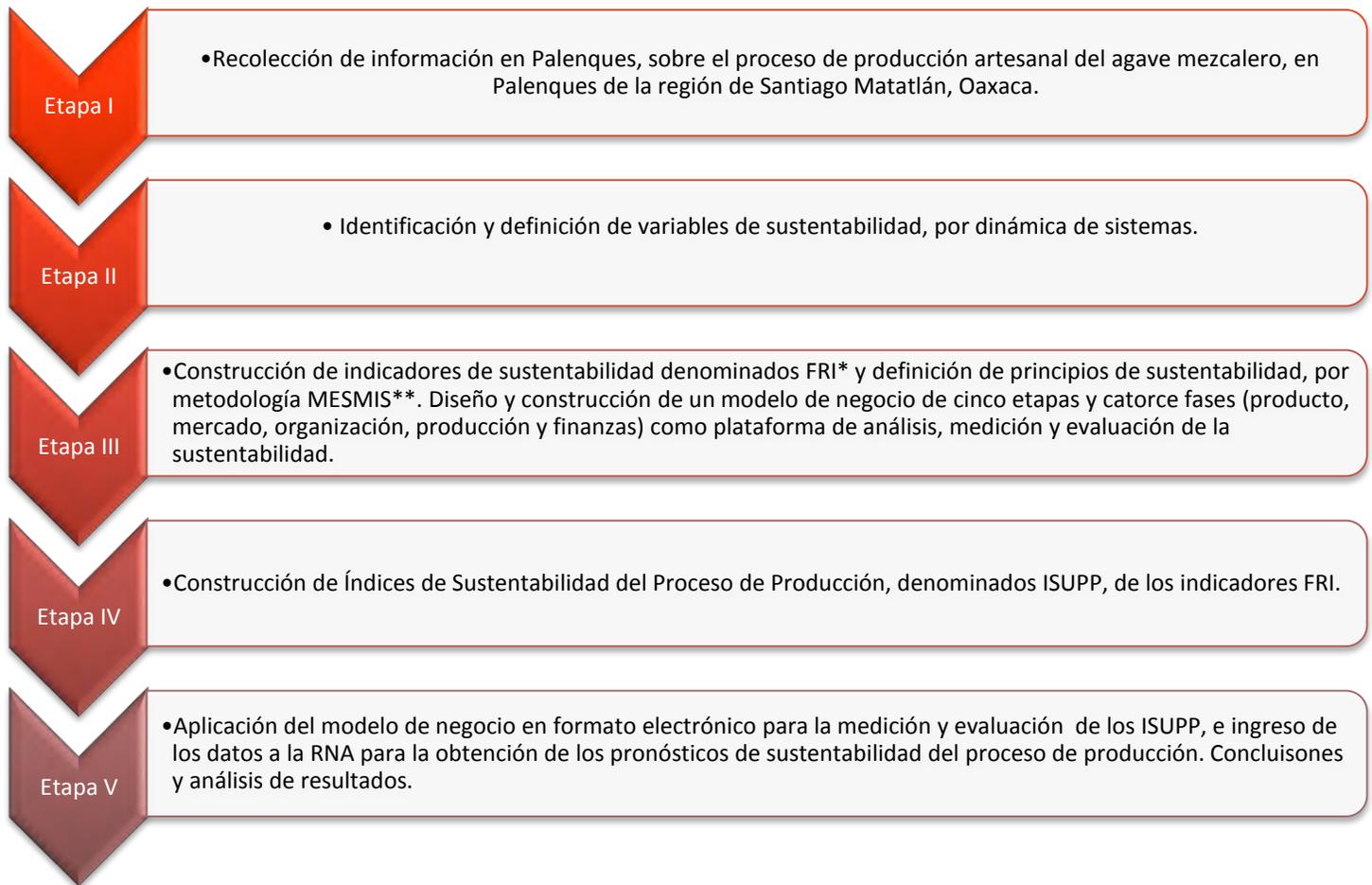
- 4) Que la experiencia en la producción del mezcal, tenga más de 40 años de antigüedad, reflejada en sus productos (etiquetado en botellas)
- 5) Palenques artesanales con cuatro trabajadores, productores y jornaleros como mínimo (incluyendo la familia)
- 6) Producción de mezcal con las clases de agave *Angustifolia* Haw y/o Tobilá
- 7) Producción del mezcal en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca (valles centrales).

Habiendo definido los criterios de selección de la población de estudio, se procedió a realizar el diseño de la investigación en cinco etapas.

5.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se realizó en cinco etapas, desde la obtención de la información general del proceso de producción artesanal del agave mezcalero en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, hasta la generación del pronóstico de sustentabilidad de todo el proceso. Observe la siguiente Ilustración:

Ilustración 34: Diseño de la investigación



Fuente: Elaboración propia

En la *Etapa I*, se recolectó en campo, información abierta en Palenques de producción artesanal de agave mezcalero, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca; a través del Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal A.C. (COMERCAM). Esta información permitió seleccionar a un 10% (6/60) de Palenques afiliados y sugeridos por la COMERCAM¹⁰⁹, para el estudio de caso colectivo.

En la *Etapa II*, bajo la dinámica de sistemas (García, 2006), se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas y semiestructuradas, para la obtención, identificación y definición de variables

¹⁰⁹ Ver pág. en <http://www.crm.org.mx/>

de sustentabilidad relacionadas con el proceso de producción, y con las relaciones que se tienen y manejan con la sociedad, la economía y el medioambiente (véase Anexo F). Se interactuó con el grupo seleccionado, para identificar y describir con ellos, las fases del proceso de producción, los elementos de la producción, las relaciones de tipo decisional y los indicadores de impacto ambiental asociados así como los principios de sustentabilidad que pudieran orientar sus procesos hacia la sustentabilidad.

En la *Etapa III*, se construyeron indicadores de sustentabilidad, denominados FRI (Factores, Relaciones e Impactos), y se determinaron y definieron veinte principios como guías orientadores hacia la sustentabilidad, basados en la Agenda 21, los MESMIS, Normas y Leyes; y se diseñó un cuestionario de 75 preguntas y 50 ITEMS relacionados con los indicadores FRI para su aplicación en el modelo de negocio. Para tal efecto, se rediseñó el Modelo de Negocio en cinco etapas y catorce fases, como plataforma de análisis, medición y evaluación de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal; para aplicarse a los seis productores, seis trabajadores y seis jornaleros (18) de los Palenques seleccionados. De los resultados obtenidos, por medio del paquete estadístico SPSS versión 21, se evaluó y comprobó con el Alfa de Cronbach, la validez del instrumento de obtención de datos (cuestionario). Los valores de Alfa de Cronbach obtenidos, reflejaron una relación entre las variables en un rango de .500 a .900 Alfas.

Etapa IV, Para llevar a cabo la medición de la sustentabilidad, se interactuó con los productores, trabajadores y jornaleros (integrantes de los palenques), en la construcción de un Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción (ISUPP) para los Indicadores FRI. Se estructuró en formato electrónico, el Modelo de Negocio como plataforma para medir y evaluar los ISUPP en sus cinco etapas: producto, mercado, organización, producción y finanzas.

Etapa V, Se aplicó el modelo de negocio en formato electrónico para medir y evaluar los ISUPP, y se ingresaron los datos de los índices resultantes a la Red Neuronal Artificial modelo Perceptrón Multicapa, Backpropagation, para obtener los pronósticos de sustentabilidad del proceso de producción artesanal. Los resultados obtenidos, permitieron comprobar la hipótesis y la pregunta de investigación planteada en este trabajo de investigación.

5.3.1 Fuentes de información

Las fuentes de información primaria¹¹⁰, estuvieron constituidas en campo, por la observación, entrevistas abiertas y un cuestionario semiestructurado, aplicados al grupo de productores de seis Palenques registrados en el COMERCAM; a efecto de explorar, identificar y definir las fases de la producción, los Indicadores FRI, los principios y los índices de sustentabilidad. Asimismo, como fuentes de información secundaria¹¹¹, se obtuvo información documental preliminar (revisión de la literatura¹¹²), respecto de la situación actual que guarda la producción del agave mezcalero en el estado de Oaxaca. Asimismo, la información documental se basó en la revisión y análisis de la Agenda o Programa 21, Normas y Leyes relacionadas con el cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad (ver Capítulo 3).

Para interactuar en las visitas de campo con los productores, trabajadores y jornaleros de los Palenques artesanales, se les explicó de manera general, el modelo teórico-conceptual de un modelo de negocio, con el fin de alinear el proceso de la investigación con el entendimiento y la comprensión del tema de investigación. Ver la Tabla 38 del modelo de negocio, general.

¹¹⁰ Las visitas de campo, tuvieron diferentes días y periodos de duración. El cuestionario de la etapa IV del diseño de la investigación, tuvo que ser aplicado de manera electrónica a los productores, en virtud de los problemas sociales y políticos que vive esa región y el estado de Oaxaca en general.

¹¹¹ Consejo Mexicano Regulador del Mezcal, A.C. (COMERCAM), SAGARPA, SEMARNAT, INEGI, Gobierno del Estado de Oaxaca (pág. Web).

¹¹² INEGI, SAGARPA, SEMARNAT, Gobierno del Estado de Oaxaca (pág. Web), Sistema de Información Municipal (SIM) Oaxaca, Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM), textos, informes de gobierno, y artículos de revistas científicas.

Tabla 38: Esquema general de modelo de negocio para la medición de la sustentabilidad del Proceso de producción artesanal del agave mezcalero.

<i>Etapas y fases del Modelo de Negocio (Plan de Negocios adaptado)</i>	<i>Fases del proceso de producción artesanal del agave mezcalero</i>	<i>Principios de sustentabilidad: (Leyes, Normas, Agenda 21, MESMIS)</i>	<i>Indicadores: Factores asociados a la producción y Relaciones al trinomio</i>	<i>VARIABLES de los indicadores (impactos)</i>	<i>Índices de los indicadores (% sustentabilidad) ISUPP*</i>
<i>ETAPA I Producto</i>					
<i>ETAPA II Mercado</i>					
<i>ETAPA III Organización</i>					
<i>ETAPA IV Producción</i>					
<i>ETAPA V Finanzas</i>					

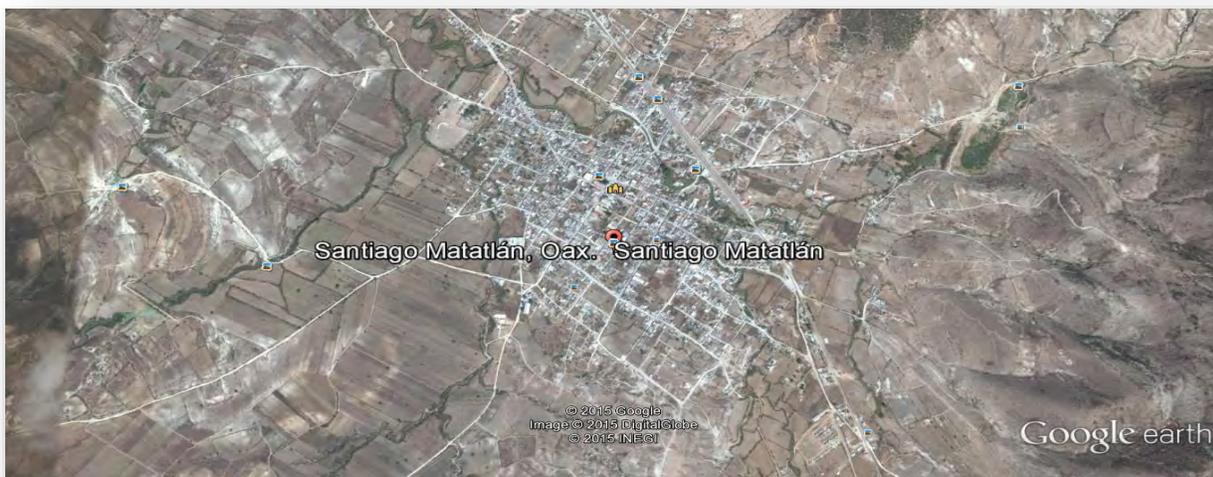
**ISUPP, Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción / Fuente: Elaboración propia*

Fuente: Elaboración con base en el documento teórico metodológico de un plan de negocios y su adaptación para el proceso de producción artesanal del agave mezcalero

Notas sobre las visitas de campo (diciembre del 2012 – agosto del 2014)

Primeramente, en las visitas de campo, se contactó al Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM), en la ciudad de Oaxaca. Se aplicó en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero, la observación, entrevistas y un cuestionario abierto, como instrumentos de obtención de información (Quinn, Patton, Michael, 1990). El grupo sugerido, estuvo conformado por 18 expertos productores de mezcal de 6 Palenques, con más de 40 años de experiencia en la producción artesanal del agave. La medición de la sustentabilidad a través de índices, se realizó en todas las etapas del modelo de negocio propuesto, y requirió de una labor multidisciplinaria y participativa tanto de expertos¹¹³ en el tema, como de los mismos productores, trabajadores y jornaleros entrevistados. Con los datos obtenidos, de manera conjunta, se pudo realizar una caracterización adaptada del sistema de manejo de los recursos naturales en la producción y en las dimensiones sociales, económicas y medioambientales en las que se ubica el proceso. Ver la Tabla 39.

Tabla 39: Caracterización del Sistema de Evaluación de la Sustentabilidad del Manejo de los Recursos Naturales y Sistema Productivo Artesanal, En la Región de Santiago Matatlán, Oaxaca.



Localizado en la Región de los Valles Centrales, a unos 56 km, una hora con veinte minutos aprox. de la Cd. de Oaxaca, con pertenencia al Distrito de Tlacolula. Sus coordenadas: 16°53' latitud norte y 96°23' de longitud oeste, a una altitud de 1,740 metros sobre el nivel del mar.

Continúa en la siguiente página...

¹¹³ Expertos consultados en la COMERCAM, A.C.

...Viene de la anterior

Características		Sistema	Sistema de producción artesanal		
Etapa, Dimensionales y Biofísicas		agroecológico			
Fases de la producción artesanal	De tecnología y manejo de los recursos ¹¹⁴	Preparación de suelo	Manual	Productores y/o Cultivadores	
		Siembra y/o cosecha	Manual con hacha, machete, barreta, poa	Productores y/o Cultivadores	
		Cultivo	Manual, hacha, machete	Productores y/o Cultivadores	
		Atención de plagas y/o enfermedades: picudo, gusano blanco, barrenador, escarabajo funerario, piojo harinoso, escama armada, escarabajo rinoceronte, gallina ciega, chinche del agave, trozador del cogollo, gusano trozador, grana cochinilla, roedores	Limpieza de huertas, control biológico, trampas de feromona de agregación; control de gusanos adultos y larvas; muestreo de huevecillos sanos y parasitados; monitoreo de piojos adultos; aplicaciones foliares, tratamiento fitosanitario preventivo; aceites parafínicos, aplicaciones de hongo <i>Beauveria bassiana</i> ; monitoreo con trampas de luz, aplicaciones de hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> , por observación; aplicación de insecticida; limpieza de la huerta y repelentes de insectos; por observación; abrir y barrer cogollos; trampas industriales con pegamento.	Productores y/o Cultivadores: Muestreo y detección de hijuelos; Control cultural o mantenimiento libre de maleza los surcos; Control biológico por entomopatógenos, parasitoides y depredadores naturales o <i>Catantopus spp</i> , Control químico por insecticidas de contacto, sistémicos e inhibidores de crecimiento, y aplicación de insecticidas, fungicidas, bactericidas y herbicidas.	
		Otros recursos naturales	Carbón, petróleo, aceite	Productores y/o Cultivadores	
		Otros manejos	Equipo eléctrico	Productores y/o Cultivadores	
		Sociedad	Participación	De 1 a 4 ha de manejo	Familiar y Cultivadores o Jornaleros
Régimen de posesión de la tierra	Propia o rentada		Familiar y Cultivadores o Jornaleros		
Mano de obra	Familiar y/o Cultivadores o Jornaleros		Palenques artesanales		
E	U	o	Destino de la producción	Recursos naturales por ha	Auto consumo y/o venta

¹¹⁴ COFEPRIS, 2008.

Características Etapa, Dimensionales y Biofísicas		Sistema agroecológico	Sistema de producción artesanal
	Distribución y comercialización	Recursos naturales por ha	Producción de lotes por ha
	Inversión	Recursos naturales por ha	Ingresos familiares y/o de Cultivadores
Medio ambiente	Área de manejo	De 1 a 4 ha de manejo	Familiar y Cultivadores o Jornaleros
	Recursos naturales	De 1 a 4 ha de manejo, plantas de agave por ha, madera, ocote, encino, mezquite, agua	Palenques artesanales
	Manejo de residuos	Sólidos, líquidos y gaseosos	Familiar y Cultivadores o Jornaleros

Fuente: Adaptación de la Caracterización de Sistemas Agroecológicos y Referencia en una Región Semiárida de Brasil. Tamara Ortiz Ávila. Evaluación de Sustentabilidad, un Enfoque Dinámico y Multidimensional, 2008, pg.64.

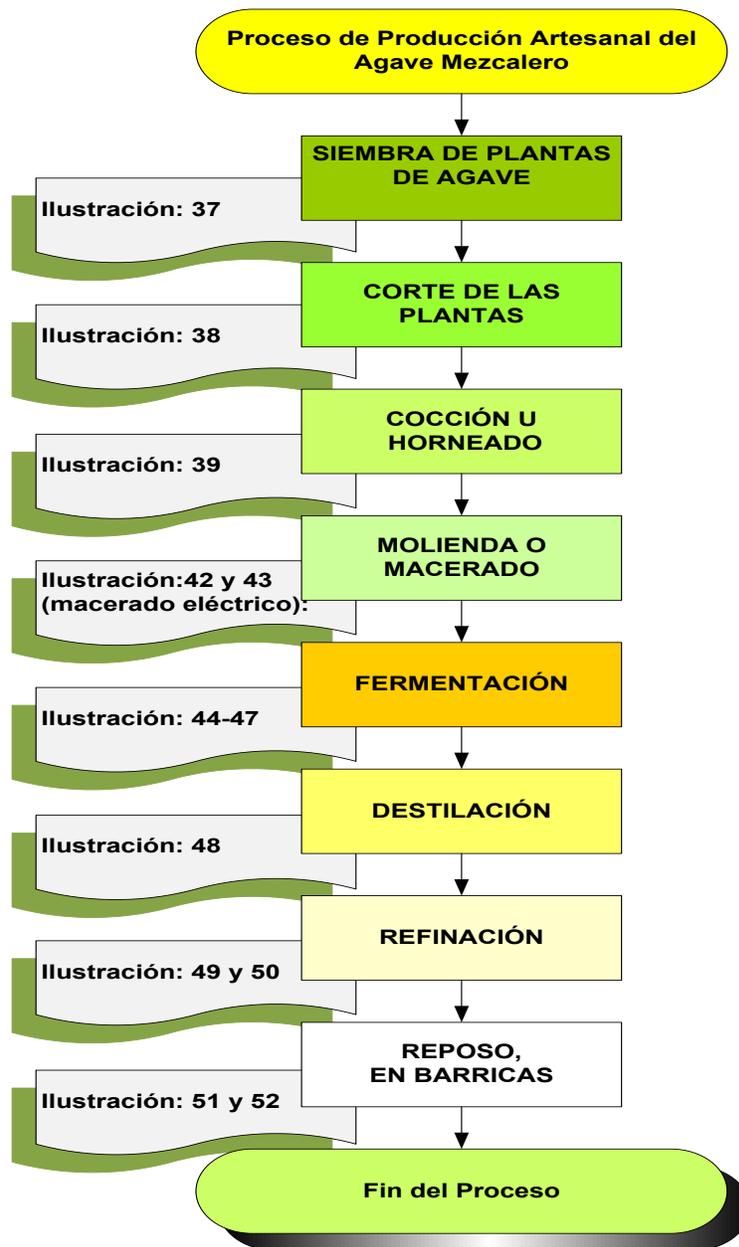
Por razones sociales y políticas en el estado de Oaxaca, no fue posible aplicar de manera personal el cuestionario, en la Etapa IV; por lo que éste se realizó de manera electrónica y se subió a un sitio web para que los productores pudieran interactuar de forma anónima y en tiempo real, y remitir sus respuestas. La información obtenida, permitió conformar la base de datos para las cinco Etapas del Modelo de Negocio y analizarla en el Capítulo 6. A continuación se describe de manera detallada, el desarrollo de las cinco etapas del diseño de la investigación, mencionadas en el diseño, Capítulo 5.3.

5.3.2 Etapa I, recolección de información en Palenques

Por la técnica de observación (Barbosa, L.L.; Almeida., J., 2003), se obtuvo información general del proceso de producción. Se revisaron fuentes de investigación documental en el sector agrícola en México (SAGARPA, SEMARNAT, INEGI, COMERCAM, OCDE, FINANCIERA RURAL y BANCO MUNDIAL) y se llevó a cabo la aplicación de una entrevista y cuestionario de campo (cuestionario 1¹¹⁵), y se precisó información del proceso de producción artesanal del agave mezcalero. Observe el flujo del proceso de producción, en la siguiente Ilustración:

¹¹⁵ Ver cuestionario 1 en Anexo D

Ilustración 35: Diagrama de flujo, etapas del proceso de producción artesanal del agave mezcalero y fotos relacionadas



Fuente: Elaboración con información observada en campo; y con base en la NOM-070-SCFI-1994

A continuación se presentan fotos relacionadas con las etapas del proceso de producción artesanal observadas en campo, a manera de ejemplos:

Ilustración 36: Organización productora de agave mezcalero,
El Rey Zapoteco, Santiago Matatlán, Oaxaca, Oax.



Ilustración 37: Zona de plantíos de agave mezcalero en, Santiago Matatlán, Oaxaca, Oax.
Etapa, producto: fase, siembra



Fuente: Fotos tomadas en campo

Ilustración 38: Corte de las piñas
Etapa, producto: fase, corte



Ilustración 39: Preparación del entarimado de horno de piedra
Etapa, producción: fase, horneado



Fuente: Fotos tomadas en campo

Ilustración 40: Recolección de piñas del horno
Etapa, producción: fase, horneado.



Ilustración 41: Piña cocida para molienda
Etapa, producción: fase, preparación molienda



Fuente: Fotos tomadas en campo

Ilustración 42: Piñas para proceso de molienda artesanal, con rueda de piedra.
Etapa, producción: fase, molienda



Ilustración 43: Máquina de extracción de piñas para proceso de molienda industrializado.
Etapa, producción: fase, molienda (caso de proceso no sustentable, no acorde con la NOM-070-SCFI-1994)



Fuente: Fotos tomadas en campo

Ilustración 44: Tina de fermentación.
Etapa, producción: fase, fermentación, agregación de agua



Ilustración 45: Tinajas de fermentación.
Etapa, producción: fase, fermentación aeróbica



Fuente: Fotos tomadas en campo

Ilustración 46: Mosto fermentado
Etapa, producción: fase, fermentación (producción de metano)



Ilustración 47: Tina de fermentación controlada.
Etapa, producción: fase, fermentación producción de alcohol y etanol



Fuente: Fotos tomadas en campo

Ilustración 48: Tina y alambique rústicos (susceptibles de contaminación)
Etapa, producción: fase, preparación destilación



Ilustración 49: destilación, uso de agua para enfriamiento (generación de CO_2)
Etapa, producción: fase, destilación



Fuente: Fotos tomadas en campo

Ilustración 50: Destilación controlada, (control de gases CO₂)
Etapa, producción: fase, destilación



Ilustración 51: Contenedores para reposo
Etapa, producción: fase, reposo



Fuente: Fotos tomadas en campo

Ilustración 52: barricas de madera de roble, propias para almacenaje y reposo de mezcal.
Etapa, producción: fase, reposo (aspectos ambientales)



Fuente: Fotos tomadas en campo, con autorización del Rey Zapoteco¹¹⁶

5.3.3 Etapa II, Identificación y definición de variables de sustentabilidad

Con la observación de las actividades del proceso de producción artesanal y la aplicación de un cuestionario abierto y semiestructurado (cuestionario no. 2, ver Anexo F), se identificaron las variables que inciden en la sustentabilidad, permitiendo seleccionarlas y precisarlas como: factores que se asocian con la producción, variables como relaciones de tipo decisional asociadas al Trinomio sociedad-economía-medioambiente, e impactos ambientales que son generados por los factores y las relaciones en el proceso de producción. De esta manera, se realizó una nomenclatura de dichas variables, para su definición y descripción correspondiente, observe la siguiente Tabla:

¹¹⁶ Se reconoce y agradece al Rey Zapoteco, su autorización y colaboración para esta investigación, así como, de su excelente proceso de producción artesanal con más de 50 años de experiencia.

Tabla 40: Variables de sustentabilidad: claves de Factores, relaciones e impactos ambientales

Factores asociados a la producción	Relaciones asociadas al Trinomio*	Impactos ambientales
FUP, factor uso de pesticidas (químicos)	RCC, relación cultura de consumo (atención a las demandas de gustos y sabores del consumidor)	UDRN, uso y desgaste de recursos naturales (explotación de las plantas de agave, sin considera la resiliencia**)
FUF, factor uso de fertilizantes (químicos)	RZC, relación zonas de consumo (atención de gustos por zonas de consumo)	IVO, impactos visuales y olfativos (contaminación visual y olfativa ambiental)
FTR, factor tierra de regadío, % de tierra cultivable (utilización de las tierras para otros cultivos)	RPM, relación producción para el mercado (producción tipo de mezcal I o II)	CAES, consumo de agua y erosión de suelos (agotamiento del agua y erosión de suelos por corte de plantas y árboles)
FUE, factor uso de energía (eléctrica o combustibles fósiles como gasolina, diesel o petróleo)	RSOM, relación sobre oferta de agave mezcalero (siembra excesiva de plantas de agave)	CRRNR, consumo de recursos renovables y no renovables (sobre explotación de plantas de agaves y árboles)
FERN, factor explotación de recursos naturales (plantas de agave y árboles)	RSOOM, relación sobre oferta de otros magueyes (siembra excesiva de otros agaves fuera de la NOM-070)	AP, abandono de palenques (cierre de producción en palenques artesanales)
FPH, factor producción homologada (uso de componentes frutales o animales)	RPA, relación producción adulterada (producción con otros componentes fuera de la NOM-070)	APCM, aumento de palenques que compiten con el mezcal (incremento de palenques que producen destilados de agave) DC, desconfianza en la calidad (disminución en las ventas por desconfianza en la calidad del producto: mezcal) PC, pérdida de competitividad (disminución de tasas de crecimiento) RI, recuperación de inversiones (porcentaje de recuperación monetaria)
*sociedad-economía-medioambiente / **capacidad de absorción y recuperación en el tiempo a impactos ambientales, que tiene los recursos naturales.		

Fuente: Elaboración con base en la obtención de datos en campo

5.3.4 Etapa III, Construcción de los Indicadores de Sustentabilidad FRI, definición de Principios de Sustentabilidad y construcción del Modelo de Negocio como plataforma de medición.

Una vez definidas las variables de sustentabilidad, es decir, los factores, las relaciones y los impactos ambientales, se procedió a construir los Indicadores de Sustentabilidad denominándolos “FRI”, conformándolos de la manera siguiente:

A) Construcción de indicadores de sustentabilidad

Indicador: Factores asociados a la producción (Tabla 41)

- Clave del indicador
- Descripción
- Dimensión sustentable sugerida¹¹⁷: sociedad, economía o medioambiente
- Unidad de medida – índice
- Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes¹¹⁸

Indicador: Relaciones asociadas al Trinomio (Tabla 42)

- Clave del indicador
- Dimensión sustentable sugerida: sociedad, economía o medioambiente
- Unidad de medida – índice
- Nomenclatura
- Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes¹¹⁹

Indicador: Impactos Ambientales (Tabla 43)

- Clave del indicador
- Dimensión sustentable sugerida: sociedad, economía o medioambiente
- Unidad de medida – índice
- Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes¹²⁰

A continuación se muestran las tablas de construcción de los indicadores FRI.

¹¹⁷ La dimensión sustentable sugerida, se refiere a su consideración de importancia en el proceso productivo del agave, y fue definida por el grupo de productores expertos.

¹¹⁸ Se relacionan los indicadores con los principios, como guías orientadores hacia la sustentabilidad.

¹¹⁹ *Ídem*

¹²⁰ *Ídem*

Tabla 41: Indicador Factores

FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN (INSUMOS)				
Factores asociados a la producción		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
FUP	Uso de pesticidas agrícolas (FUP)	S-M	mg aplicados / 50 mg por kg	NOM-045-SSA1-1993 (50mg por kg) Plaguicidas, Productos para uso Agrícola, Forestal, Pecuario, de Jardinería, Urbano e Industrial. Etiquetado.
FUF	Uso de fertilizantes (FUF)kgs	S-M	Kg aplicados por ha. / 20 kg/ha.	NOM-021-RECNAT-2000 (20kg / ha.) Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos, Estudio, Muestreo y Análisis
FUF	Uso de fertilizantes (FUF)ms	S-E-M	Medidas de seguridad para el trabajador / requerimientos NOM-021-RECNAT-2000	NOM-021-RECNAT-2000 (20kg / ha.) Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos, Estudio, Muestreo y Análisis
FTR	Tierra de regadío como porcentaje de tierras cultivables para otros usos (FTR)	S-E	% riego / 2% tierras cultivables	Ley Agraria, Art. 52 y 54 (2 % / tierras cultivables) El uso o aprovechamiento de las aguas ejidales corresponde a los propios ejidos y a los ejidatarios, según se trate de tierras comunes o parceladas.
FUE	Uso de energía en la agricultura (FUE)disel	E-M	Litros Diesel utilizado / 9 litros de disel por hora	Principio de Eficiencia (9 litros de disel / ha.). Optimización de recursos
FUE	Uso de energía en la agricultura (FUE)kgs	E-M	Kilos de madera de mezquite o encino para el horneado y cocción lote 3000 litros /250 kilos madera, producc. 19.05 kg de CO2	NOM-098-SEMARNAT-2002 Protección ambiental incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisiones de contaminantes.
FUE	Uso de energía en la agricultura (FUE)pe	S-E	Número de trabajadores-jornaleros p-lote / promedio de jornaleros al año (8/180 días)	Principio de calidad de vida (%Alimentación, vivienda, vestido, educación obtenidos por año/Porcentaje de recursos planeados por año)

Continúa en la siguiente página...

FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN (INSUMOS)				
Factores asociados a la producción		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)ptas	E-M	Número de plantas sembradas o cortadas / 720 plantas-lote 3000 lts (1 planta-15 hijuelos)	Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Título III (Aprovechamiento / ha.)
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)lts	E-M	Litros de agua-horneado-fermentado-cocción/ 100-1000 litros de agua lote-3000 lts	NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)kgs	S-E-M	Combustión de kilos de mosto de agave / 720 plantas-lote 3000 lts	NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)pesos	S-E-M	Precio litros de agave / 720 plantas-lote 3000 lts	PS4 Rentabilidad. Generación de ganancias económicas
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)brl	S-E	Precio barril de agave / 720 plantas-lote 3000 lts	PS4 Rentabilidad. Generación de ganancias económicas
FERN	Explotación de recursos naturales (FERN)gas	S-E-M	litros de gas mosto de agave / 720 plantas-lote 3000 lts	PS4 Rentabilidad. Generación de ganancias económicas
FPH	Producción Homologada (FPH)%	S-E	Porcentaje de homologación por litro / 20% de homologación	NOM-070-SCFI-1994 (20% otros carbohidratos), Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.
FPH	Producción Homologada (FPH)pesos	S-E-M	Precio por litro s-porcentaje de homologación de mezcal / 20% de homologación s-NOM-070	NOM-070-SCFI-1994 (20% otros carbohidratos), Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.

Fuente: Elaboración con datos de las variables de sustentabilidad

Tabla 42: Indicador Relaciones

RELACIONES ASOCIADAS AL TRINOMIO: SOCIEDAD-ECONOMÍA-MEDIOAMBIENTE					
Relaciones asociadas al trinomio: sociedad-economía-medioambiente		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Nomenclatura	Principios de Sustentabilidad (sugeridos por expertos del proceso) con base en la Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
RCC	Cultura de consumo (RCC)alc	S	% Grados de alcohol de mezcal demandado/ 35-55% grados conforme a NOM-070-SCFI-1994	PS7	Confiabilidad
RCC	Cultura de consumo (RCC)mtol	S	Gramos por 100 ml. de metanol en mezcal demandado/ .790 g-cm ³ , conforme a NOM-070-SCFI-1994	PS9	Seguridad
RZC	Zonas de consumo, geográfica (RZC)	S-E	Tipo de mezcal demandado / Tipo de mezcal I o II, conforme a NOM-070-SCFI-1994	PS12	Libertad de acción
RPM	Producción para el mercado (RPM)lts	S-E	Cantidad en litros de mezcal producido-lote/ Cantidad en litros de mezcal planeado-lote 3000	PS1	Productividad
RPM	Producción para el mercado (RPM)disel	E	Inversión preparación tierra de siembra-lote/ Energía utilizada-lote 3000	PS9	Seguridad

Continúa siguiente página...

...viene de la anterior

RELACIONES ASOCIADAS AL TRINOMIO: SOCIEDAD-ECONOMÍA-MEDIOAMBIENTE					
Relaciones asociadas al trinomio: sociedad-economía-medioambiente		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad- Economía- Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Nomenclatura	Principios de Sustentabilidad (sugeridos por expertos del proceso) con base en la Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
RPM	Producción para el mercado (RPM)pesos	E	Inversión en madera cocción del agave en horno de piedra piñas de agave/250 kgs de madea p-lote 3000 (\$15,000 pesos).	PS13	Resiliencia
RPM	Producción para el mercado (RPM)brl	E	Inversión en barriles de 500 a 800 lts/\$10,000-\$15,000 pesos c.u. mín-máx.	PS4	Rentabilidad
RSOM	Sobre oferta del agave mezcalero (RSOM)ptas	E-M	Número de plantas sembradas o preparadas de más, por ha. / Número de plantas sembradas ha.. planeadas promedio planeado-año (500-lote 3000 lts)	PS20	Planificación
ROOM	Sobre oferta de otros magueyes (ROOM)	E-M	Número de plantas sembradas de otros magueyes por lote /Número de plantas sembradas permitidas por lote (100)	PS15	Coexistencia
RPA	Producción adulterada (RPA)lts-kg-metano	S-M	Cantidad producida en litros de mezcal adulterado lote metano / Cantidad producida en litros de mezcal lote permitido conforme a NOM-070-SCFI-1994, metano(lts-kg. Sólido)	PS7	Confiabledad
RPA	Producción adulterada (RPA)%	S	Cantidad producida en litros de mezcal adulterado lote / Cantidad producida en litros de mezcal lote permitido conforme a NOM- 070-SCFI-1994	PS9	Seguridad

Fuente: Elaboración con datos de las variables de sustentabilidad

Tabla 43: Indicador Impactos ambientales

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS				
Impactos ambientales		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
UDRN	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)lts	E-M	Litros producidos de mezcal, desgaste del valor de la plantacion Kgs. Agave en absorción CO2 / Litros esperados de mezcal , 3000 lts. con desgaste del valor total de la plantación Kgs. agave - . Absorción 228.6 Kg. de CO2.	PS6 Estabilidad
UDRN	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)has	E-M	Desgaste de hectáreas por valor de la plantacion Kgs. Agave- lote 3000 lts. (Absorción CO2,90kgs-ha) / Desgaste por hectárea planeado 1 ha. (absorción 228.6 Kg. de CO2), por valor total de la plantación Kgs. agave - lote para 3000 litros de mezcal	PS6 Estabilidad
UDRN	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)kgs-pest	E-M	Kilos de pesticida usados, valor de la plantacion ha-720 plantas de Agave / Kilos pesticida ha. Planeado 1-5 (absorción CO2 90 kgs)	PS6 Estabilidad
IVO	Impactos visuales y olfativos (IVO) basura	M	Tonelada de basura-bagazo por lote / 1 tonelada, 76.2 kgs de CO2-lote	PS10 Conservación
IVO	Impactos visuales y olfativos (IVO) diesel	M	Litros diesel km aplicados-lote /1-2 lts, 3 - 9 km de recorrido planeado, .42 kg de CO2	PS10 Conservación
CAES	Consumo de agua y erosión de suelos (CAES)arb	M	Árboles cortados por lote-captación agua litros año / Total árboles 1 por lote-captación agua 1.5 litros prom. ***	PS14 Adaptabilidad
CAES	Consumo de agua y erosión de suelos (CAES)	S-E	Consumo de agua litros-lote / Total 100 litros agua por lote 3000	PS 5 Viabilidad

Continúa en la siguiente página...

...viene de la anterior

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS				
Impactos ambientales		Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Unidades de medida - índices	Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes
CRRNR	Consumo de recursos renovables y no renovables (CRRNR)	S-M	No de plantas de agave cortadas por ha. 3000 litros agave (720) / Total de plantas por ha. (720 promedio).	PS8 Existencia
AP	Abandono de palenques (AP)	S	No de Palenques abandonados-año / No de Palenques totales-año	PS1 Productividad
APCM	Aumento de palenques que compiten con el mezcal (APCM)	S	No de Palenques para otros usos-año / No de Palenques totales existentes , 61 registrados en COMERCAM	PS10 Conservación
DC	Desconfianza en la calidad (DC)	S-E	Litros no consumidos por año / Litros consumidos promedio año anterior (máx. no consumido 10%)	PS4 Rentabilidad
PC	Pérdida de competitividad (PC)	E	% disminución de ventas último año / % incremento ventas promedio últimos 3 años, 5%; sobre promedio 3000 litros-año/ (320,000 pesos lote-promedio)	PS2 Eficacia
RI	Recuperación de inversiones (RI)ing	E	Ingresos recuperados / Costo de ventas, - 150,000 promedio-lote 3000 lts (para cálculo de TIR y VAN)	PS4 Rentabilidad
RI	Recuperación de inversiones (RI)vtas	E	Utilidad neta / Ventas (cálculo de TIR y VAN)	PS4 Rentabilidad
RI	Recuperación de inversiones (RI)brs	E	Ingresos recuperados por barriles / Ventas (cálculo de TIR y VAN)	PS4 Rentabilidad

Fuente: Elaboración con datos de las variables de sustentabilidad

B) Definición y estructuración de los Principios de Sustentabilidad

Los principios se utilizan como guías orientadores hacia la sustentabilidad del proceso de producción artesanal [...]. Se conformó su nomenclatura, definición, descripción, dimensión sustentable sugerida (por expertos productores) y sus índices. Ver Tabla 44:

TABLA 44: PRINCIPIOS DE SUSTENTABILIDAD; NOMENCLATURA Y DESCRIPCIÓN

PRINCIPIOS DE SUSTENTABILIDAD: GUÍAS ORIENTADORES HACIA LA SUSTENTABILIDAD				
Nomenclatura	Principios de Sustentabilidad con base en: Agenda 21, MESMIS****, Normas y Leyes	Descriptor	Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Índices de Sustentabilidad del Proceso de Producción ISUPP*
PS1	Productividad	Lograr los Principios de Eficacia y Eficiencia en la producción artesanal del agave mezcalero	S-E-M	Resultados de la producción-lote/ Medios utilizados
PS2	Eficacia	Logro de resultados planeados	S-E-M	Resultados / Objetivos planeados por lote
PS3	Eficiencia	Optimización de recursos utilizados	S-E-M	Medios / Recursos totales
PS4	Rentabilidad	Generación de ganancia socio-económica	S-E	Utilidades neta por lote / Ventas por lote
PS5	Viabilidad	Contar con recursos humanos, técnicos y financieros	S-E-M	% recursos utilizados por lote / % recursos existentes-lote
PS6	Estabilidad	Considerar equilibrios socio-económicos-ambientales	S-E-M	Número de plantas utilizadas por lote-ha. / Número de hijuelos plantados- planeados por lote-ha.**(1,440)
PS7	Confiabilidad	Proporcionar y utilizar insumos de acuerdo a normas y leyes	S-M	% de insumos según la NOM-070 aplicados por lote / % total de recursos disponibles-lote
PS8	Existencia	Considerar la planeación de inventarios	M	No de plantas cortadas por ha por lote / Total de plantas existentes por ha planeadas
PS9	Seguridad	Considerar el Principio de Confiabilidad y aplicar programas de mantenimiento y seguridad en equipos y el personal	S-E-M	Número de programas de mantenimiento a equipos de producción aplicados año / Número de programas de mantenimiento planeados año
PS10	Conservación	Considerar los Principios de Existencia, Resiliencia y Planeación.	M	kilos de basura-bagazo por lote 3000 lts / kilos de basura-lote 3000 lts (1000 kgs, equivalentes a 76.2ks de CO2***)

Continúa en la siguiente página...

...viene de la anterior

PRINCIPIOS DE SUSTENTABILIDAD: GUÍAS ORIENTADORES HACIA LA SUSTENTABILIDAD				
Nomenclatura	Principios de Sustentabilidad con base en: Agenda 21, MESMIS****, Normas y Leyes	Descriptor	Dimensión Sustentable sugerida: Sociedad-Economía-Medioambiente (S-E-M)	Índices de Sustentabilidad del Proceso de Producción ISUPP*
PS11	Protección	Considerar programas de protección al personal	S-E	% programas institucionales utilizados / % total de programas existentes
PS12	Libertad de acción	Aplicar los métodos de producción artesanales, sin descuido de la NOM-070-SCFI-1994	E-M	% de técnicas de producción artesanal según la NOM-070 utilizadas por lote / % total de técnicas de producción-lote de acuerdo a la
PS13	Resiliencia	Considerar las cargas máximas y tiempos de recuperación en la regeneración del medioambiente de los agaves mezcaleros	M	% del sistema productivo impactado por ha-año / % total de recuperación del sistema productivo por-ha-año
PS14	Adaptabilidad	Producir con especies de agaves permitidos por la NOM-070 para el mercado.	S-M	% del tipo de agave producido-lote / % del tipo de agave permitido por la NOM-070 por lote
PS15	Coexistencia	Considerar sólo la plantación de agaves permitidos por la NOM-070 y la plantación hasta un máximo planeado de otras plantas de agave.	S-M	Total de plantas de otros agaves utilizados por lote / Total de plantas de otros agaves planeados-permitidos por lote
PS16	Equidad	Compartir ganancias productivas con el personal .	S	% utilidades de la producción-lote repartidos / % utilidades totales generados
PS17	Autogestión	Considerar la homologación del mezcal hasta el porcentaje permitido por la NOM.	S	% de mezcal homologado por lote / % de mezcal homologado permitido por la NOM-070 por lote (20%)
PS18	Salud	Procurar las Normas de Producción y Sanitarias.	S	% de normas de producción y salud aplicadas-lote / % de normas de producción y salud planeadas por lote
PS19	Calidad de vida	Procurar el desarrollo y mantenimiento socio-económico del personal	S	% de alimentación, vivienda, vestido y educación obtenidos por Palenque por año / % planeado-obtenido por Palenque por año
PS20	Planificación	Planear y considerar las políticas de siembra de agaves por hectáreas, tipos y tiempos.	S-E-M	% de siembra de plantas agaves por ha-año / % de siembra de plantas de agave planeadas por ha-año.

* Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción / **ha.= hectárea / *** Dióxido de Carbono /****MESMIS=Marcos de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Índices de Sustentabilidad, Capítulo 4.6.1

Fuente: Elaboración con expertos de la producción artesanal, y con base en la Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes

Finalmente, se procedió al diseño y construcción del Modelo de Negocio de cinco etapas y catorce fases, para aplicarlo como plataforma de medición de los ISUPP. A continuación se describe la elaboración de dicho modelo.

C) Construcción del Modelo de Negocio

La estructura del modelo como plataforma de medición de la sustentabilidad, es la misma para cada una de las etapas del Modelo de Negocio:

I-Producto, II-Mercado, III-Organización, IV-Producción y V-Finanzas. A continuación se presenta el contenido del modelo, como plataforma de medición, evaluación de la sustentabilidad y registros de datos para la RNA.

- **Etapas del Modelo de Negocio (I – V)**
- Fase del Modelo de Negocio: desde la siembra al reposo del mezcal (ver las fases en el Capítulo 5.3.5, Etapa IV.)
 - **ITEM:** Factores asociados a la producción
 - Pregunta
 - Clave del Factor
 - Índice de medición (con base en Agenda 21, Leyes, Normas y Principios de Sustentabilidad)
 - Unidad de medida
 - Clave de respuesta
 - Ingreso de dato, para medición y evaluación de ISUPP y RNA
 - Resultado del índice de medición
 - Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas (con base en Agenda 21, Leyes, Normas y Principios de Sustentabilidad)
 - Resultado previo ISUPP (registro automático para RNA)
 - Registro RNA (clave “0” o “1”, “sustentable o no sustentable” como salida binaria de la red neuronal artificial)

 - **ITEM:** Relaciones asociadas al Trinomio sociedad-economía-medioambiente
 - Pregunta
 - Clave de la Relación

- Índice de medición (con base en Agenda 21, Leyes, Normas y Principios de Sustentabilidad)
- Unidad de medida
- Clave de respuesta
- Ingreso de dato, para medición y evaluación de ISUPP y RNA
- Resultado del índice de medición
- Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas (con base en Agenda 21, Leyes, Normas y Principios de Sustentabilidad)
- Resultado previo ISUPP (registro automático para RNA)
- Registro RNA (clave “0” o “1” , “sustentable o no sustentable “como salida binaria de la red neuronal artificial)
- Importancia de la Dimensión de Sustentabilidad otorgada al Trinomio (distribución de 10 puntos entre la sociedad, la economía y el medioambiente)

- **ITEM:** Impactos ambientales
- Pregunta
- Clave del Impacto
- Índice de medición (con base en Agenda 21, Leyes, Normas y Principios de Sustentabilidad)
- Unidad de medida
- Clave de respuesta
- Ingreso de dato, para medición y evaluación de ISUPP y RNA
- Resultado del índice de medición
- Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas (con base en Agenda 21, Leyes, Normas y Principios de Sustentabilidad)
- Resultado previo ISUPP (registro automático para RNA)
- Registro RNA (clave “0” o “1” , “sustentable o no sustentable” como salida binaria de la red neuronal artificial)
- Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes (Veinte Principios, ver Tabla 44)

- Dimensión de Sustentabilidad sugerida para el Trinomio: sociedad 30%, economía 30% y medioambiente 40%.¹²¹
- Clave grado del ISUPP de los ITEMS (moda estadística de los 3)

Los datos anteriores, se organizaron en tres bloques en el Modelo de Negocio en cada una de sus etapas: producto, mercado, organización, producción y finanzas. Los bloques se consideraron como “ITEMS” o “categorías”, los cuales fueron: ITEM Factores, ITEM Relaciones, e ITEM Impactos Ambientales. A continuación, se muestra el diseño y construcción del Modelo de Negocio.

D) Modelo de Negocio: plataforma de medición y evaluación de Índices de Sustentabilidad y registros para la RNA.

A continuación, se muestra la estructura del Modelo de Negocio, para cada una de las cinco etapas y catorce fases:

Etapa: I a la V

ITEM Factores: medición, evaluación y registro para RNA:

Fase	Preg.	ITEM Insumos de la producción: pregunta	Factores asociados a la producción (claves)	Clave del Indicador (F) Factor	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote 3000 lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP:		
* ISUPP (Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción), aportación propia. / ** Trinomio: Sociedad, Economía, Medioambiente														

Fuente: Elaboración y diseño propio

¹²¹ La Dimensión de Sustentabilidad en el Trinomio, busca la otorgar la mayor importancia al medio ambiente y contrastarla con la importancia otorgada por los Productores, Trabajadores y Jornaleros, en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero.

Etapas: I a la V

ITEM Relaciones: medición, evaluación y registro para RNA:

Preg.	ITEM Relaciones: pregunta	Relaciones asociadas al trinomio** (claves)	Clave del Indicador (R) Relaciones	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Importancia de la dimensión otorgada: sociedad, economía, medioambiente		
													S	E	M
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.											Moda del ISUPP:				
FASES: (SIEMBRA AL REPOSO) DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO				
											VALOR OTORGADO				
											PROMEDIO				

Fuente: Elaboración y diseño propio

Etapas: I a la V

ITEM Impactos ambientales: medición, evaluación y registro para RNA:

Preg.	ITEM Impactos ambientales: pregunta	Impacto Ambiental (claves)	Clave del Indicador (I) Impacto Ambiental	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MEMSIS, Normas y Leyes	Dimensión (%): sociedad, economía, medioambiente			Clave: Grado de ISUPP
														S 30%	E 30%	M 40%	
	Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.																
											Moda del ISUPP:						

Fuente: Elaboración y diseño propio

Cuestionario

Se diseñó en una matriz, un cuestionario¹²² de 85 preguntas (variables numéricas) y 50 ITEMS, relacionados con los tipos de indicadores FRI (por sus diferentes unidades de medida) para su aplicación en el Modelo de Negocio (primera columna del Modelo). Este modelo, fue respondido

¹²² Ver cuestionario en Anexo G

de manera electrónica, por cada uno de los productores, trabajadores y jornaleros (dieciocho) de los seis Palenques artesanales seleccionados. Lo anterior, permitió realizar el análisis, medición y evaluación de la sustentabilidad del proceso de producción. De los resultados obtenidos, por medio del paquete estadístico SPSS versión 21, se evaluó y comprobó con el Alfa de Cronbach, la validez del instrumento de obtención de datos (cuestionario). Los valores de Alfa de Cronbach obtenidos¹²³, reflejaron una relación entre las variables en un rango de .500 a .900 Alfas (ver alfas en Anexo A).

La obtención de los ISUPP de los Indicadores FRI -Factores, Relaciones e Impactos Ambientales- en cada una de las etapas del Modelo de Negocio, fueron convertidos en salida binaria “1 o 0”, “sustentable o no sustentable” y permitieron obtener un índice general de sustentabilidad del proceso de producción artesanal, para ingresarlo a la RNA. Este índice fue obtenido por la moda estadística de los tres en forma lineal, es decir, ISUPP Factor, ISUPP Relaciones, ISUPP Impactos Ambientales = moda estadística de los tres ISUPP.

Asimismo, en la medición y evaluación de los índices de sustentabilidad de los Indicadores FRI, se consideró la inclusión¹²⁴ de Principios de Sustentabilidad, sugeridos para la sociedad un 30%, para la economía un 30% y para el medioambiente un 40%, con objeto de “buscar” el equilibrio sustentable en el proceso de producción artesanal, y contrastarlos con la importancia de la dimensión otorgada por los productores, trabajadores y jornaleros en el Indicador “Relaciones” del proceso de producción artesanal en cada una de las etapas del Modelo de Negocio. Los claves de las respuestas de evaluación de sustentabilidad, fueron convertidos en salida binaria “1 o 0”, “sustentable o no sustentable”, para ingresarlos en la Red Neuronal Artificial (ver resultados en el Capítulo 6). A continuación se muestra la construcción del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción, ISUPP; así como el diseño y construcción de la Red Neuronal Artificial, RNA.

¹²³ Se contó con la revisión y asesoría del Mtro. Gilberto Prieto Morín, Profesor de la Facultad de Contaduría y Administración, y Revisor Técnico del Texto, Estadística Aplicada a los Negocios y a la Economía, Ed. Mc Graw Hill, 2012, 628, pp.

¹²⁴ La inclusión de Principios de Sustentabilidad en la medición, fue hecha en consenso por el grupo de expertos productores de los Palenques artesanales.

5.3.5 Etapa IV, Construcción del Índice de Sustentabilidad ISUPP

Una vez conformado el Modelo de Negocio como plataforma de medición de la sustentabilidad, se procedió a la construcción del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción ISUPP, para ingresar los datos resultantes en salida binaria en la Red Neuronal Artificial (RNA) y obtener los pronósticos de sustentabilidad por importancia normalizada de los Indicadores FRI, por cada una de las etapas de modelo de negocio, así como el pronóstico de sustentabilidad general del proceso de producción. A continuación se muestra la estructura para la obtención del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción, ISUPP.

- a) Cinco Etapas del Modelo de Negocio: Producto, Mercado, Organización, Producción y Finanzas.
- b) Catorce fases de las Etapas del Modelo de Negocio:
 - 1. siembra, (Producto)
 - 2. corte, (Producto)
 - 3. demanda, (Mercado)
 - 4. oferta, (Mercado)
 - 5. precio, (Mercado)
 - 6. estructura del palenque artesanal, (Organización)
 - 7. personal, (Organización)
 - 8. horneado, (Producción)
 - 9. macerado, (Producción)
 - 10. fermentación, (Producción)
 - 11. cocción y destilación, (Producción)
 - 12. reposo, (Producción)
 - 13. aspectos ambientales, (Producción)
 - 14. TIR y VAN (tasa interna de retorno y valor actual neto), (Finanzas)
- c) Tres Indicadores de Sustentabilidad FRI: Factores, Relaciones e Impactos Ambientales, y treinta y seis variables de los Indicadores y definición de unidades de medida en: litros, kilos, unidades y pesos (\$); escalas del 1 al 9).

- d) Base de datos para la RNA, con los registros en salida binaria “1 y 0”, de los Indicadores FRI¹²⁵
- e) Dimensión de importancia otorgada al Trinomio: sociedad, economía y medioambiente (escalas de 10 en 10, porcentajes del 10% al 100%)
- f) Base de datos para la RNA, con los registros en salida binaria “1 y 0”, de la Dimensión de sustentabilidad otorgada
- g) Dimensión de importancia sugerida por Principios Sustentables a la sociedad, la economía y al medioambiente (escalas de 10 en 10, porcentajes del 10% al 100%)
- h) Base de datos para la RNA, con los registros en salida binaria “1 y 0”, de la Dimensión por Principios de Sustentabilidad
- i) Base de datos para la RNA, con los registros en salida binaria “1 y 0”, del pronóstico de sustentabilidad general del proceso: Indicador de Sustentabilidad del Proceso, ISUPP.

En seguida, se presentan las tablas de claves y valores de los Factores, que se organizaron en escalas, para determinar los índices para los tipos de Indicadores FRI, por unidades de medida.¹²⁶

Tabla 45: Claves y valores de los factores, en escalas y unidades de medida

CLAVES Y VALORES DE LOS FACTORES								
CLAVE	FUP	FUFkgs	FUFMS	FTR	FUEdisel-lts	FUEpe	FUEkgs	FERNptas
1	0 mg/kg	0 kg	10 a 30 % m.s.	0% uso	0 lts	1 a 3 personas	100 a 200 kgs	301 a 400 ptas. Agave
2	10 mg/kg	10 kg	31 a 50 % m.s.	1% uso	1 a 2 lts	4 a 6 personas	201 a 300 kgs	401 a 500 ptas. Agave
3	20 mg/kg	20 kg	51 a 70% m.s.	2% uso	3 a 4 lts	7 a 9 personas	301 a 400 kgs	501 a 600 ptas. Agave
4	30 mg/kg	30 kg	71 a 90% m.s.	3% uso	5 a 6 lts	10 a 12 personas	401 a 500 kgs	601 a 700 ptas. Agave
5	40 mg/kg	40 kg	91 a 110% m.s.	4% uso	7 a 8 lts	13 a 15 personas	501 a 600 kgs	701 a 800 ptas. Agave
6	50 mg/kg	50 kg	111 a 130% m.s.	5% uso	9 a 10 lts	16 a 18 personas	601 a 700 kgs	801 a 900 ptas. Agave
7	más de 50 mg/kg	60 kg	131 a 150% m.s.	6% uso	11 a 12 lts	19 a 21 personas	701 a 800 kgs	901 a 1000 ptas. Agave

¹²⁵ Los resultados de las evaluaciones previas de sustentabilidad ISUPP en el Modelo de Negocio, fueron convertidas a una salida binaria “1 o 0”, en la columna de “clave salida binaria para RNA”

¹²⁶ Las tablas de índices de los Indicadores FRI, se mostraron en el Capítulo 5.3.4.

CLAVES Y VALORES DE LOS FACTORES							
CLAVE	FERNlts	FERNkgs	FERNbrl	FERNgas	FERNpesos	FPH%	FPHpesos
1	100 a 200 lts	1000 kgs	1 a 3 barriles	1-500 kg-lt	50 a 150 pesos por lt	0% homologación	50 a 70 pesos-lt
2	201 a 300 lts	1500 kgs	4 a 6 barriles	501-1000 kg-lt	151 a 250 pesos por lt	1 a 10%	71 a 90 pesos-lt
3	301 a 400 lts	2000 kgs	7 a 9 barriles	1001-1500 kg-lt	251 a 350 pesos por lt	11 a 20%	91 a 110 pesos-lt
4	401 a 500 lts	2500 kgs	10 a 12 barriles	1501-2000 kg-lt	351 a 450 pesos por lt	21 a 30%	111 a 130 pesos-lt
5	501 a 600 lts	3000 kgs	13 a 15 barriles	2001-2500 kg-lt	451 a 550 pesos por lt	31 a 40%	131 a 150 pesos-lt
6	601 a 700 lts	3500 kgs	16 a 18 barriles	2501-3000 kg-lt	551 a 650 pesos por lt	41 a 50%	151 a 170 pesos-lt
7	701 a 800 lts	4000 kgs	19 a 21 barriles	3001-3500 kg-lt	651 a 750 pesos por lt	más de 50%	más de 170 pesos-lt

Fuente: Elaboración con base en información de campo

Abajo, se presentan las tablas de claves y valores de las Relaciones, que se organizaron en escalas, para determinar los índices para los tipos de Indicadores FRI, por unidades de medida.¹²⁷

Tabla 46: Claves y valores de las Relaciones, en escalas y unidades de medida

CLAVES Y VALORES DE LAS RELACIONES						
CLAVE	RCCalc	RCCmtnl	RZC	RPMlts	RPMpesos	RPMdisel
1	35% alcohol	0 a 100 kg mtnol	1 tipo	500 lts	1-3 mil	1 a 3
2	40% alcohol	101 a 200 kg mtnol	2 tipo	1000 lts	4 a 6 mil	4 a 6
3	45% alcohol	201 a 300 kg mtnol	0	1500 lts	7 a 9 mil	7 a 9
4	50% alcohol	301 a 400 kg mtnol	0	2000 lts	10 a 12 mil	10 a 12
5	55% alcohol	401 a 500 kg mtnol	0	2500 lts	13 a 15 mil	13 a 15
6	60% alcohol	501 a 600 kg mtnol	0	3000 lts	16 a 18 mil	16 a 18
7	65% alcohol	601 a 700 kg mtnol	0	3500 lts	19 a 21 mil	19 a 21
8	70% alcohol	701 a 800 kg mtnol	0	4000 lts	22 a 24 mil	22 a 24

¹²⁷ *Ibidem*, Capítulo 5.3.4.

Continúa en la siguiente página...

...viene de la anterior

CLAVE	RSOMptas	ROOMlts	ROOMptas	RPAlts-metano	RPA%
1	100 ptas	100 a 200 lts	0 ptas	1000lts	0 grados
2	200 ptas	201 a 300 lts	50 ptas	2000 lts	1 a 30 grados
3	300 ptas	301 a 400 lts	100 ptas	3000 lts	31 a 60 grados
4	400 ptas	401 a 500 lts	150 ptas	4000 lts	61 a 90 grados
5	500 ptas	501 a 600 lts	200 ptas	5000 lts	91 a 120 grados
6	600 ptas	601 a 700 lts	250 ptas	6000 lts	121 a 150 grados
7	700 ptas	701 a 800 lts	300 ptas	7000 lts	151 a 180 grados
8	más de 700 ptas	801 a 900 lts	más de 300 ptas.	8000 lts	más de 180

Fuente: Elaboración con base en información de campo

En seguida, se presentan las tablas de claves y valores de los Impactos, que se organizaron en escalas, para determinar los índices para los tipos de Indicadores FRI, por unidades de medida.¹²⁸

¹²⁸ *Ibíd.*, Capítulo 5.3.4.

Tabla 47: Claves y valores de los Impactos, en escalas y unidades de medida

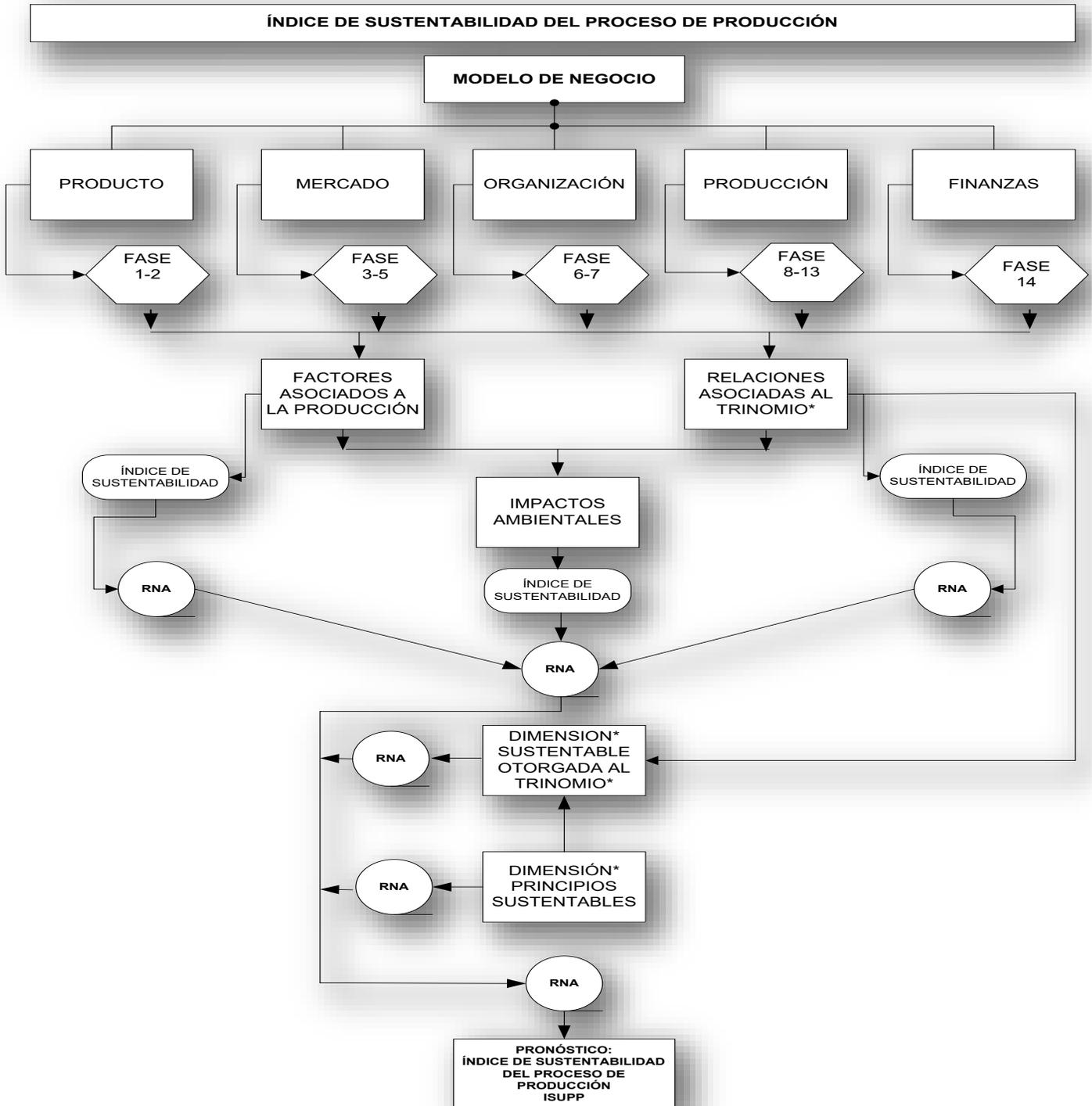
CLAVES Y VALORES DE LOS IMPACTOS								
CLAVE	DC	IVO	UDRNlts	UDRNhas	UDRNkgs-pest	CAESarb	CAESlts	CRRNR
1	100 a 200 lts	1 ton	1000 lts	1 ha	1 a 5	1 árbol	100 a 200 lts	100 a 300 ptas
2	201 a 300 lts	2 ton	1500 lts	2 has	6 a 10	2 árboles	201 a 300 lts	301 a 500 ptas
3	301 a 400 lts	3 ton	2000 lts	0	11 a 15	más de 2	301 a 400 lts	501 a 700 ptas
4	401 a 500 lts	más de 3 ton	2500 lts	0	16 a 20	0	401 a 500 lts	701 a 900 ptas
5	501 a 600 lts	0	3000 lts	0	más de 20	0	501 a 600 lts	más de 900 ptas
6	601 a 700 lts	0	3500 lts	0	0	0	601 a 700 lts	0
7	701 a 800 lts	0	4000 lts	0	0	0	701 a 800 lts	0
8	801 a 900 lts	0	4500 lts	0	0	0	801 a 900 lts	0
9	901 a 1000 lts	0	más de 4500	0	0	0		0

CLAVE	Rling	Rlvtas	Rlbrl	PC %	APCM
1	1 a 50 mil pesos	-100000	-10000	1 a 20 %	1 a 5
2	51 a 100 mil pesos	-150000	-20000	21 a 40 %	6 a 10
3	101 a 150 mil pesos	-200000	-30000	41 a 60%	11 a 15
4	151 a 200 mil pesos	-250000	-40000	61 a 80%	16 a 20
5	201 a 250 mil pesos	-300000	-50000	81 a 100%	21 a 25
6	251 a 300 mil pesos	-350000	-60000	más de 100%	26 a 30
7	301 a 350 mil pesos	-400000	-70000	0	31 a 35
8	351 a 400 mil pesos	-450000	-80000	0	más de 35
9	401 a 450 mil pesos	-500000	-90000	0	0

Fuente: Elaboración con base en información de campo

Una vez determinados y definidos los Indicadores FRI (Tablas 41, 42 y 43), así como sus claves y valores anteriores, se procedió a construir el Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción (ISUPP). Observe la siguiente Ilustración:

Ilustración 53: Diagrama de Construcción del ISUPP



*sociedad-economía-medioambiente
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el diagrama de construcción conceptual del ISUPP, las ecuaciones siguientes, permitieron encontrar los índices de sustentabilidad en la Red Neuronal Artificial (RNA), con base en los valores de los Indicadores de Sustentabilidad FRI de cada una de las etapas del Modelo de Negocio, de conformidad con la siguiente fórmula:

Ecuación 1: Construcción de ecuaciones de sustentabilidad, de los Indicadores FRI

$$\text{Índices de sustentabilidad} = \alpha_0 + \beta_1 * \text{FUP} + \beta_2 * \text{FUF} + \beta_3 * \text{FTR} + \beta_4 * \text{FUE} + \beta_5 * \text{FERN} + \beta_6 * \text{FPH} + \beta_7 * \text{RCC} + \beta_8 * \text{RZC} + \beta_9 * \text{RPM} + \beta_{10} * \text{RSOM} + \beta_{11} * \text{RPA} + \beta_{12} * \text{ROOM} + \beta_{13} * \text{DC} + \beta_{14} * \text{IVO} + \beta_{15} * \text{UDRN} + \beta_{16} * \text{CAES} + \beta_{17} * \text{CRRNR} + \beta_{18} * \text{RI} + \beta_{19} * \text{PC} + \beta_{20} * \text{APCM} + \beta_{21} * \text{DIM} + \beta_{22}$$

Fuente: Con base en la función de activación de la RNA, de los Factores, Relaciones e Impactos Ambientales, (Bribiesca, 2006)

Una vez construido el ISUPP, se procedió a aplicar de forma electrónica, a los Productores, Trabajadores y Jornaleros de los Palenques artesanales, el Modelo de Negocio en todas las etapas y fases, como plataforma de análisis y evaluación de la sustentabilidad del proceso de producción y generación de datos en salida binaria, para la RNA. A continuación se muestran los resultados.

5.3.6 Etapa V, Aplicación del Modelo de Negocio, como plataforma de análisis, medición y evaluación de los ISUPP de los Indicadores FRI, y generación de datos como capas de entrada y salida para la RNA

La construcción del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción ISUPP, permitió en esta etapa, aplicar de manera electrónica, el Modelo de Negocio como plataforma de análisis, medición y evaluación de los índices de sustentabilidad; obteniendo los datos en salida binaria “1” y “0” (sustentable y no sustentable, respectivamente) para su ingreso como capas de salida, en la Red Neuronal Artificial y generar los pronósticos de sustentabilidad de cada una de las etapas del modelo y del proceso de producción en general. A continuación, se presentan los resultados y análisis.

CAPÍTULO 6. Resultados y análisis

La utilización del método de caso colectivo (Quinn, Patton, Michael, 1990), permitió obtener con los Productores en campo, datos respecto de la situación general y la forma o tipo de proceso de producción artesanal del agave mezcalero. Con esto, se logró manejar la información de manera lineal al objetivo de esta investigación, generando tanto el Modelo de Negocio en forma electrónica, como el diseño de una Red Neuronal Artificial, para definir los análisis estructurales y de interrelación de datos de entrada y de salida en la RNA y pronosticar la sustentabilidad del proceso de producción. La estructura de análisis de la Red, se sustentó en la Hipótesis planteada en esta investigación¹²⁹: “existen factores en la producción y relaciones con la sociedad, la economía y el medioambiente, que causan o generan impactos ambientales, y se puede medir y evaluar y pronosticar la sustentabilidad del proceso”.

6.1 Análisis, medición y evaluación de la sustentabilidad

Para analizar, medir y evaluar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal, se aplicó a los Productores, Trabajadores y Jornaleros, el modelo de negocio propuesto en el Capítulo 5.3.4, inciso C), como plataforma para dicha medición y evaluación a través de índices de sustentabilidad (ISUPP), para un lote de 3000 litros de producción de mezcal. Se rediseñó y conformó el modelo de negocio, de manera electrónica, para determinar los datos de los Indicadores FRI, en las cinco etapas y fases de dicho modelo. La lectura e interpretación de los ITEMS¹³⁰ aplicados en el modelo, se realiza de la misma manera para todas las Etapas del Modelo de Negocio, como sigue:

¹²⁹ Ver Hipótesis en el Capítulo 2.

¹³⁰ El término ITEM se utiliza como categoría y/o grupo de elementos.

Etapa: Producto, Mercado, Organización, Producción y Finanzas

Indicador: Factores, interpretación del modelo

Fase	Preg.	ITEM Insumos de la producción: pregunta	Factores asociados a la producción (claves)	Clave del Indicador (F) Factor	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote 3000 lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

1. Fase de la Etapa del modelo de negocio (desde la siembra hasta el reposo; de acuerdo con las fases expuestas en el Capítulo 5.3.5, inciso b).
2. Pregunta, número consecutivo
3. ITEM (categorías) insumos de la producción: se aplica pregunta relacionada con los Factores; se contesta en la columna 10
4. Factores asociados a la producción (descripción) y claves
5. Clave o nomenclatura inicial “F” del Factor
6. Índice de medición del Factor (de acuerdo con la Tabla de índices de medición expuesta en Capítulo 5.3.4)
7. Unidad de medida del Factor (miligramos, kilos, litros, precio, medidas de seguridad, porcentajes de alcohol, número de trabajadores)
8. Número consecutivo de la respuesta
9. Clave de la respuesta registrada en la columna 10 (ver claves de acuerdo con la Tabla de claves y valores de los Indicadores FRI, expuestos en Capítulo 5.3.5)
10. Capa de entrada para la RNA, Se ingresa la respuesta, de acuerdo con la pregunta realizada en la columna 3
11. Resultado del índice de medición de la respuesta (columna 10)
12. Criterio de evaluación “oculto”, como referencia máxima permitida conforme a Principios de Sustentabilidad

13. Resultado previo del ISUPP, por la evaluación cualitativa de la columna 11 contrastada con el valor de la columna 12. La evaluación se realiza, como “S” sustentable o “NS” no sustentable

14. Capa de salida: clave de asignación numérica al resultado de la columna 13, convirtiéndolo en salida binaria para la RNA. S = 1 y NS = 0

Indicador Relaciones, interpretación del modelo

Preg.	ITEM Relaciones: pregunta	Relaciones asociadas al trinomio** (claves)	Clave del Indicador (R) Relaciones	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Importancia de la dimensión otorgada: sociedad, economía, medioambiente		
													S	E	M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		

1. Pregunta, número consecutivo
2. ITEM (categorías) Relaciones: se aplica pregunta relacionada con las Relaciones asociadas al Trinomio; se contesta en la columna 10
3. Relaciones asociadas con la sociedad, la economía y el medioambiente (descripción) y claves
4. Clave o nomenclatura inicial “R” de la Relación
5. Índice de medición de la Relación (de acuerdo con la Tabla de índices de medición expuesta en Capítulo 5.3.4)
6. Unidad de medida de la Relación (porcentajes de alcohol, metanol, zonas de consumo, litros, pesos, número de plantas, porcentajes de producción adulterado)
7. Número consecutivo de la respuesta
8. Clave de la respuesta registrada en la columna 9 (ver claves de acuerdo con la Tabla de claves y valores de los Indicadores FRI, expuestos en Capítulo 5.3.5)

9. Capa de entrada para la RNA, Se ingresa la respuesta, de acuerdo con la pregunta realizada en la columna 2
10. Resultado del índice de medición de la respuesta (columna 9)
11. Criterio de evaluación “oculto”, como referencia máxima permitida conforme a Principios de Sustentabilidad
12. Resultado previo del ISUPP, por la evaluación cualitativa de la columna 10 contrastada con el valor de la columna 11. La evaluación se realiza, como “S” sustentable o “NS” no sustentable
13. Capa de salida: Clave de asignación numérica al resultado de la columna 12, convirtiéndolo en salida binaria para la RNA. S = 1 y NS = 0
14. Dimensión de importancia asignada a la sociedad, a la economía y al medioambiente en el proceso de producción, por parte de los Productores, Trabajadores y Jornaleros. Calificación numérica de “1”

Indicador Impactos Ambientales, interpretación del modelo

Preg.	ITEM Impactos ambientales: pregunta	Impacto Ambiental (claves)	Clave del Indicador (I) Impacto Ambiental	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1. Pregunta, número consecutivo
2. ITEM (categorías) Impactos Ambientales: se aplica pregunta relacionada con los Impactos Ambientales; se contesta en la columna 9
3. Impacto Ambiental (descripción) y claves
4. Clave o nomenclatura del Impacto
5. Índice de medición del Impacto Ambiental (de acuerdo con la Tabla de índices de medición expuesta en Capítulo 5.3.4)

6. Unidad de medida del Impacto (litros, toneladas, hectáreas, kilos pesticida, número de árboles, plantas de agave, pesos, ingresos monetarios, porcentajes, unidades)
7. Número consecutivo de la respuesta
8. Clave de la respuesta registrada en la columna 9 (ver claves de acuerdo con la Tabla de claves y valores de los Indicadores FRI, expuestos en Capítulo 5.3.5)
9. Capa de entrada para la RNA, Se ingresa la respuesta, de acuerdo con la pregunta realizada en la columna 2
10. Resultado del índice de medición de la respuesta (columna 9)

Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	TIR al 1er lote	TIR al 2o lote	TIR al 3er lote	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes	Dimensión (%): sociedad, economía, medioambiente			Clave: Grado de ISUPP
							S 30 %	E 30 %	M 40 %	
11	11a	11b	11c	12	13	14	15			16

11. Criterio de evaluación “oculto”, como referencia máxima permitida conforme a Principios de Sustentabilidad

- 11a Obtención de la Tasa Interna de Retorno (TIR), al primer lote (% de recuperación de la inversión con una tasa del 10% de descuento en el primer año)¹³¹
- 11b Obtención de la Tasa Interna de Retorno (TIR), al segundo lote (% de recuperación de la inversión con una tasa del 10% de descuento en el primer año)
- 11c Obtención de la Tasa Interna de Retorno (TIR), al tercer (% de recuperación de la inversión con una tasa del 10% de descuento en el primer año)

¹³¹ La TIR (tasa interna de retorno) por la elaboración de un lote de 3000 litros de mezcal, se considera de un 53% como mínimo al primer año; de acuerdo con el criterio de los Productores.

12. Resultado previo del ISUPP, se obtiene por la evaluación cualitativa de la columna 10 contrastada con el valor de la columna 11. La evaluación se realiza, como “S” sustentable o “NS” no sustentable.
13. Capa de salida: Clave de asignación numérica al resultado de la columna 12, convirtiéndolo en salida binaria para la RNA. S = 1 y NS = 0
14. Principios de Sustentabilidad sugeridos en el proceso de producción artesanal (de conformidad con la Tabla de Principios Sustentables expuesta en el Capítulo 5.3.5), en función de los impactos ambientales resultantes
15. Dimensión de Sustentabilidad sugerida, en relación a los Principios (columna 14): 30% a la sociedad, 30% a la economía y 40% al medioambiente¹³²
16. Clave, Grado del ISUPP, obtención de la moda estadística en salida binaria “1 o 0” de los resultados previos ISUPP de los tres Indicadores FRI, para la RNA.

Con las descripciones anteriores, se pueden interpretar los resultados obtenidos en el Modelo de Negocio aplicado de manera electrónica. Los resultados previos ISUPP, generan una evaluación cualitativa “S” sustentable y “NS” no sustentable, asignando claves de salida binaria en la columna de capas de salida para la RNA, de “1” y “0”, respectivamente. Los resultados previos se obtienen por una comparación del resultado de las columnas del índice de medición y el criterio de evaluación. Las claves asignadas se utilizan para ingresarlos en la Red Neuronal Artificial y obtener los pronósticos de sustentabilidad por cada una de las Etapas del Modelo de Negocio, de acuerdo con la descripción realizada en el Capítulo 6.5.

A continuación, se presentan los resultados por cada una de las Etapas y fases del Modelo de Negocio aplicado.

¹³² Los porcentajes de sustentabilidad fueron consensados y sugeridos en los Palenques por el grupo de Productores, Trabajadores y Jornaleros, con el fin de lograr un equilibrio sustentable, dándole mayor importancia al cuidado del medioambiente.

6.1.1 Etapa, producto:

Tabla: Indicador Factores

APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
Productor 1
Etapa I, Producto / Fase siembra y corte / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Fase	Preg.	ITEM Insumos de la producción: pregunta	Factores asociados a la producción (claves)	Clave del Indicador (F) Factor	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Critero de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA
S	1	¿Cuántos miligramos por kg de pesticidas aplica en el proceso de siembra?	Uso de pesticidas agrícolas (FUP)	FUP	mg aplicados / 50 mg por kg	miligramos aplicados	R1	6	60	60	50	NS	0
S	2	¿Cuántos kilos de fertilizante por ha aplica en el proceso?	Uso de fertilizantes (FUF)	FUFkg	Kg aplicados por ha. / 20 kg/ha.	kilos aplicados	R2	3	25	25	20	NS	0
S	3	¿Cuántas plantas de agave siembra por cada lote de 300 lts de mezcal?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNptas	Número de plantas sembradas o cortadas / 720 plantas-lote 3000 lts (1 planta-15 hijuelos)	Número de plantas sembradas	R3	1	800	800	720	NS	0
S	4	¿Cuántos litros de diesel por hora utiliza en el arado para la siembra de agave para un lote de 3000 lts?	Uso de energía en la agricultura (FUE)	FUElts	Litros Diesel utilizado / 9 litros de diesel por hora	litros diesel hora	R4	6	9	9	9	S	1
C	5	¿Cuántas plantas de agave corta para un lote de 3000 lts de mezcal?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNptas	Número de plantas sembradas o cortadas / 720 plantas-lote 3000 lts (1 planta-15 hijuelos)	número de plantas cortadas	R5	1	500	500	720	S	1
C	6	¿Qué porcentaje de homologación por litro, de acuerdo a la NOM-070, realiza en un lote de 3000 lts?	Producción Homologada (FPH)	FPH%	Porcentaje de homologación por litro / 20% de homologación	% porcentaje	R6	2	20	20%	20%	S	1
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Factores	0
* ISUPP (Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción), aportación propia. / ** Trinomio: Sociedad, Economía, Medioambiente													

Tabla: Indicador Relaciones:

APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
Productor 1
Etapa I, Producto / Fase siembra y corte / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Relaciones: pregunta	Relaciones asociadas al trinomio** (claves)	Clave del Indicador (R) Relaciones	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Importancia de la dimensión otorgada: sociedad, economía, medioambiente		
													S	E	M
7	¿Cuántas plantas de agave de más, siembra por ha al año?	Sobre oferta del agave mezcalero (RSOM)	RSOM	Número de plantas sembradas de más, por ha. / Número de plantas sembradas ha. planeadas promedio planeado-año (500-lote 3000 lts)	Número de plantas de más	R7	1	600	120%	500	NS	0		1	
8	¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?	Producción para el mercado (RPM)	RPMlts	Cantidad en litros de mezcal producido-lote/ Cantidad en litros de mezcal planeado-lote 3000	Litros	R8	2	2000	67%	3000	S	1		1	
9	¿Qué tipo de mezcal produce para las 3 zonas de mercado?	Zonas de consumo, geográfica (RZC)	RZC	Tipo de mezcal demandado / Tipo de mezcal I o II, conforme a NOM-070-SCFI-1992	Tipo 1 o Tipo 2	R9	1	1	1	1 o 2	S	1	1		
10	¿Cuántos grados de alcohol considera para cada lote producido?	Cultura de consumo (RCC)	RCCalc	% Grados de alcohol de mezcal demandado/ % grados conforme a NOM-070-SCFI-1992	% grados de alcohol	R10	2	60	60	55	NS	0		1	
11	¿Cuántas plantas de otros agaves siembra por lote al año?	Sobre oferta de otros magueyes (ROOM)	ROOMptas	Número de plantas sembradas de otros magueyes por lote /Número de plantas sembradas permitidas por lote (100)	Número de otras plantas sembradas	R11	2	100	100	100	S	1		1	
12	¿Cuántos litros de mezcal adulterado produce para el mercado, por lote?	Producción adulterada (RPA)%	RPA %	Cantidad producida en litros de mezcal adulterado lote / Cantidad producida en litros de mezcal lote permitido conforme a NOM-070-SCFI-1994	Litros	R12	1	30%	30%	0	NS	0		1	
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.											Moda del ISUPP Relaciones	0	1	5	0
FASE SIEMBRA: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		2	8	0
FASE CORTE: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		4	6	0

Tabla: Indicador Impactos ambientales:

APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO Productor 1
Etapa I, Producto / Fase siembra y corte / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Impactos ambientales: pregunta	Impacto Ambiental (claves)	Clave del Indicador (I) Impacto Ambiental	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes	Dimensión (%): sociedad, economía, medioambiente			Clave: Grado de ISUPP
														S 30%	E 30%	M 40%	
13	Por desconfianza en la calidad del mezcal, ¿cuántos litros no se consumen en un año?	Desconfianza en la calidad (DC)	DC	Litros no consumidos por año / Litros consumidos promedio año anterior (máx. no consumido 10%)	Litros	R13	9	1000	S	1000	S	1	PS7 Confiabilidad	1	1		0
14	Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?	Impactos visuales y olfativos (IVO)	IVO	Tonelada de basura-bagazo por lote / 76.2 kgs de CO2-lote **	Tonelada de basura	R14	1	1	76.2 kgs CO2	1	NS	0	PS10 Conservación			1	0
15	Al cortar plantas de agave, se dejan de absorber 76.2 Kg de CO2 por cada lote de 1000 litros; ¿cuántos litros produce por cada lote?	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)	UDRNlts	Valor de la plantación Kgs. Agave Absorción CO2 (1-90kgs) / Valor total de la plantación Kgs. agave - lote para 3000 litros de mezcal. Absorción 228.6 Kg. de CO2.	litros, valor de absorción de CO2 por 3000 litros	R15	4	2500	228.6 kgs CO2	228.6 kgs CO2	NS	0	PS6 Estabilidad			1	0
16	Por cada árbol cortado, se pierde la absorción de 1.5 litros de agua en promedio, ¿cuántos árboles se cortan para la producción de un lote de mezcal?	Consumo de agua y erosión de suelos (CAES)	CAESarb	Árboles cortados por lote-captación agua litros año / Total árboles 1 por lote-captación agua 1.5 litros prom.***	Árboles cortados por lote 3000 lts, captación 1.5 litros de agua por árbol	R16	2	1	1.5 litros	1	S	1	PS15 Coexistencia	1	2	3	1
17	Para cada lote de 3000 litros de mezcal, se cortan 720 plantas de agave en promedio, ¿cuántas plantas se cortan en un lote?	Consumo de recursos renovables y no renovables (CRRNR)	CRRNRptas	No de plantas de agave cortadas por ha. 3000 litros agave (720) / Total de plantas por ha. (720 promedio).	No de plantas de agave cortadas por lote	R17	2	500	S	720	S	1	PS13 Resiliencia			4	1
18	Al cortar plantas de agave se pierden de 50 a 60 kgs de nitrógeno por ha, ¿Cuántas hectáreas utiliza para un lote de 3000 litros?	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)has	UDRNhas	Desgaste de hectáreas por valor de la plantación Kgs. Agave- lote 3000 lts. (Absorción CO2,90kgs-ha) / Desgaste por hectárea planeado 1 ha. (absorción 228.6 Kg. de CO2), por valor total de la plantación Kgs. agave - lote para 3000 litros de mezcal	Kgs. Pesticida	R18	1	1	NS	1	NS	0	PS18 Salud	2	4		0
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.											Moda del ISUPP Impactos Amb.	1	SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Siembra / Moda ISUPP general	2	3	5	0
													Supervisión Dimensión sugerida ISUPP Corte	2	4	4	

6.1.2 Etapa, mercado

Tabla: Indicador Factores

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
 Productor 1
 Etapa II, Mercado / Fases: Demanda, Oferta y Precio / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Fase	Preg.	ITEM Insumos de la producción	Factores asociados a la producción (claves)	Clave del Indicador (F) Factor	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación : Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA
P	19	¿Cuál es el precio por litro al que se vende en un lote de 3000?	Producción Homologada (FPH)pesos	FPHpl	Precio por litros-porcentaje de homologación de mezcal / 20% de homologación s-NOM-070	Precio de venta por litro	R19	4	120	\$120	\$150	S	1
O	20	En la homologación del mezcal de acuerdo a la NOM-070, ¿cuál es el %	Producción Homologada (FPH)%	FPH	Porcentaje de homologación por litro / 20% de homologación	% porcentaje	R20	2	5	5%	20%	S	1
D	21	¿Cuál es el precio por litro al que se compra en un lote de 3000?	Producción Homologada (FPH)pesos	FPHpl	Precio por litros-porcentaje de homologación de mezcal / 20% de homologación s-NOM-070	Precio de compra por litro	R21	2	90	\$90	\$150	S	1
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Factores	1
* ISUPP (Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción), aportación propia. / ** Trinomio: Sociedad, Economía, Medioambiente													

Tabla: Indicador Relaciones

CUESTIONARIO DE APLICACION DEL MODELO DE MEDICION DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCION ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
Productor 1
Etapa II, Mercado / Fases: Demanda, Oferta y Precio / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Relaciones	Relaciones asociadas al trinomio** (claves)	Clave del Indicador (R) Relaciones	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Importancia de la dimensión otorgada: sociedad, economía, medioambiente		
													S	E	M
22	¿Cuál es el grado de alcohol que produce en un lote de 3000 lts?	Cultura de consumo (RCC)	RCCalc	% Grados de alcohol de mezcal demandado/ % grados conforme a NOM-070-SCFI-1992	% grados de alcohol	R22	1	35	35	55	S	1	1		
23	¿Qué tipo de mezcal produce en la homologación del mezcal?	Zonas de consumo, geográfica (RZC)	RZC	Tipo de mezcal demandado / Tipo de mezcal I o II, conforme a NOM-070-SCFI-1992	Tipo 1 o Tipo 2	R23	2	2	2	1 o 2	S	1	1		
24	¿Cuántos litros de mezcal adulterado produce en un lote de 3000 lts?	Zonas de consumo, geográfica (RZC)	RZC	Tipo de mezcal demandado / Tipo de mezcal I o II, conforme a NOM-070-SCFI-1994	Tipo 1 o Tipo 2	R24	2	2	2	1 o 2	S	1	1		
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.											Moda del ISUPP Relaciones	1	1	2	0
FASE Demanda: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		4	4	2
FASE Oferta: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		4	4	2
FASE Precio: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		3	6	1

Tabla: Indicador Impactos ambientales

CUESTIONARIO DE APLICACION DEL MODELO DE MEDICION DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCION ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
Productor 1
Etapas II, Mercado / Fases: Demanda, Oferta y Precio / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Impactos ambientales	Impacto Ambiental (claves)	Clave del Indicador (I) Impacto Ambiental	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes	Dimensión (%): sociedad, economía, medioambiente			Clave: Grado de ISUPP	
														S 30%	E 30%	M 40%		
25	¿Cuál es el monto total de ventas por un lote?	Recuperación de inversiones (RI)ing	Rilote	Ingresos recuperados / Costo de ventas. 150,000 promedio-lote 3000 lts (para cálculo de TIR y VAN)	Tasa de Ganancia: Saldo neto, s/Inversión en pesos p/ lote-3000 lts, s/ref. - \$150,000 (saldo en negativo para TIR)/ precio vta. \$450,000 pesos (cetes .35083 diario)	R25	6	360000	360,000	\$450,000	S	1	PS4 Rentabilidad	3	2	5	1	
26	Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?	Impactos visuales y olfativos (IVO)	IVO	Tonelada de basura-bagazo por lote / 1 tonelada, 76.2 kgs de CO2-lote	Tonelada de basura	R26	1	1	76.2 kgs CO2	S	NS	0	PS10 Conservación	3	2	5	1	
27	Para cada lote de 3000 litros de mezcal, se cortan 720 plantas de agave en promedio, ¿cuántas plantas se cortan en un lote?	Consumo de recursos renovables y no renovables (CRRNR)	CRRNR	No de plantas de agave cortadas por ha. 3000 litros agave (720) / Total de plantas por ha. (720 promedio).	No de plantas de agave cortadas por lote	R27	2	500	S	720	S	1	PS14 Adaptabilidad	2	3	5	1	
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Impactos Amb.	1	SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Demanda / Moda ISUPP general	3	2	5	1
														SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Oferta / Moda	3	2	5	
														SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Precio / Moda	2	3	5	

6.1.3 Etapa, organización

Tabla: Indicador Factores

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
 Productor 1
 Etapa III, Organización / Fases: Palenque artesanal (estructura) , Personal / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Fase	Preg.	ITEM Insumos de la producción	Factores asociados a la producción (claves)	Clave del Indicador (F) Factor	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultad os índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA
PE	28	¿Cuántos trabajadores se contratan para la producción de un lote?	Uso de energía en la agricultura (FUE)	FUEpe	Número de trabajadores- jornaleros p-lote / promedio de jornaleros al año (8/180 días)	Número de personas contratadas	R28	2	6	6	8	NS	0
PA	29	¿Cuántas plantas de agave prepara por cada lote de 300 lts de mezcal?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNptas	Número de plantas sembradas o cortadas / 720 plantas-lote	número de plantas para producción	R29	2	720	720	720	S	1
PE	30	La aplicación de fertilizantes que no son orgánicos, requieren de medidas de seguridad, ¿cuál es el porcentaje de medidas que se aplican por cada lote?	Uso de fertilizantes (FUF)ms	FUFms	Medidas de seguridad para el trabajador / requerimientos NOM-021- RECNAT-2000	% de medidas de seguridad aplicados, sobre 100%	R30	3	60	60%	100%	NS	0
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Factores	0
* ISUPP (Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción), aportación propia. / ** Trinomio: Sociedad, Economía, Medioambiente													

Tabla: Indicador Relaciones

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
Productor 1
Etapa III, Organización / Fases: Palenque artesanal (estructura) , Personal / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Relaciones	Relaciones asociadas al trinomio** (claves)	Clave del Indicador (R) Relaciones	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Importancia de la dimensión otorgada: sociedad, economía, medioambiente		
													S	E	M
31	¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?	Producción para el mercado (RPM)	RPMlts	Cantidad en litros de mezcal producido-lote/ Cantidad en litros de mezcal planeado-lote 3000	Litros	R31	2	1500	1500	3000	S	1	1		
32	¿Cuántas plantas de agave, prepara por ha. al año?	Sobre oferta del agave mezcalero (RSOM)	RSOMptas	Número de plantas sembradas o preparadas de más, por ha. / Número de plantas sembradas ha.. planeadas promedio planeado-año (500-lote 3000 lts)	Número de plantas de agave	R32	3	300	300	500	S	1	1		
33	¿Cuántas plantas de otros agaves prepara por lote al año?	Sobre oferta de otros magueyes (ROOM)	ROOMptas	Número de plantas sembradas de otros magueyes por lote /Número de plantas sembradas permitidas por lote (100)	Número de otras plantas preparadas	R33	2	100	100	100	S	1	1		
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.											Moda del ISUPP Relaciones	1	1	2	0
FASE PALENQUE: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		4	4	2
FASE PERSONAL: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		4	4	2

Tabla: Indicador Impactos ambientales

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO Productor 1
Etapa III, Organización / Fases: Palenque artesanal (estructura) , Personal / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Impactos ambientales	Impacto Ambiental (claves)	Clave del Indicador (I) Impacto Ambiental	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes	Dimensión (%): sociedad, economía, medioambiente			Clave: Grado de ISUPP	
														S 30%	E 30%	M 40%		
34	Al cortar plantas de agave, se dejan de absorber 76.2 Kg de CO2 por cada lote de 1000 litros; ¿cuántos litros produce por cada lote?	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)	UDRNlts	Valor de la plantacion Kgs. Agave Absorción CO2 (1-90kgs) / Valor total de la plantación Kgs. agave - lote para 3000 litros de mezcal. Absorción 228.6 Kg. de CO2.	litros, valor de absorción de CO2 por 3000 litros	R34	2	1500	152.4 kgs CO2	152.4 kgs CO2	NS	0	PS6 Estabilidad	1	3	0		
35	Para cada lote de 3000 litros de mezcal, se cortan 720 plantas de agave en promedio, ¿cuántas plantas se cortan en un lote?	Consumo de recursos renovables y no renovables (CRRNR)	CRRNR	No de plantas de agave cortadas por ha. 3000 litros agave (720) / Total de plantas por ha. (720 promedio).	No de plantas de agave cortadas por lote	R35	3	700	S	720	S	1	PS1 Productividad	3	2	5	1	
36	Al cortar plantas de agave se pierden de 50 a 60 kgs de nitrógeno por ha, ¿Cuántas hectáreas utiliza para un lote de 3000 litros?	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)has	UDRNhas	Desgaste de hectáreas por valor de la plantacion Kgs. Agave- lote 3000 lts. (Absorción CO2,90kgs-ha) / Desgaste por hectárea planeado 1 ha. (absorción 228.6 Kg. de CO2), por valor total de la plantación Kgs. agave - lote para 3000 litros de mezcal	No de hectáreas por lote	R36	1	1	N	1	NS	0	PS13 Resiliencia	1	5	0		
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Impactos Amb.	0	SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP palenque artesanal / Moda ISUPP general	3	2	5	0
														SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP personal /	2	3	5	

6.1.4 Etapa, producción:

Tabla: Indicador Factores

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO													
Productor 1													
Etapa IV, Producción / Fases: Insumos, Proceso, Tecnología, Siembra, Corte, <i>Horneado, Macerado, Fermentación, Cocción, Reposado, Aspectos ambientales</i> / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal													
Fase	Preg.	ITEM Insumos de la producción	Factores asociados a la producción (claves)	Clave del Indicador (F) Factor	índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA
M	37	¿Cuántos litros de agua se utilizan en el macerado, por cada lote de 3000 lts de mezcal?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNlts	Litros de agua-lote macerado	litros	R37	1	210	210	200	NS	0
F	38	¿Cuántos litros de agua se utilizan en la fermentación, por cada lote de 3000 lts de mezcal?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNlts	Litros de agua-lote fermentación (para el mosto)	litros	R38	9	900	900	1000	S	1
C	39	¿Cuántos kilos de madera se utilizan en la cocción, por cada lote de 3000 lts de mezcal?	Uso de fertilizantes (FUF)kgs	FUEkgs	Kg aplicados por ha. / 20 kg/ha.	Kilos- lote	R39	2	250	250	250	S	1
H	40	¿Cuántos kilos de madera se utilizan en el horneado, por cada lote de 3000 lts de mezcal?	Uso de energía en la agricultura (FUE)	FUEkgs	Kg aplicados por ha. / 20 kg/ha.	Kilos- lote	R40	1	200	200	250	S	1
F	41	¿Cuántos kilos de metanol por lote, se producen?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNkgs	NOM-070-SCFI-1994, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones. Generación de metanol 100 mg (1000-kg)/100 - 300 ml	Kilos- lote	R41	5	3000	3000	3000	S	1
F	42	¿Que porcentaje de homologación por litro, de acuerdo a la NOM-070, realiza en un lote de 3000 lts?	Producción Homologada (FPH)	FPH%	Porcentaje de homologación por litro / 20% de homologación	Kilos- lote	R42	2	20	S	20%	S	1
R	43	¿Cuántos barriles de roble blanco utiliza en el reposo para un lote de 3000 lts?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNbr	Madera de roble blanco/Barril 500-800 lts	Barriles	R43	2	4	4	6	S	1
AA	44	¿Cuántos litros-kilogramos de gas metano se generan por cada lote de 3000 lts?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNgas	Porcentaje de generación de metanos (CH4)	litros de gas metano/135 lts-kg-(ref. 405 p-3000) materia orgánica**	R44	1	405	405	0	NS	0
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Factores	1
* ISUPP (índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción), aportación propia. / ** Trinomio: Sociedad, Economía, Medioambiente													

Tabla: Indicador Relaciones

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
 Productor 1
 Etapa IV. Producción / Fases: Insumos, Proceso, Tecnología, Siembra, Corte, **Horneado, Macerado, Fermentación, Cocción, Reposado, Aspectos ambientales** / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Relaciones	Relaciones asociadas al trinomio*** (claves)	Clave del Indicador (R) Relaciones	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta .	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Importancia de la dimensión otorgada: sociedad, economía, medioambiente			
													S	E	M	
45	¿Cuántos grados de alcohol considera para cada lote producido?	Cultura de consumo (RCC)alc	RCCalc	% Grados de alcohol de mezcal demandado/ 35-55% grados conforme a NOM-070-SCFI-1994	% grados de alcohol	R45	5	55	55	55	S	1	1	1		
46	¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?	Producción para el mercado (RPM)	RMPIts	Cantidad en litros de mezcal producido-lote/ Cantidad en litros de mezcal planeado-lote 3000	Litros	R46	3	2000	67%	3000	S	1	1		1	
47	¿Qué tipo de mezcal produce para las 3 zonas de mercado?	Zonas de consumo, geográfica (RZC)	RZC	Tipo de mezcal demandado / Tipo de mezcal I o II, conforme a NOM-070-SCFI-1994	Tipo 1 o Tipo 2	R47	1	1	1	1 o 2	S	1		1		
48	¿Cuál es el costo pagado por madera para un lote de mezcal?	Producción para el mercado (RPM)pesos	RPMpesos	Inversión en madera cocción del agave en horno de piedra piñas de agave/250 kgs de madaea p-lote 3000 (\$15,000 pesos).	Costo del mercado	R48	4	-10000	-\$10,000	\$ 5,000.00	S	1		1		
49	¿Cuántos grados de metanol produce por cada 3000 lts?	Cultura de consumo (RCC)mtnol	RCCmtnol	Gramos por 100 ml. de metanol en mezcal demandado/ .790 g-cm3, conforme a NOM-070-SCFI-1994	Grados de metanol	R49	2	2000	67%	3000	S	1		1		
50	¿Cuántos litros de mezcal adulterado produce en un lote de 3000 lts?	Producción adulterada (RPA)lts-kg-metano	RPAIts	Cantidad producida en litros de mezcal adulterado lote / Cantidad producida en litros de mezcal lote permitido conforme a NOM-070-SCFI-1994	% litros	R50	1	1%	1%	0%	NS	0		1		
51	¿Cuál es el costo por barril que utiliza para el reposo?	Producción para el mercado (RPM)brl	RPMpesos	Inversión en madera cocción del agave en horno de piedra piñas de agave/250 kgs de madaea p-lote 3000 (\$15,000 pesos).	Costo del mercado	R51	5	-15000	-\$15,000	\$ 15,000.00	S	1		1		
52	¿Cuál es el % de gas metano producido por cada lote de 3000 lts?	Producción adulterada (RPA)lts-kg-metano	RPAIts-metano	Cantidad producida en litros de mezcal adulterado lote metano / Cantidad producida en litros de mezcal lote permitido conforme a NOM-070-SCFI-1994, metano(lts-kg. Sólido)	lts-kg-sólido	R52	2	50%	50%	0%	NS	0		1		
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Relaciones	1	2	3	0
FASE : HORNEADO Y COCCIÓN-DESTILACIÓN, DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")												VALOR OTORGADO		5	2	3
FASE: MACERADO Y FERMENTACIÓN, DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")												VALOR OTORGADO		3	4	3
FASE: ASPECTOS AMBIENTALES Y REPOSO DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")												VALOR OTORGADO		3	5	2

Tabla: Indicador Impactos ambientales

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
Productor 1
Etapa IV. Producción / Fases: Insumos, Proceso, Tecnología, Siembra, Corte, Horneado, Macerado, Fermentación, Cocción, Reposado, Aspectos ambientales / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Impactos ambientales	Impacto Ambiental (claves)	Clave del Indicador (I) Impacto Ambiental	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Resultados VAN	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes	Dimensión (%): sociedad, economía, medioambiente			Clave: Grado de ISUPP
															S 30%	E 30%	M 40%	
53	¿Cuántos litros de agua utiliza en la producción de 3000 lts?	Consumo de agua y erosión de suelos (CAES)	CAESlts	Consumo de agua litros-lote / Total 100 litros agua por lote 3000	Litros	R53	1	100	100		100	S	1	PS7 Confiabilidad	3	3	4	1
54	Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?	Impactos visuales y olfativos (IVO) basura	IVO	Tonelada de basura-bagazo por lote / 1 tonelada, 76.2 kgs de CO2-lote	Tonelada de basura	R54	1	1	76.2 Kgs CO2		76.2 Kgs CO2	S	1	PS18 Salud			2	1
55	¿Cuál es el costo de inversión total por un lote de 3000 lts de mezcal?	Recuperación de inversiones (RI)	Rilote	Ingresos recuperados / Costo de ventas, -150,000 promedio-lote 3000 lts (para cálculo de TIR y VAN)	Tasa de Ganancia: Saldo neto, s/Inversión en pesos p/ lote-3000 lts, s/ref. \$150,000 (saldo en negativo para TIR)/precio vta. \$320,000 pesos (cetes .35083 diario)	R55	3	-\$ 160,000.00	NS		53%	NS	0	PS16 Equidad	2	4	4	1
56	¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión total en el 1er lote de venta?			Flujos de efectivo al 1er lote	TIR: Saldo neto al 1er lote: Ventas-costos y gastos	R56	3	\$ 140,000.00	-13%	-\$13,388.43	0.00%	NS	0	PS16 Equidad			1	0
57	¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión total en el 2o lote de venta?			Flujo de efectivo al 2o lote	TIR: Saldo neto al 2o lote: Ventas-costos y gastos	R57	1	\$ 10,000.00	-6%	-\$13,380.92	0.00%	NS	0	PS16 Equidad	1	1	1	0
58	¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión total en el 3er lote de venta?			Flujo de efectivo al 3er lote	TIR: Saldo neto al 3er lote: Ventas-costos y gastos	R58	1	\$ 30,000.00	9%	-\$13,378.87	0.00%	S	1	PS16 Equidad	1	1	1	1
59	¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión en madera para un lote de 3000 lts?	Recuperación de inversiones (RI)vtas	RIvtas	Recuperación de costos madera sobre ventas: Costos totales, s/Inversión en pesos p/ lote-3000 lts, s/ref. \$20,000 (saldo en negativo para TIR)/precio vta. \$320,000 pesos (cetes .35083 diario)		R59	2	-\$ 15,000.00	NS		94%	NS	0	PS19 Calidad de vida	3	3	4	1

Continúa en la siguiente página...

...viene de la anterior

Preg.	ITEM Impactos ambientales	Impacto Ambiental (claves)	Clave del Indicador (I) Impacto Ambiental	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Resultados VAN	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes	Dimensión (%): sociedad, economía, medioambiente			Clave: Grado de ISUPP
															S 30%	E 30%	M 40%	

60	¿Cuál es el costo de inversión total por un lote de 3000 lts de mezcal?	Utilidad neta / Ventas (cálculo de TIR y VAN)	Rilote	Costos / Ventas	Tasa de Ganancia: Saldo neto, s/Inversión en pesos p/ lote-3000 lts, s/ref. \$150,000 (saldo en negativo para TIR)/precio vta. \$320,000 pesos (cetes .35083 diario)	R60	2	-\$ 151,000.00	NS		53%	NS	0	PS19 Calidad de vida	2	1	2	1
61	¿Cuántos litros de mezcal no se han vendido en promedio, en los últimos 3 años?	Desconfianza en la calidad (DC)	DC	Litros no consumidos por año / Litros consumidos promedio año anterior (máx. no consumido 10%)	Litros	R61	1	200	200		300	S	1	PS20 Planificación	1	2	2	1
62	¿Cuál es el monto de recuperación por la inversión en 6 barriles de madera de roble para el reposo de un lote de 3000 lts?	Recuperación de inversiones (RI)brs	Rlbrl	Utilidad neta / Ventas; y cálculo de TIR y VAN	Tasa de Ganancia: Saldo neto, s/Inversión en pesos Barriles de Roble 500 lts/ lote-3000 lts, s/ref. mercado \$60,000.00 (saldo en negativo para TIR)/precio vta. \$320,000 pesos (cetes .35083 diario)	R62	5	\$ 50,000.00	NS		81%	NS	0	PS4 Rentabilidad	3	3	4	1
63	Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?	Impactos visuales y olfativos (IVO) basura	IVO	Tonelada de basura-bagazo por lote / 1 tonelada, 76.2 kgs de CO2-lote	Tonelada de basura	R63	1	1	76.2 Kgs CO2		76.2 kgs CO2	S	1	PS10 Conservación	1	1	1	0
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Impactos Amb.	0	SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Horneado / Moda ISUPP general	3	3	4	1
														SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Macerado /	3	3	4	
														SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Fermentación /	3	3	4	
														SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Cocción-destilación /	2	4	4	
														SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Reposo /	3	3	4	
														SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Aspectos amb.	3	3	4	

6.1.5. Etapa, finanzas:

Tabla: Indicador Factores

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO													
Productor 1													
Etapa V, Finanzas / Fases: Inversión inicial, Tasa productiva o ganancias**, TIR, VAN / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal													
Fase	Preg.	ITEM Insumos de la producción	Factores asociados a la producción (claves)	Clave del Indicador (F) Factor	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA
I	64	¿Cuántas plantas de agave siembra por cada lote de 300 lts de mezcal?	Explotación de recursos naturales (FERN)	FERNptas	Número de plantas sembradas o cortadas / 720 plantas-lote 3000 lts (1 planta-15 hijuelos)	Número de plantas sembradas	R64	1	700	700	720	S	1
I	65	¿Cuántos litros de diesel por hora utiliza en el arado para la siembra de agave para un lote de 3000?	Uso de energía en la agricultura (FUE)	FUElts	Litros Diesel utilizado / 9 litros de diesel por hora	litros diesel hora	R65	6	9	9	9	S	1
I	66	¿Cuántos miligramos por kg de pesticidas aplica en el proceso de siembra?	Uso de pesticidas agrícolas (FUP)	FUP	mg aplicados / 50 mg por kg	miligramos aplicados	R66	6	50	50	50	S	1
I	67	¿Cuántos kilos de fertilizante por ha aplica en el proceso?	Uso de fertilizantes (FUF)	FUFkgs	Kg aplicados por ha. / 20 kg/ha.	kilos aplicados	R67	3	20	20	20	S	1
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.												Moda del ISUPP Factores	1
* ISUPP (Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción), aportación propia. / ** Trinomio: Sociedad, Economía, Medioambiente													

Tabla: Indicador Relaciones

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO

Productor 1

Etapa V, Finanzas / Fases: Inversión inicial, Tasa productiva o ganancias**, TIR, VAN / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal

Preg.	ITEM Relaciones	Relaciones asociadas al trinomio** (claves)	Clave del Indicador (R) Relaciones	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Importancia de la dimensión otorgada: sociedad, economía, medioambiente		
													S	E	M
68	¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?	Producción para el mercado (RPM)	RPMlts	Cantidad en litros de mezcal producido-lote/ Cantidad en litros de mezcal planeado-lote 3000	Litros	R68	5	3500	117%	100%	NS	0	1		
69	¿Cuántos litros de diesel utiliza en la preparación de la tierra para la producción de 3000 lts?	Producción para el mercado (RPM)diesel	RPMdiesel	Inversión preparación tierra de siembra-lote/ Energía utilizada-lote 3000	Litros	R69	3	9	9	9	S	1		1	
70	¿Qué tipo de mezcal produce para las 3 zonas de mercado?	Zonas de consumo, geográfica (RZC)	RZC	Tipo de mezcal demandado / Tipo de mezcal I o II, conforme a NOM-070-SCFI-1994	Tipo 1 o Tipo 2	R70	1	1	1	1 o 2	S	1		1	
71	¿Cuántas plantas de agave de más, siembra por ha al año?	Sobre oferta del agave mezcalero (RSOM)ptas	RSOMptas	Número de plantas sembradas o preparadas de más, por ha. / Número de plantas sembradas ha.. planeadas promedio planeado-año (500-lote 3000 lts)	Número de plantas extra sembradas	R71		1000	1000	500	NS	0		1	
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.											Moda del ISUPP Relaciones	0	1	3	0
FASE INVERSIÓN: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		3	6	1
FASE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN: DISTRIBUCIÓN DE 10 PUNTOS DE IMPORTANCIA ENTRE: LA SOCIEDAD, LA ECONOMÍA Y EL MEDIOAMBIENTE (considere los resultados "0")											VALOR OTORGADO		1	8	1

Tabla: Indicador Impactos ambientales

CUESTIONARIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DE MEDICIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL AGAVE MEZCALERO
Productor 1
Etapa V, Finanzas / Fases: Inversión inicial, Tasa productiva o ganancias, TIR, VAN / Medición para 1 lote 3000 de litros de mezcal**

Preg	ITEM Impactos ambientales	Impacto Ambiental (claves)	Clave del Indicador (I) Impacto Ambiental	Índices de medición	Unidad de medida por 1 lote lts.	Rpta.	Clave	Capa de entrada: Lote de 3000 litros de mezcal	Resultados índice de medición	Criterio de evaluación: Referencias máximas permitidas conforme a Principios	TIR al 1er lote	TIR al 2o lote	TIR al 3er lote	Resultado previo ISUPP	Capa de salida para RNA	Búsqueda de la Sustentabilidad por Principios, Agenda 21, MESMIS, Normas y Leyes	Dimensión (%): sociedad, economía, medioambiente			Clave: Grado de ISUPP			
																	S 30 %	E 30 %	M 40 %				
72	¿Cuál es el costo de inversión total por un lote de 3000 lts de mezcal?	Recuperación de inversiones (RI)	Rlote	Ingresos recuperados / Costo de ventas, - 150,000 promedio-lote 3000 lts (para cálculo de TIR y VAN)	Tasa de Ganancia: Saldo neto, s/Inversión en pesos p/ lote-3000 lts, s/ref. \$150,000 (saldo en negativo para TIR)/precio via. \$320,000 pesos (cetes 35083 diario)	R72	1	-\$150,000	47%	53%	-13%	-6%	9%	S	1	PS4 Rentabilidad		2		1			
73	¿Cuántos kilómetros recorre aplicando diesel para el sembrado de plantas de agave para un lote de 3000?	Impactos visuales y olfativos (IVO) diesel	IVO	Litros diesel km aplicados lote /1-2 lts, 3 - 9 km de recorrido planeado, .42 kg de CO2	kilómetros recorridos en la aplicación de diesel	R73	3	3	.42 Kgs CO2	.42 Kgs CO2				S	1	PS12 Libertad de acción		1		1			
74	¿Cuántos kilos de pesticida aplica para un lote de 3000 lts?	Uso y desgaste de recursos naturales (UDRN)has	UDRNhas	Desgaste de hectáreas por valor de la plantación Kgs. Agave- lote 3000 lts. (Absorción CO2,90kgs-ha) / Desgaste por hectárea planeado 1 ha. (absorción 228.6 Kg. de CO2), por valor total de la plantación Kgs. agave - lote para 3000 litros de mezcal	kgs-has	R74	1	1	1	1				S	1	PS19 Calidad de vida		3		1			
75	Por pérdida de competitividad, ¿qué porcentaje de litros de mezcal no se consumen en un año?	Pérdida de competitividad (PC)	PC	% ventas último año / % incremento ventas promedio últimos 3 años, sobre prom. 3000 litros-año/a 320,000 precio prom.	% ventas no realizadas	R75	2	35%	\$112,000.00	\$ 320,000.00				NS	0	PS13 Resiliencia			4	0			
Observaciones: Para el análisis de datos con Redes Neuronales Artificiales (RNA), se considera la moda estadística del ISUPP* por Factor, Relaciones e Impactos Ambientales; y la moda estadística total del trinomio**.															Moda del ISUPP Impactos Amb.	1	SUPERVISIÓN: Dimensión sugerida ISUPP Siembra / Moda			3	3	4	1

Los resultados de los índices de sustentabilidad en todas las etapas y fases del modelo de negocio, “S” sustentable y “NS” no sustentable, conformaron la base de datos en salida binaria para ingresarla como capa de entrada y de salida a la RNA (ver Tabla de datos en Anexo C).

6.2 Comprobación del Modelo de Negocio

Una vez aplicado electrónicamente el modelo de negocio, se obtuvieron 12,390 registros en una base de datos de los Indicadores FRI. El objetivo de aplicación se cumplió, logrando por medio del modelo, analizar, medir y evaluar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero. A partir de esta información, se comprobó y pronosticó el grado de sustentabilidad, del proceso de producción, por medio del diseño y arquitectura de la Red Neuronal Artificial, Modelo Perceptrón Multicapa, Backpropagation, en un Software SPSS versión 21. A continuación se presentan los resultados de la RNA.

6.3 Pronóstico de Sustentabilidad del Proceso de Producción Artesanal del Agave Mezcalero, con la Red Neuronal Artificial modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation

Con base en la revisión teórica planteada en el Capítulo 4, tema 4.10, se eligió el modelo de Red Neuronal Artificial, Perceptrón, Multicapa-Backpropagation, relacionado con el software de la Compañía NeuroDimension, Inc. 3701 NW 40th Terrace, Suite 1 Gainesville, FL 32606. USA, con el cual se hicieron algunas pruebas. Finalmente, los pronósticos de sustentabilidad, se obtuvieron con la aplicación del paquete estadístico SPSS versión 21, Redes Neuronales Artificiales, (RNA) con arquitectura hasta de cuatro capas: una de entrada, dos ocultas y una de salida. La utilización y aplicación de la RNA, permitió evaluar y pronosticar el grado de sustentabilidad de los ISUPP de los indicadores factores, relaciones e impactos ambientales (Indicadores FRI) del proceso de producción artesanal del agave mezcalero. Estructuralmente, la RNA modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation, cumplió con la selección de las siguientes características¹³³ (ver Tabla 48):

¹³³ *Op. Cit.* Bribiesca, 2006.

Tabla 48: Características y ventajas de la RNA

Diseño y estructura de la RNA	Ventajas obtenidas con las RNA
<ul style="list-style-type: none"> • Manejo hasta de cuatro capas (una de entrada, dos ocultas y una de salida) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolerancia a fallos
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de adecuar el ingreso de datos de entrada y de salida. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auto-organización
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño del tipo de respuesta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolerancia a fallos
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de pronóstico de datos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprendizaje adaptativo
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de diseño de la arquitectura o topología de la red 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operación en tiempo real
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de selección del tipo de resultados a analizar y pronosticar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fácil inserción de datos

Fuente: Adaptación, (Bribiesca, 2006)

La información del estudio, se agrupó en una matriz o base de datos de ITEMS y preguntas citada anteriormente, organizándolas como variables numéricas constituidas por: tipo de persona, etapa, fase, factores de la producción, relaciones decisionales con las tres dimensiones (Trinomio) sociedad, economía y medioambiente, impactos ambientales, índices de sustentabilidad de las tres dimensiones, otorgamiento de importancia del Trinomio y dimensión sustentable sugerida. Ver Anexo E, de la base de datos en la RNA.

La información para el diseño y arquitectura de la red neuronal, estuvo formada por valores de entrada y de salida. Los valores de entrada constituyeron los valores de entrenamiento y se tomaron estadísticamente como independientes. Los valores de salida, constituyeron los valores objetivos o esperados en la Red Neuronal Artificial. Por la complejidad y tipo de las variables, ambos valores (de entrada y de salida) tuvieron diferentes rangos, y se les asignó una escala numérica por grupos de medición. En el anexo B, se presentan las tablas de asignación de claves y escalas de valor, para los factores, relaciones e impactos (indicadores FRI).

La estructura de la base de datos¹³⁴ capturada y transportada a la RNA, se puede resumir en la siguiente tabla:

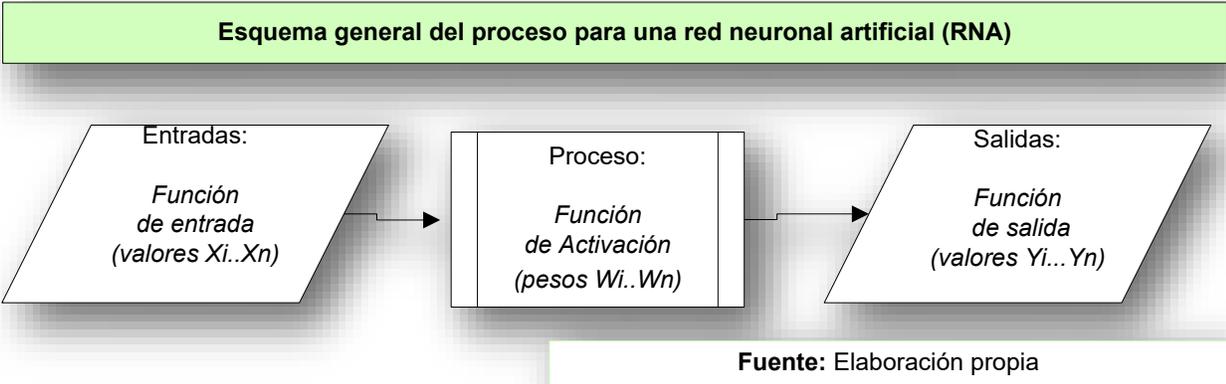
Tabla 49 Matriz o base de datos de la investigación para un lote de 3000 litros de agave

Variables de entrada							Valores de salida		
Número consecutivo y Casos	Tipo de persona	Etapas del modelo de negocio	Fase	Factores de la producción	Relaciones con el trinomio*	Impactos ambientales	Índices de sustentabilidad FRI y general	Importancia otorgada al trinomio	Dimensión sustentable sugerida
1-Productor	1	1...5	1...14	1...7	1...7	1...7	0, 1	0, 1	0, 1
2-Trabajador	2	1...5	1...14	1...7	1...7	1...7	0, 1	0, 1	0, 1
3-Jornalero...252	3	1...5	1...14	1...7	1...7	1...7	0, 1	0, 1	0, 1

Fuente: Elaboración propia

El proceso general de inserción de 12,390 registros en la RNA, se observa en la siguiente Ilustración, la cual está formada por: entradas-proceso-salidas.

Ilustración 54: Proceso general de inserción de datos a la RNA



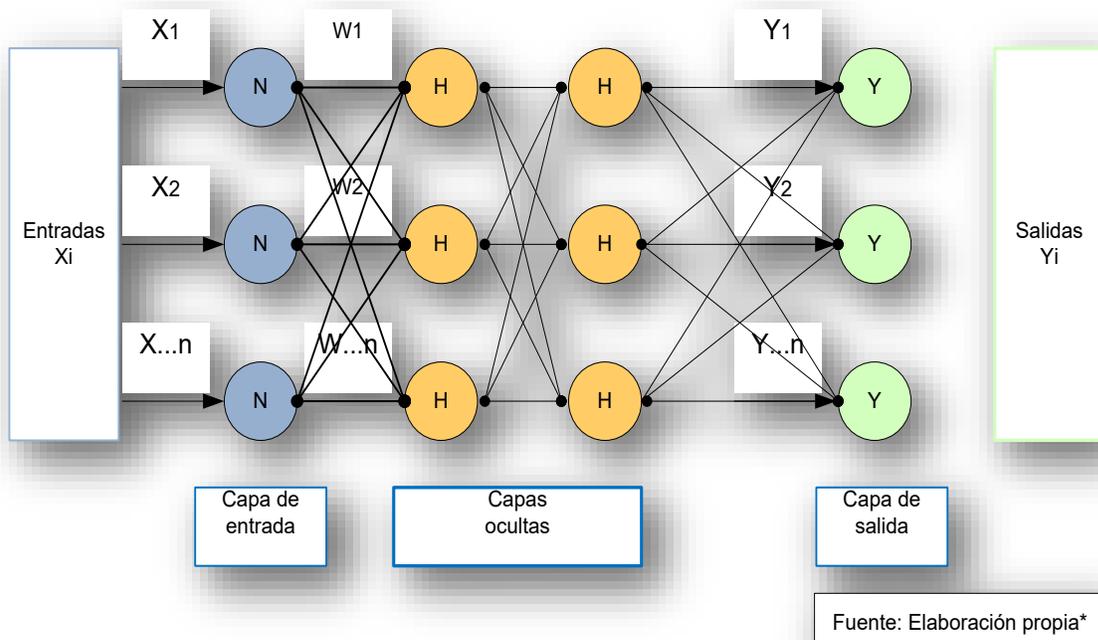
El diseño y arquitectura de la RNA, tuvo las siguientes fases:

¹³⁴ Se encuentra en el Anexo B

- a) Fase de entrenamiento: la cual se inicia con la inserción de datos o patrones de entrenamiento. Lo anterior se hizo para determinar los pesos sinápticos o parámetros que construyeran el modelo de la red neuronal. Estos pesos se calculan de manera iterativa de conformidad con los datos o valores de entrenamiento. Esta iteración, permitió minimizar el error entre la salida obtenida por la RNA y la salida esperada o deseada.
- b) Fase de prueba: la fase de entrenamiento permitió ajustar las entradas o patrones de entrenamiento de acuerdo con la singularidad de los mismos datos, a través de la generación de capas ocultas para dicho ajuste. La inserción de diferentes datos del mismo grupo de entradas, permitieron eliminar un problema de sobre ajuste, y controlar el proceso de aprendizaje. Para lograr la generalización de aprendizaje con casos nuevos, se generó una fase de prueba. El porcentaje dado por la RNA modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation con Lenguaje Supervisado, es de un 70% de entrenamiento y un 30% de prueba (1 o 3 puntos arriba o abajo).
- c) Tipo de lenguaje: en la emulación del funcionamiento del cerebro humano, el entrenamiento de la red neuronal, se realizó con lenguaje supervisado, es decir, con la inserción de varios pares de patrones de entrenamiento, de entrada y de salida. Los datos de salida o esperados, proporcionaron significancia para que el entrenamiento fuera guiado por la supervisión de un “maestro” (término común en las RNA). El modelo de la RNA multicapa, tuvo la siguiente configuración¹³⁵:

¹³⁵ *Adaptación: Matich, Damián Jorge, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, GIAIQ, Redes Neuronales Artificiales: Conceptos básicos y aplicaciones, 2001, pp. 12, p 55.

Ilustración 55: Configuración de la RNA con lenguaje supervisado (capa de salida)



Los valores X, representaron las n entradas; la N, la neurona; las W, los n pesos sinápticos; la H, la generación de los valores internos de las capas ocultas; y las Y, las n salidas.

- La fase de entrenamiento, se realizó por la función de entrada:

Los valores de entrada (X_i), se representaron en la siguiente función (input function):

$$\text{Input, } X_i = (X_{i1} * W_{i1}) + (X_{i2} * W_{i2}) + \dots (X_{in} * W_{in})$$

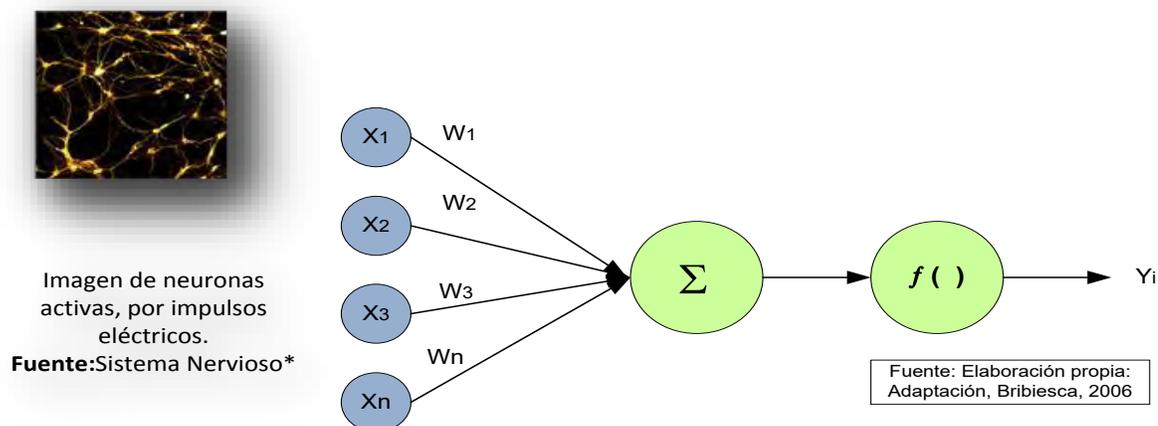
...donde $X_{i1} \dots X_{in}$ son las entradas a la neurona, multiplicadas por sus pesos $W_{i1} \dots W_{in}$; el signo +, es la sumatoria. El conjunto de todas las entradas ($X_{i1}, X_{i2} \dots X_{in}$), constituyó el vector de entrada.

- En la fase de prueba, la función de activación de las entradas a la neurona, se obtuvo por la siguiente ecuación:

$$Net_{ai} = \sum_{i=1}^n X_i W_i = X \cdot W$$

La imagen gráfica de entrada de los datos a las neuronas, se muestra en la siguiente Ilustración:

Ilustración 56: Comparación con la imagen de la activación de neuronas biológicas:¹³⁶

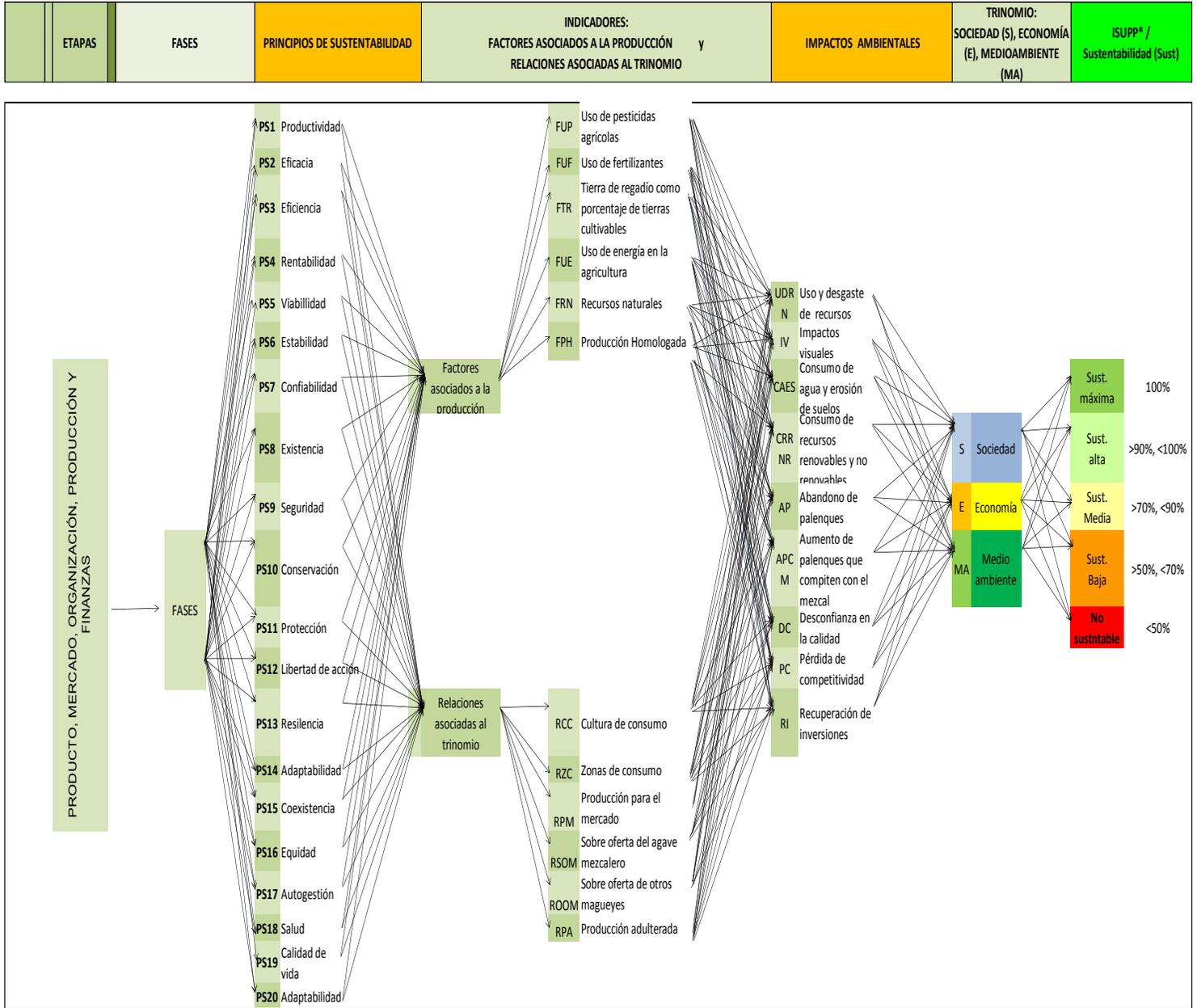


La definición y construcción del modelo conceptual-teórico para la obtención de índices de sustentabilidad del proceso de producción (Ilustración 56), sirvió de base para el análisis, medición, evaluación y pronóstico de la sustentabilidad, a través de la generación de los ISUPP de los Indicadores FRI, en las cinco etapas y catorce fases del Modelo de Negocio aplicado. A continuación, se presenta el modelo de RNA proyectado para la obtención de los pronósticos de sustentabilidad, con las Redes Neuronales Artificiales. Ver la siguiente Ilustración:

¹³⁶ *Op. Cit.* Bribiesca, 2006, pp. 13

*Brady, Robert J., Sistema Nervioso. Ed. Limusa. 5ª edición. 1991

Ilustración 57: Modelo conceptual-teórico proyectado de los ISUPP



* ISUPP, Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción / Aportación propia.

Fuente: Elaboración con base en el funcionamiento de una RNA multicapa y datos correspondientes a la Tabla 40.

6.5 Pronósticos de Sustentabilidad, con Redes Neuronales Artificiales (RNA)

Todos los pronósticos de sustentabilidad, fueron obtenidos por la Red Neuronal Artificial modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation, con los índices "ISUPP" de los Indicadores FRI.

El pronóstico de sustentabilidad de los *impactos ambientales*, del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, se obtuvo mediante los índices de sustentabilidad (ISUPP) de los Indicadores Factores, Relaciones e Impactos ambientales (FRI), ingresados a la Red Neuronal Artificial, Perceptrón Multicapa Backpropagation. Las capas de entrada estuvieron constituidas por los índices de los Factores y de las Relaciones, y como capa de salida, el índice de los impactos ambientales.

El pronóstico de sustentabilidad de la *importancia otorgada a la sociedad, la economía y el medioambiente* en el proceso de producción artesanal, se obtuvo ingresando a la RNA, los índices de las dimensiones otorgadas como capas de entrada, y las dimensiones de los principios de sustentabilidad sugeridos, como capas de salida.

El pronóstico de sustentabilidad general del *proceso de producción artesanal*, en todas las etapas y fases del Modelo de Negocio aplicado, fue obtenido ingresando a la Red Neuronal Artificial, los índices de sustentabilidad de los Indicadores Factores, Relaciones e Impactos ambientales, como capas de entrada, y el índice de sustentabilidad general de los tres (por su moda estadística), como capa de salida. Para pronosticar en porcentajes el grado de sustentabilidad de todo el proceso, se definieron los siguientes grados de sustentabilidad, obtenidos por la interpretación de las importancias normalizadas de los Indicadores FRI, contrastados con su capa de salida general (índice de sustentabilidad general de los tres). Los grados definidos fueron los siguientes: Sustentabilidad máxima, 100%; Sustentabilidad alta, >90% y <100%; Sustentabilidad media, >70% y < 90%; Sustentabilidad baja, >50% y <70% y No sustentable, < 50%.

Se observó que si la sustentabilidad de cuando menos dos de los tres Indicadores FRI, son sustentables, el índice general, también lo es, escalando a grados mayores la sustentabilidad. Sólo cuando los tres Indicadores FRI son sustentables, se logra el equilibrio sustentable.

A continuación se presentan los resultados de los pronósticos de sustentabilidad por etapas: producto, mercado, organización, producción y finanzas, así como el pronóstico general del proceso de producción artesanal del agave mezcalero. Los índices "ISUPP", ingresados a la RNA como capa de entrada, se muestran en el Anexo C.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

6.5.1 Etapa: Producto

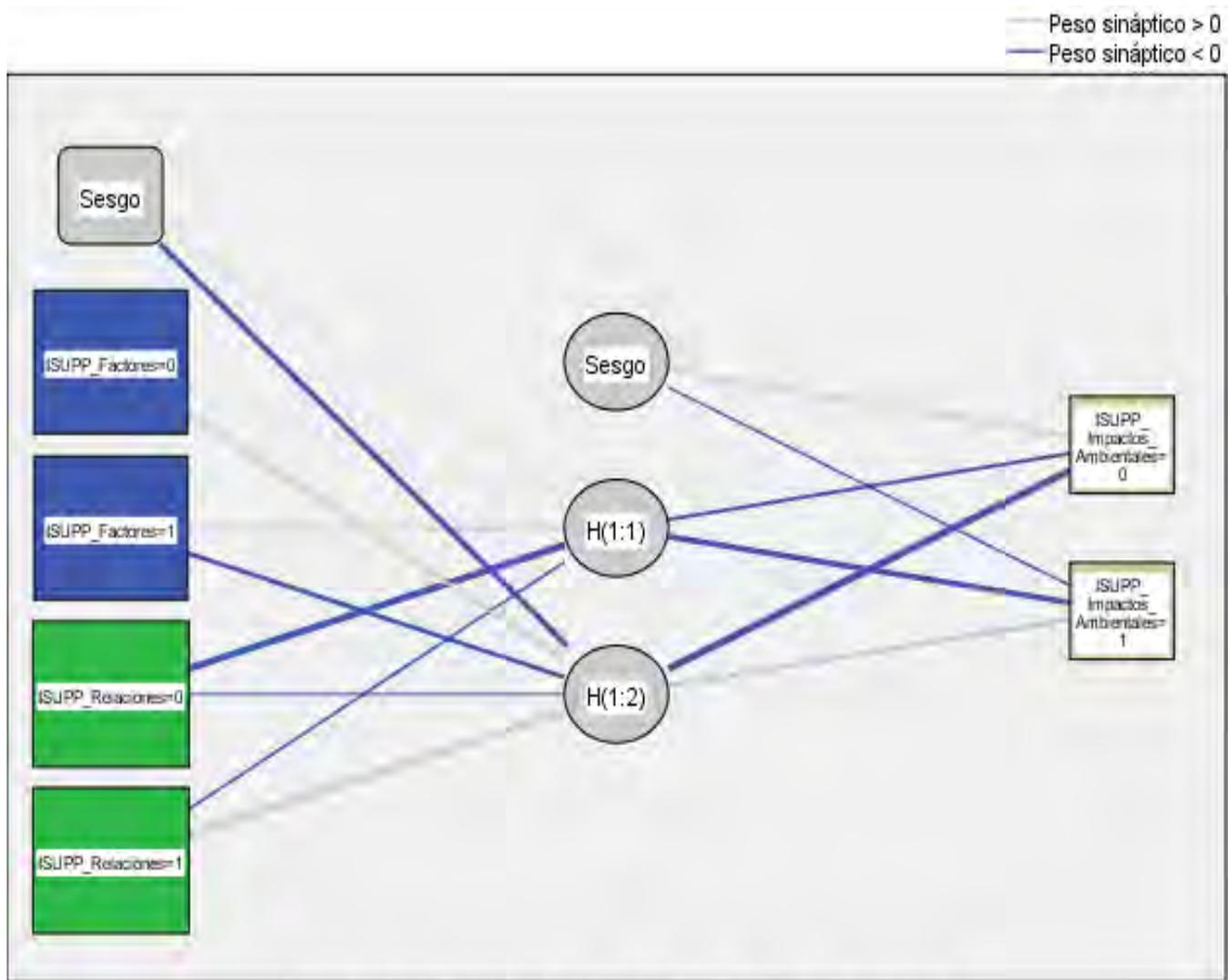
RNA: ISUPP Factores y Relaciones → ISUPP Impactos

Resumen del procesamiento de los casos			
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	187	74.2%
	Prueba	65	25.8%
Válidos		252	100.0%
Excluidos		0	
Total		252	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		4
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		2
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	118.983
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	35.8%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.22
Prueba	Error de entropía cruzada	39.182
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	29.2%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor	Pronosticado				
	Capa oculta 1		Capa de salida		
	H(1:1)	H(1:2)	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]	
Capa de entrada	(Sesgo)	.153	-.431		
	[ISUPP_Factores=0]	.119	.305		
	[ISUPP_Factores=1]	.221	-.296		
	[ISUPP_Relaciones=0]	-.523	-.161		
	[ISUPP_Relaciones=1]	-.193	.468		
Capa oculta 1	(Sesgo)			.281	-.192
	H(1:1)			-.256	-.357
	H(1:2)			-.693	.344

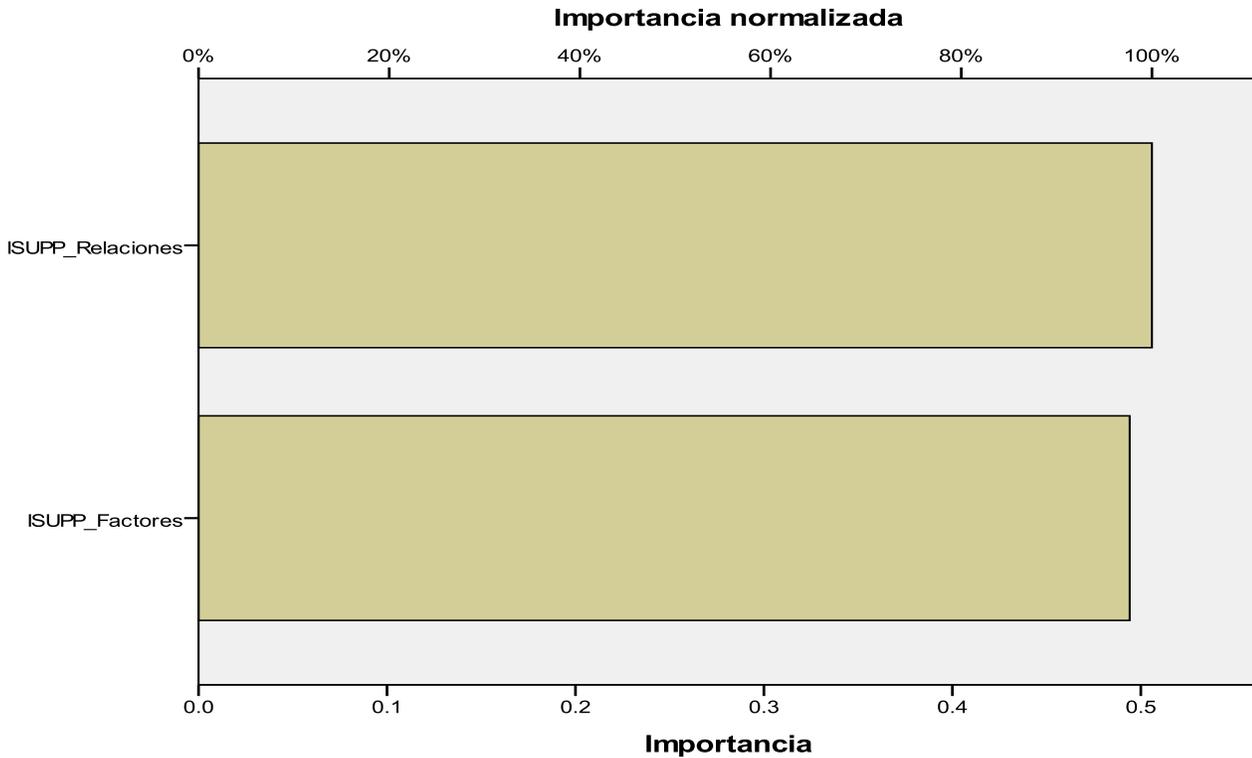
Clasificación

Muestra	Observado	Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	120	0	100.0%
	Sustentable	67	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	64.2%
Prueba	No sustentable	46	0	100.0%
	Sustentable	19	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	70.8%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.494	97.7%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.506	100.0%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP Factores y Relaciones Vs. ISUPP Impactos ambientales

Descripción de resultados:

El porcentaje de datos de entrenamiento de la RNA fue del 74.2 % y de un 25.8% como datos de prueba. Los resultados de prueba confirman el entrenamiento, aprendizaje y resultados del pronóstico de la RNA. Los Factores y las Relaciones inciden en los impactos ambientales. El pronóstico de sustentabilidad de los impactos ambientales fueron 19 casos (29.23%) y de 46 de no sustentables (70.76%). Se observa que la importancia normalizada de las relaciones y de los factores, son muy similares con un 49.40% y un 50.60% respectivamente; significando que en la etapa producto, se generan los impactos ambientales por una intensidad similar de los pesos sinápticos.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: Importancia otorgada al Trinomio sociedad-economía-medioambiente (SEM) 
Dimensión por Principios Sustentables al Trinomio

Resumen del procesamiento de los casos

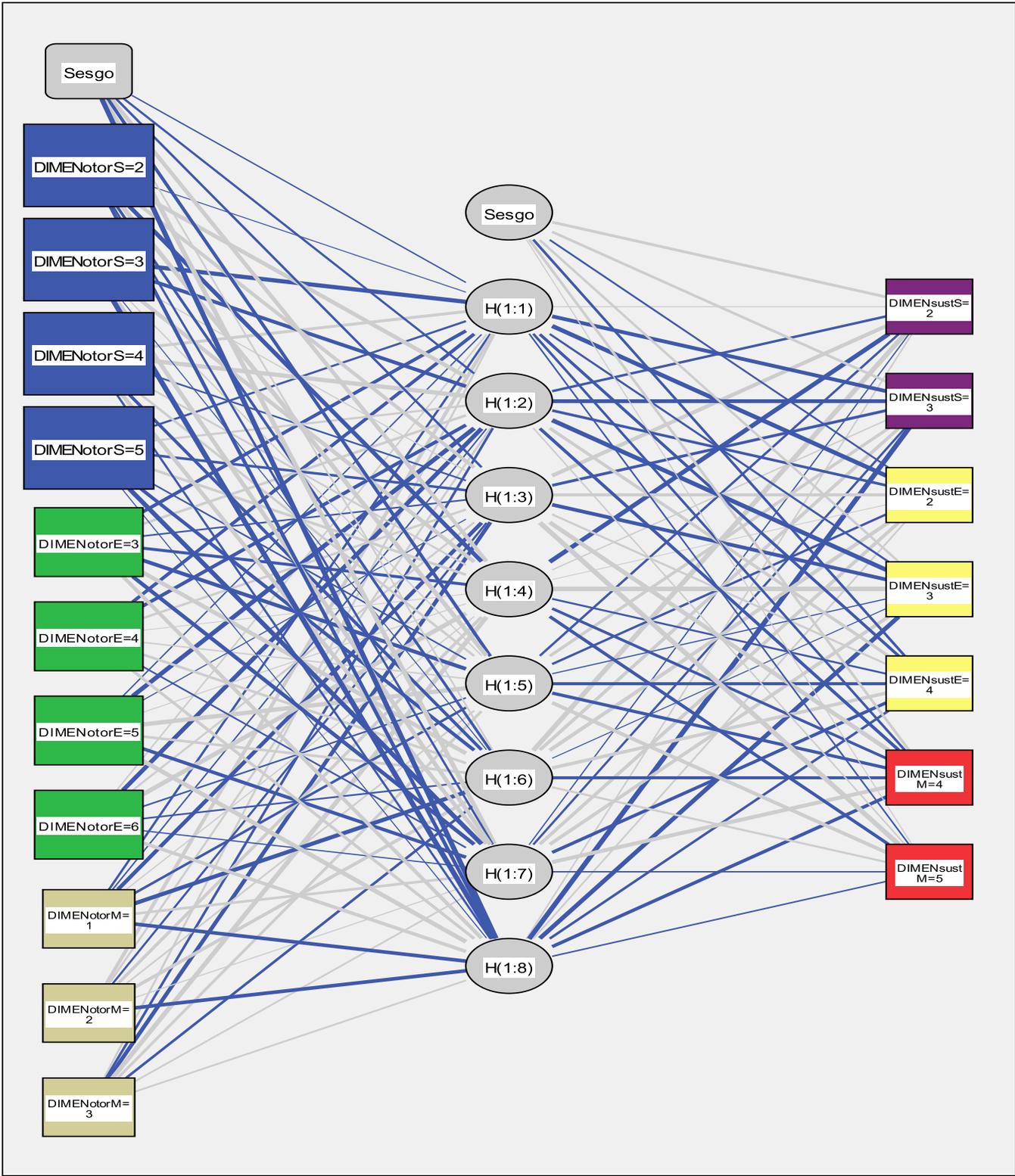
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	24	66.7%
	Prueba	12	33.3%
Válidos		36	100.0%
Excluidos		0	
Total		36	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?
		2	42-¿Qué importancia otorga a la economía?
		3	43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?
	Número de unidades ^a		11
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		8
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad
		2	45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía
		3	46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente
	Número de unidades		7
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada		53.809	
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		41.7%	
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad		37.5%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía		45.8%
		46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente		41.7%
	Regla de parada utilizada		1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a	
Tiempo de entrenamiento		0:00:00.05		
Prueba	Error de entropía cruzada		21.992	
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		22.2%	
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad		25.0%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía		25.0%
46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente			16.7%	

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado														
		Capa oculta 1								Capa de salida						
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	H(1:5)	H(1:6)	H(1:7)	H(1:8)	[DIMENsustIS =2]	[DIMENsustIS =3]	[DIMENsustIE =2]	[DIMENsustIE =3]	[DIMENsustIE =4]	[DIMENsustIM =4]	[DIMENsustIM =5]
Capa de entrada	(Sesgo)	-0.064	-0.148	-0.167	0.346	-0.248	0.076	0.401	-0.457							
	[DIMENotorS=2]	-0.023	0.383	0.294	-0.379	0.428	-0.198	-0.139	-0.273							
	[DIMENotorS=3]	-0.473	-0.350	0.043	0.363	0.050	-0.015	0.358	-0.505							
	[DIMENotorS=4]	0.251	0.491	-0.108	0.126	0.180	-0.244	0.347	-0.136							
	[DIMENotorS=5]	-0.152	0.158	-0.209	0.217	-0.092	-0.282	-0.439	-0.017							
	[DIMENotorE=3]	-0.289	0.204	-0.105	-0.251	-0.372	0.420	-0.348	0.315							
	[DIMENotorE=4]	-0.280	-0.295	0.182	0.005	0.075	0.204	-0.104	0.222							
	[DIMENotorE=5]	-0.050	-0.445	-0.031	0.026	0.504	0.211	-0.318	0.448							
	[DIMENotorE=6]	0.070	-0.418	0.132	0.469	-0.104	-0.111	-0.060	0.328							
	[DIMENotorM=1]	-0.147	-0.061	-0.336	0.049	-0.197	-0.433	0.211	-0.356							
	[DIMENotorM=2]	0.262	0.117	-0.128	0.230	0.100	0.281	0.034	-0.357							
	[DIMENotorM=3]	0.114	-0.171	-0.333	0.435	0.202	-0.196	0.110	0.113							
Capa oculta 1	(Sesgo)									0.226	0.208	-0.112	0.177	-0.183	0.189	0.019
	H(1:1)									0.031	-0.373	-0.463	-0.139	-0.218	-0.179	-0.072
	H(1:2)									-0.200	-0.388	-0.214	-0.475	0.250	-0.247	0.069
	H(1:3)									0.365	-0.240	0.205	-0.359	0.148	0.433	0.529
	H(1:4)									-0.458	0.062	0.009	0.427	-0.137	-0.220	-0.257
	H(1:5)									-0.163	0.245	-0.181	-0.049	-0.227	-0.281	0.342
	H(1:6)									0.484	0.261	0.328	-0.024	0.300	-0.198	0.152
	H(1:7)									-0.040	-0.141	0.279	0.282	-0.280	0.416	-0.073
	H(1:8)									0.068	-0.488	0.094	-0.429	-0.186	-0.292	-0.090

44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad

Muestra	Observado	Pronosticado		
		11 a 20%	21 a 30%	Porcentaje correcto
Entrenamiento	11 a 20%	0	9	0.0%
	21 a 30%	0	15	100.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	62.5%
Prueba	11 a 20%	0	3	0.0%
	21 a 30%	0	9	100.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	75.0%

Porcentaje global correcto

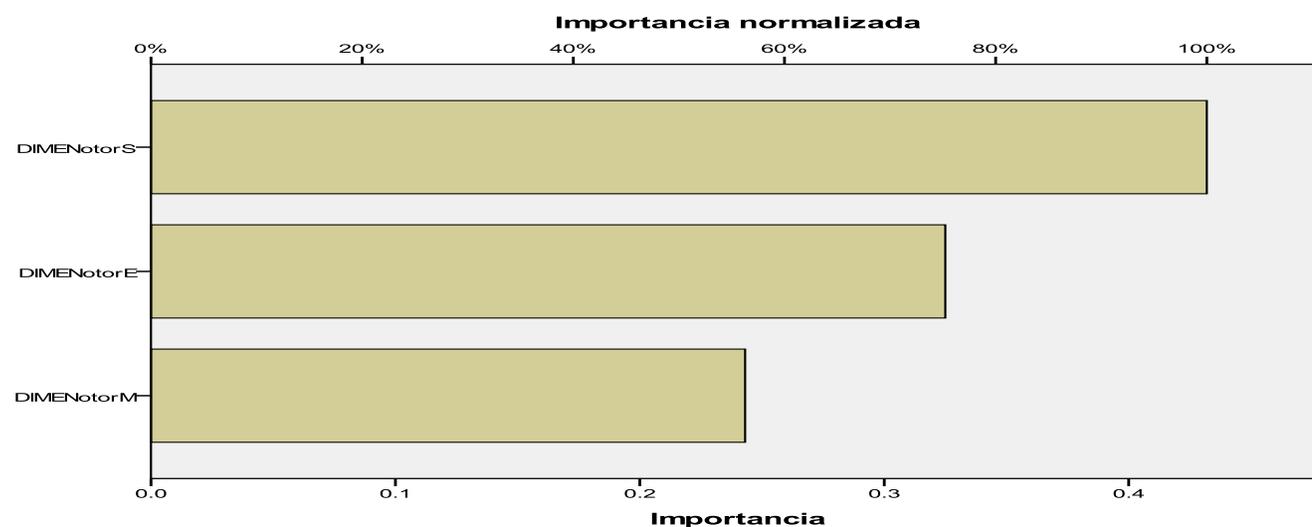
Muestra	Porcentaje global correcto
Entrenamiento	58.3%
Prueba	77.8%

45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía

Muestra	Observado	Pronosticado			Porcentaje correcto
		11 a 20%	21 a 30%	31 a 40%	
Entrenamiento	11 a 20%	0	6	0	0.0%
	21 a 30%	0	13	0	100.0%
	31 a 40%	0	5	0	0.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	0.0%	54.2%
Prueba	11 a 20%	0	1	0	0.0%
	21 a 30%	0	9	0	100.0%
	31 a 40%	0	2	0	0.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	0.0%	75.0%

46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente

Muestra	Observado	Pronosticado		Porcentaje correcto
		31 a 40%	41 a 50%	
Entrenamiento	31 a 40%	14	0	100.0%
	41 a 50%	10	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	58.3%
Prueba	31 a 40%	10	0	100.0%
	41 a 50%	2	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	83.3%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

Dimensión de importancia otorgada al Trinomio (S-E-M-) Vs. Dimensión de importancia sugerida por principios sustentables.

Descripción de resultados:

El porcentaje de datos de entrenamiento de la RNA fue del 66.7 % y de un 33.3% como datos de prueba. Los resultados de prueba confirman el entrenamiento, aprendizaje y resultados del pronóstico de la RNA. En el proceso de producción, se otorga mayor importancia a la sociedad, en un 100%, a la economía el 75% y al medioambiente el 55%. Los pronósticos por principios de sustentabilidad en prueba para la sociedad son de 12 casos (33.33%), para la economía 12 casos (33.33%) y para el medioambiente 12 casos (33.33%). Los resultados por principios muestran un equilibrio sustentable, pero en el proceso de producción existe un desequilibrio sustentable.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: ISUP Factores, Relaciones e Impactos ambientales → ISUPP General del Proceso de Producción

Resumen del procesamiento de los casos

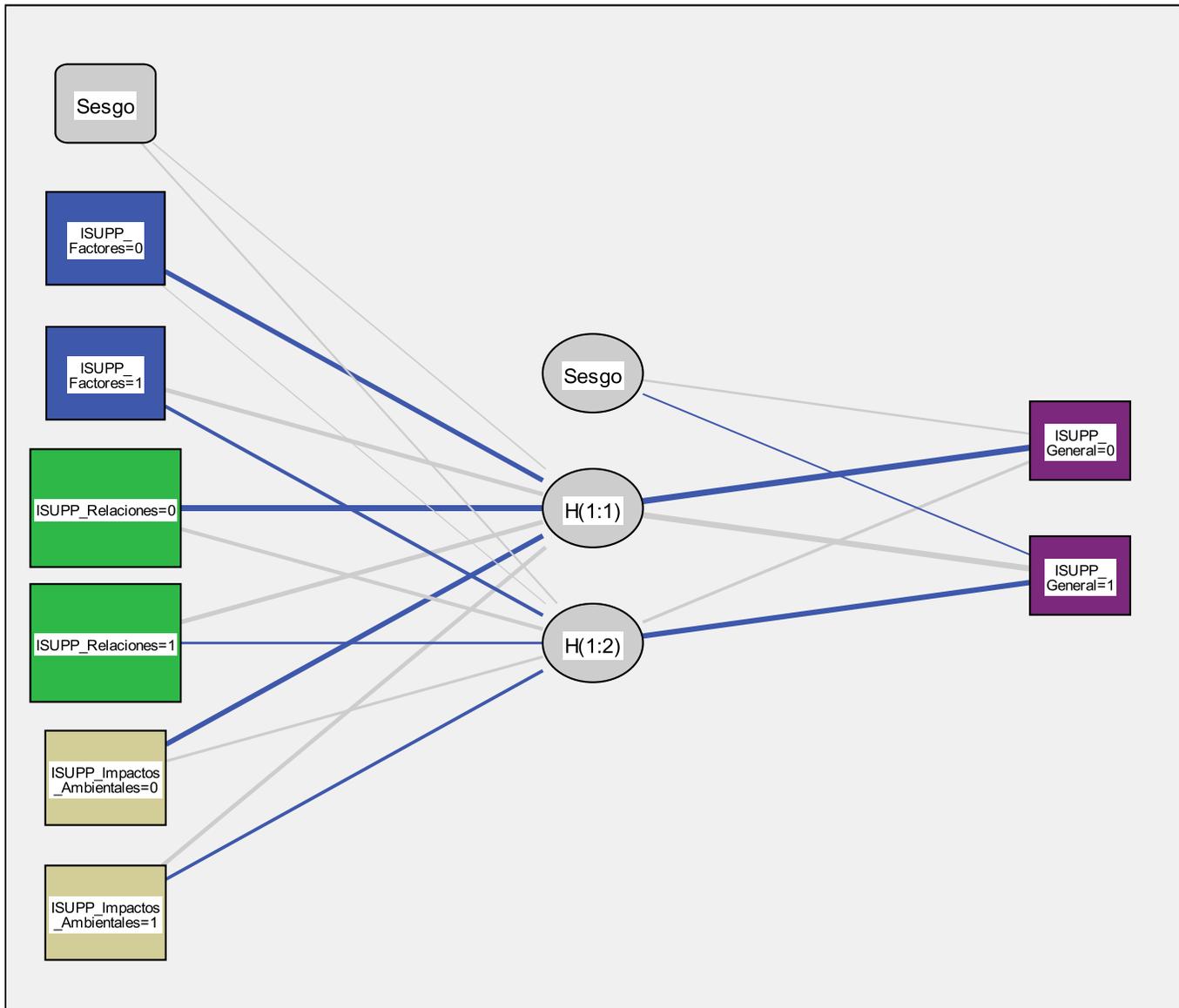
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	25	69.4%
	Prueba	11	30.6%
Válidos		36	100.0%
Excluidos		0	
Total		36	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
		3	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		6
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		2
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	.009
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%
	Regla de parada utilizada	Criterio de tasa de errores de entrenamiento (.001) alcanzado
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.00
Prueba	Error de entropía cruzada	.006
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado			
		Capa oculta 1		Capa de salida	
		H(1:1)	H(1:2)	[ISUPP_General=0]	[ISUPP_General=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	.146	.377		
	[ISUPP_Factores=0]	-1.353	.129		
	[ISUPP_Factores=1]	1.279	-1.012		
	[ISUPP_Relaciones=0]	-1.456	1.155		
	[ISUPP_Relaciones=1]	1.307	-.623		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	-1.355	.639		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]	1.267	-.937		
Capa oculta 1	(Sesgo)			.521	-.154
	H(1:1)			-3.663	3.340
	H(1:2)			.801	-1.384

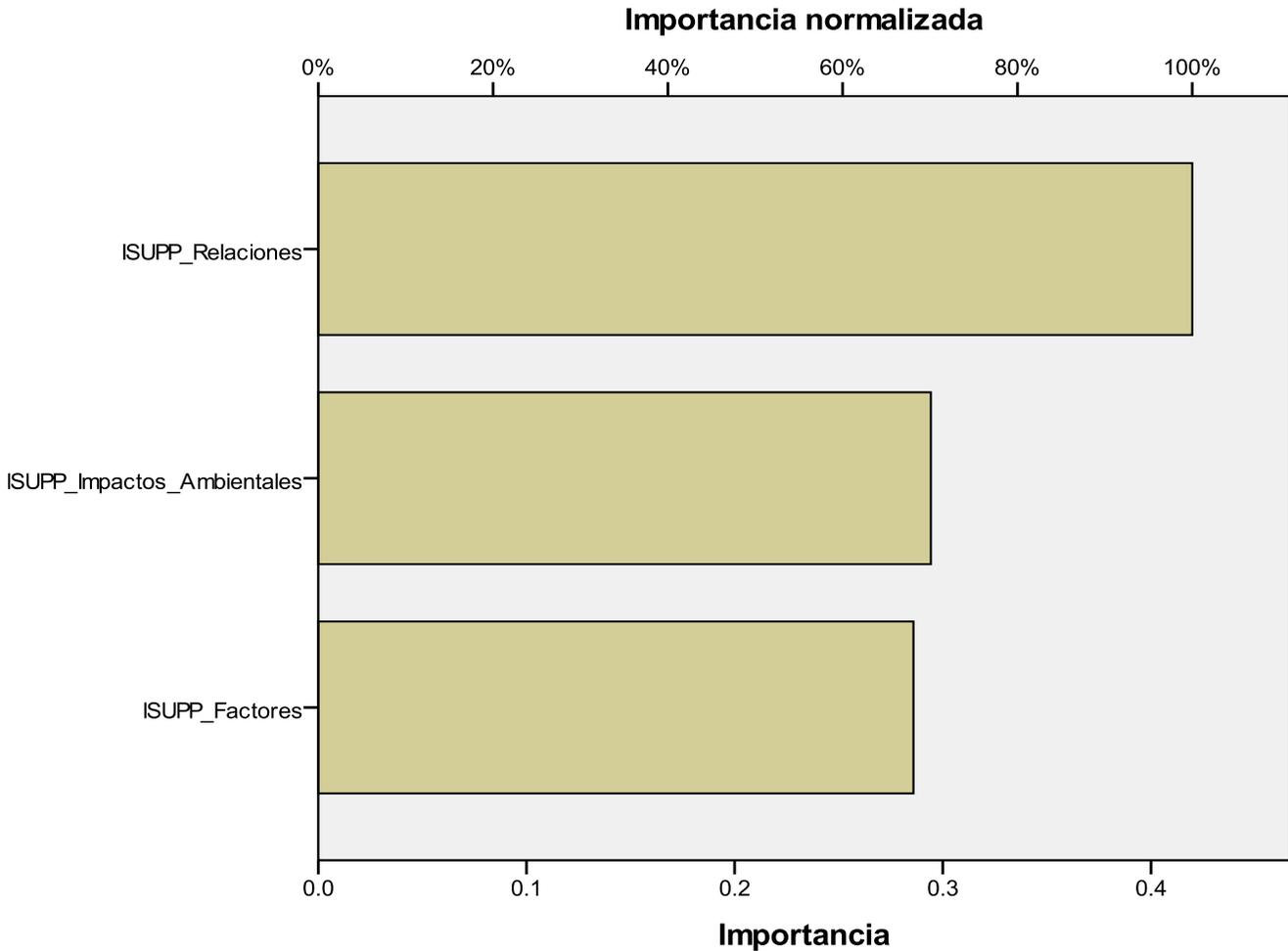
Clasificación

Muestra		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	18	0	100.0%
	Sustentable	0	7	100.0%
	Porcentaje global	72.0%	28.0%	100.0%
Prueba	No sustentable	6	0	100.0%
	Sustentable	0	5	100.0%
	Porcentaje global	54.5%	45.5%	100.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.286	68.1%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.420	100.0%
39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción	.294	70.1%



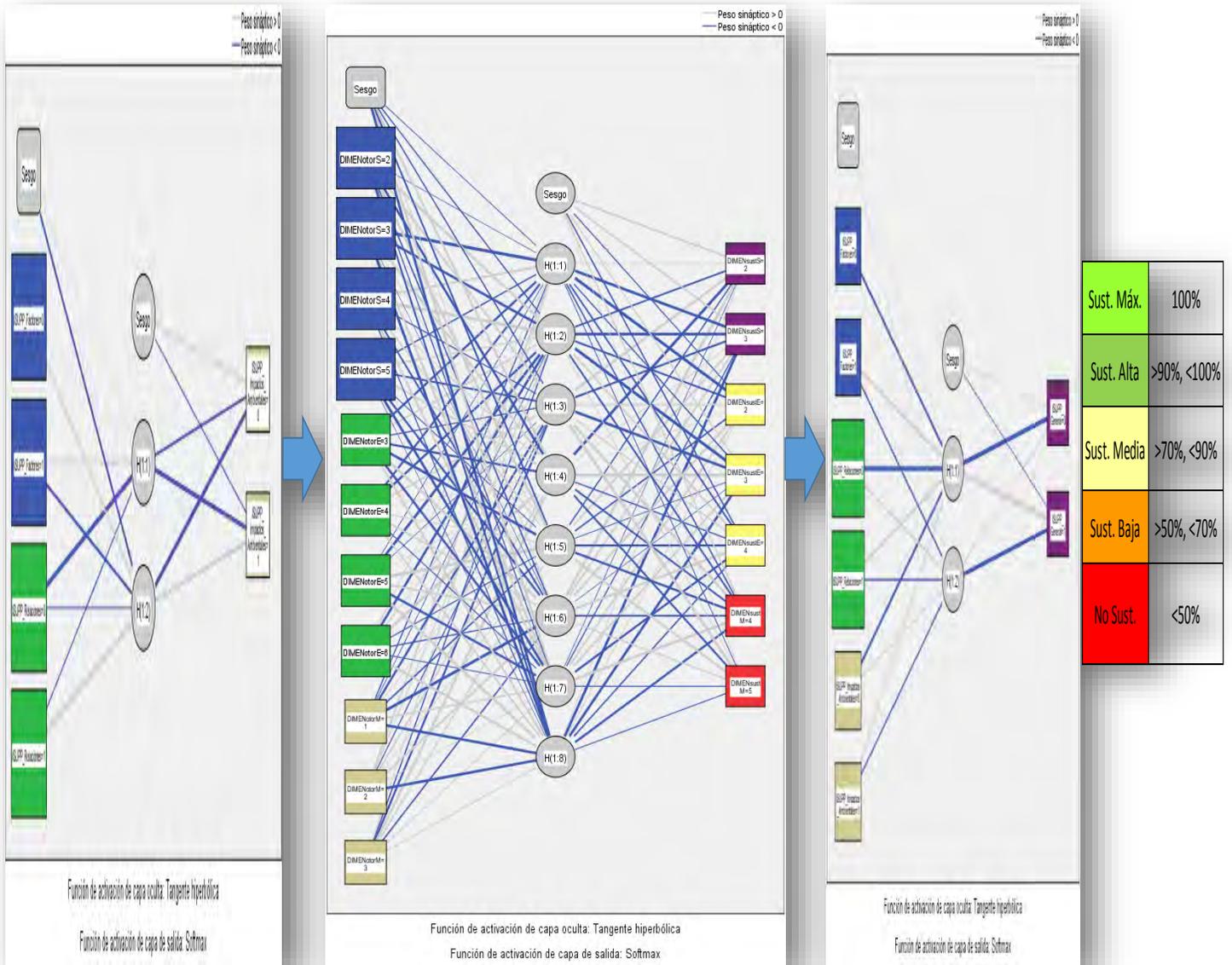
ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

Descripción de resultados:

ISUPP de los Indicadores Factores, Relaciones e Impactos ambientales Vs. ISUPP General del Proceso de Producción.

El porcentaje de entrenamiento fue del 69.4% y del 30.6% de prueba. Los resultados de prueba confirman el entrenamiento, aprendizaje y resultados del pronóstico de la RNA. En el proceso de producción, etapa producto, los índices de sustentabilidad fueron del 28.6% para los Factores, el 42.0% para las Relaciones y del 29.4% para los Impactos Ambientales. El pronóstico de sustentabilidad en prueba fue de 5 casos (45%) y de 6 casos no sustentables (54.5%). Los porcentajes anteriores muestran un pronóstico de casi un equilibrio sustentable, sin embargo, en el índice de los Factores, la sustentabilidad es mayor de 50% y menor que 70%, lo que representa una sustentabilidad baja.

6.5.1.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para el Producto



Resultado del pronóstico de sustentabilidad:	Sustentabilidad máxima	Sustentabilidad alta	Sustentabilidad media	Sustentabilidad baja	No Sustentable
Claves:	(Sust. Máx.)	(Sust. Alta)	(Sust. Media)	(Sust. Baja)	(No Sust.)

PERCEPTRÓN MULTICAPA

6.5.2 Etapa: Mercado

RNA: ISUPP Factores y Relaciones → ISUPP Impactos

Resumen del procesamiento de los casos

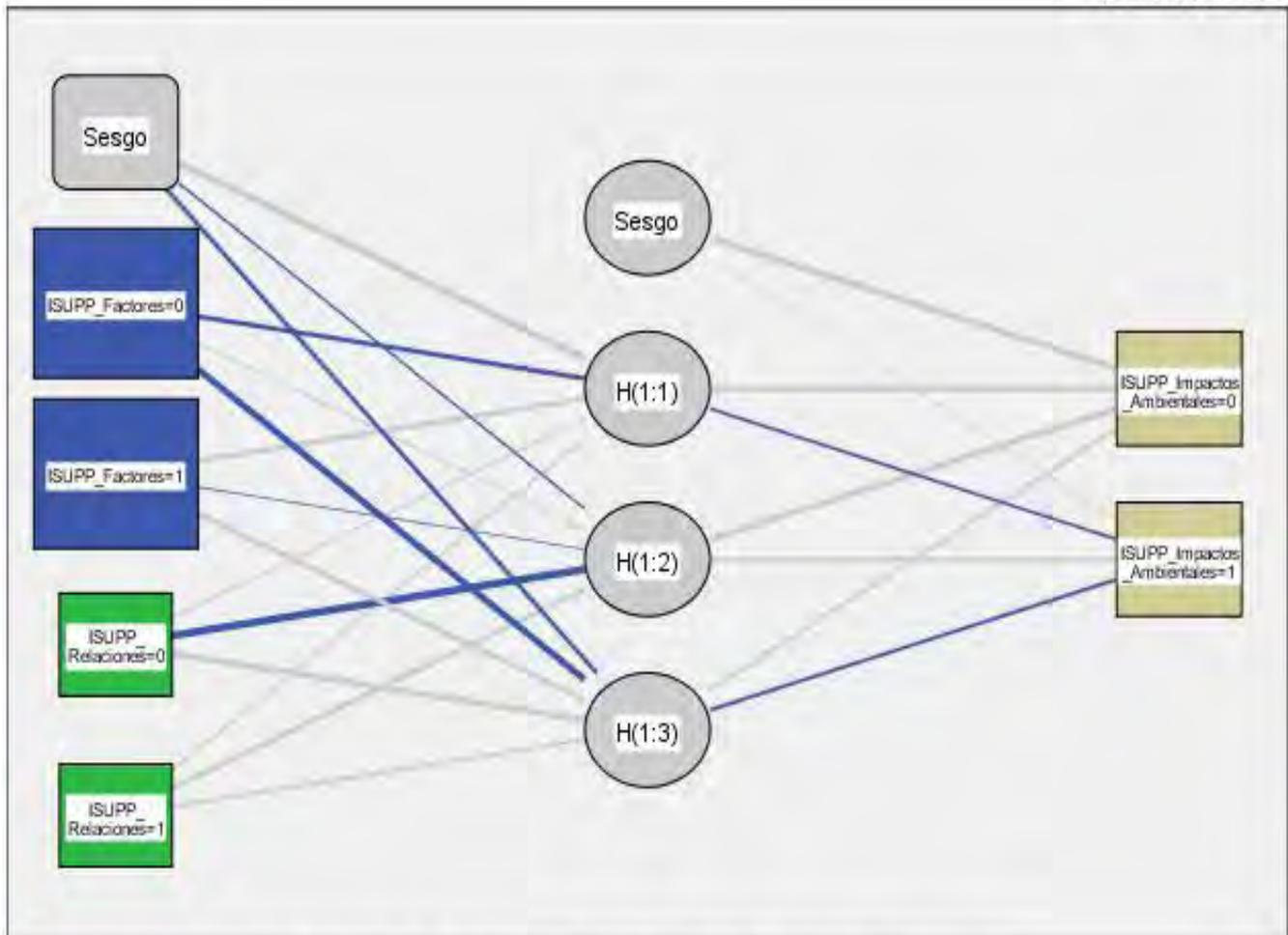
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	37	68.5%
	Prueba	17	31.5%
Válidos		54	100.0%
Excluidos		0	
Total		54	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		4
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		3
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	22.899
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	29.7%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.06
Prueba	Error de entropía cruzada	12.876
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	52.9%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado				
		Capa oculta 1			Capa de salida	
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	.709	-.146	-.289		
	[ISUPP_Factores=0]	-.300	.118	-.596		
	[ISUPP_Factores=1]	.324	-.077	.386		
	[ISUPP_Relaciones=0]	.123	-.744	.472		
	[ISUPP_Relaciones=1]	.150	.380	.197		
Capa oculta 1	(Sesgo)				.563	.098
	H(1:1)				.402	-.163
	H(1:2)				.556	.266
	H(1:3)				.226	-.226

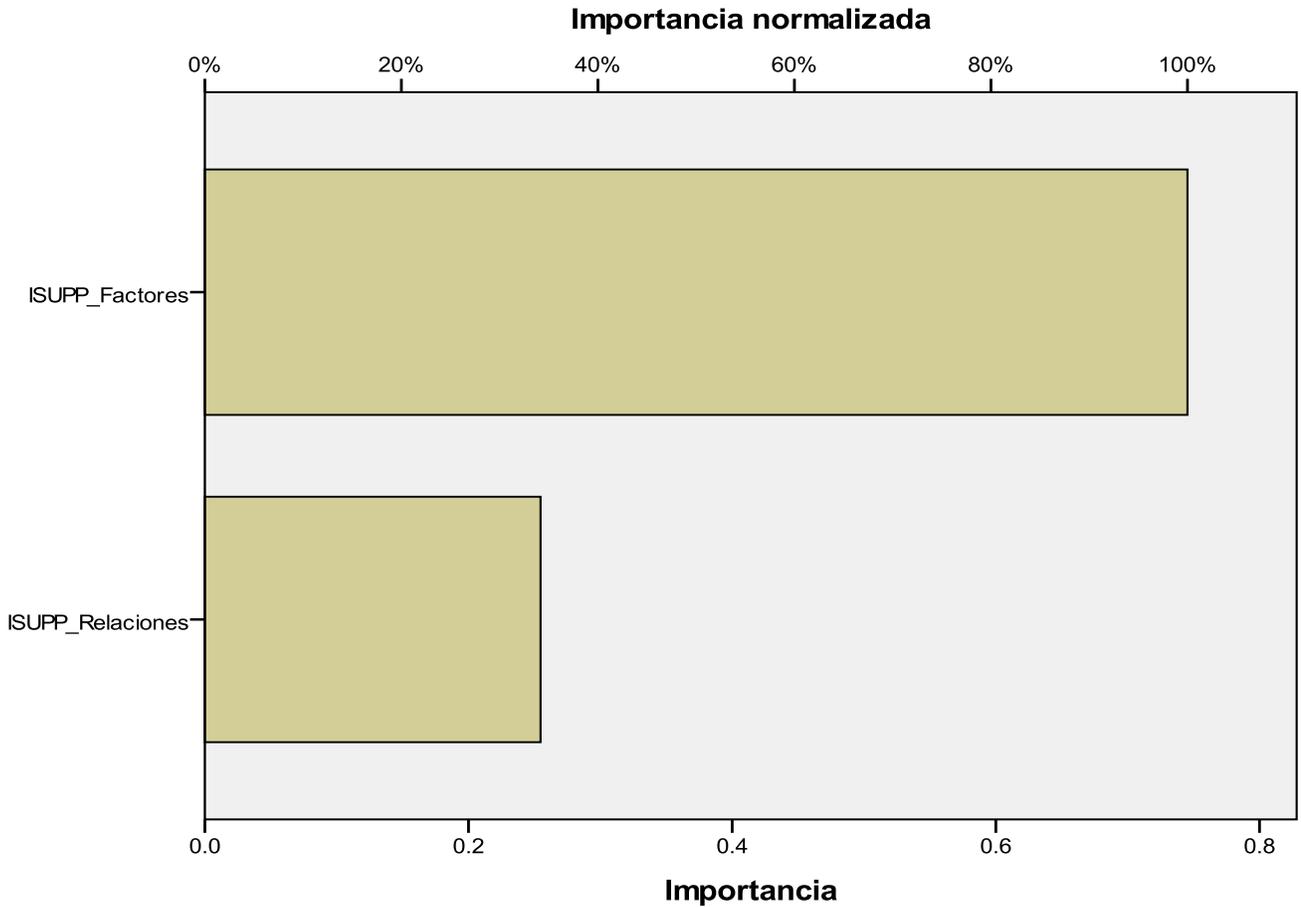
Clasificación

Muestra		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	26	0	100.0%
	Sustentable	11	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	70.3%
Prueba	No sustentable	8	0	100.0%
	Sustentable	9	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	47.1%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.745	100.0%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.255	34.2%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP de los Factores y Relaciones Vs. ISUPP de los Impactos

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 68.5% y del 31.5% como prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. Los Factores y las relaciones inciden en los impactos ambientales; el pronóstico de sustentabilidad de los impactos ambientales fue de 9 casos (52.94%) y 8 de no sustentables (47.05%). La importancia observada para el mercado en los factores fue mayor para la sociedad (74.5%) que para las relaciones (25.5%).

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: Importancia otorgada al Trinomio sociedad-economía-medioambiente (SEM) 
Dimensión por Principios Sustentables al Trinomio

Resumen del procesamiento de los casos

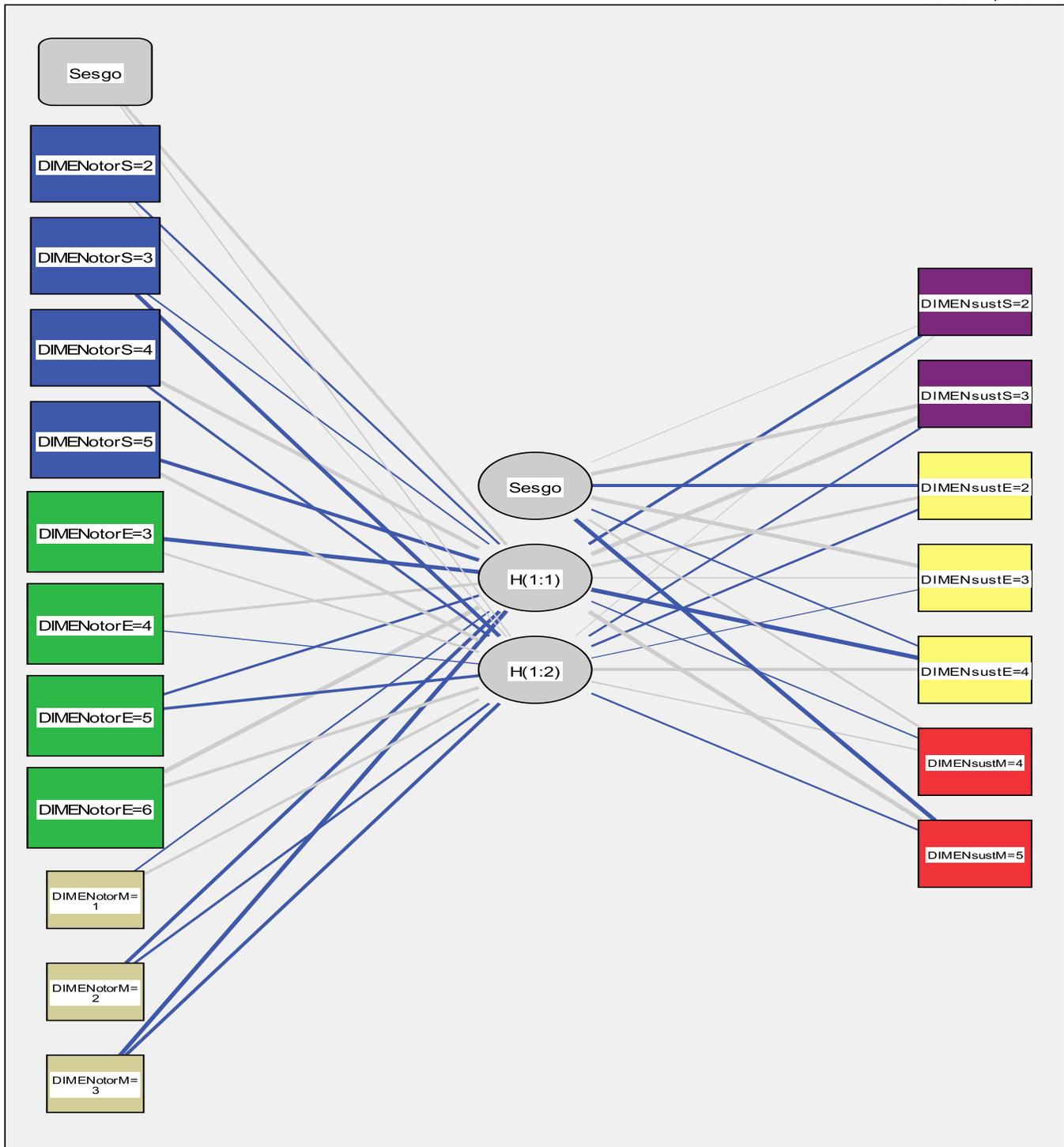
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	34	63.0%
	Prueba	20	37.0%
Válidos		54	100.0%
Excluidos		0	
Total		54	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?
		2	42-¿Qué importancia otorga a la economía?
		3	43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?
	Número de unidades ^a		11
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		2
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad
		2	45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía
		3	46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente
	Número de unidades		7
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
— Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada		72.885
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		35.3%
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad	29.4%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía	44.1%
		46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente	32.4%
	Regla de parada utilizada		1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a
Tiempo de entrenamiento		0:00:00.06	
Prueba	Error de entropía cruzada		45.789
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		43.3%
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad	30.0%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía	50.0%
		46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente	50.0%

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor	Pronosticado								
	Capa oculta 1		Capa de salida						
	H(1:1)	H(1:2)	[DIMENsustS =2]	[DIMENsustS =3]	[DIMENsustE =2]	[DIMENsustE =3]	[DIMENsustE =4]	[DIMENsustM =4]	[DIMENsustM =5]
Capa de entrada (Sesgo)	.289	.063							
[DIMENotorS=2]	-.155	.049							
[DIMENotorS=3]	-.140	-.427							
[DIMENotorS=4]	.563	-.241							
[DIMENotorS=5]	-.451	.403							
[DIMENotorE=3]	-.707	.227							
[DIMENotorE=4]	.317	-.055							
[DIMENotorE=5]	-.247	-.338							
[DIMENotorE=6]	.753	.369							
[DIMENotorM=1]	-.144	.274							
[DIMENotorM=2]	-.367	-.231							
[DIMENotorM=3]	-.510	-.339							
Capa oculta 1 (Sesgo)			.019	.664	-.352	.688	-.146	.226	-.626
H(1:1)			-.292	.839	.402	.071	-.894	-.095	.677
H(1:2)			.005	-.174	-.229	-.032	.250	.144	-.150

Porcentaje global correcto

Muestra	Porcentaje global correcto
Entrenamiento	64.7%
Prueba	56.7%

44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad

		Pronosticado		
Muestra	Observado	11 a 20%	21 a 30%	Porcentaje correcto
Entrenamiento	11 a 20%	3	9	25.0%
	21 a 30%	1	21	95.5%
	Porcentaje global	11.8%	88.2%	70.6%
Prueba	11 a 20%	0	5	0.0%
	21 a 30%	1	14	93.3%
	Porcentaje global	5.0%	95.0%	70.0%

45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía

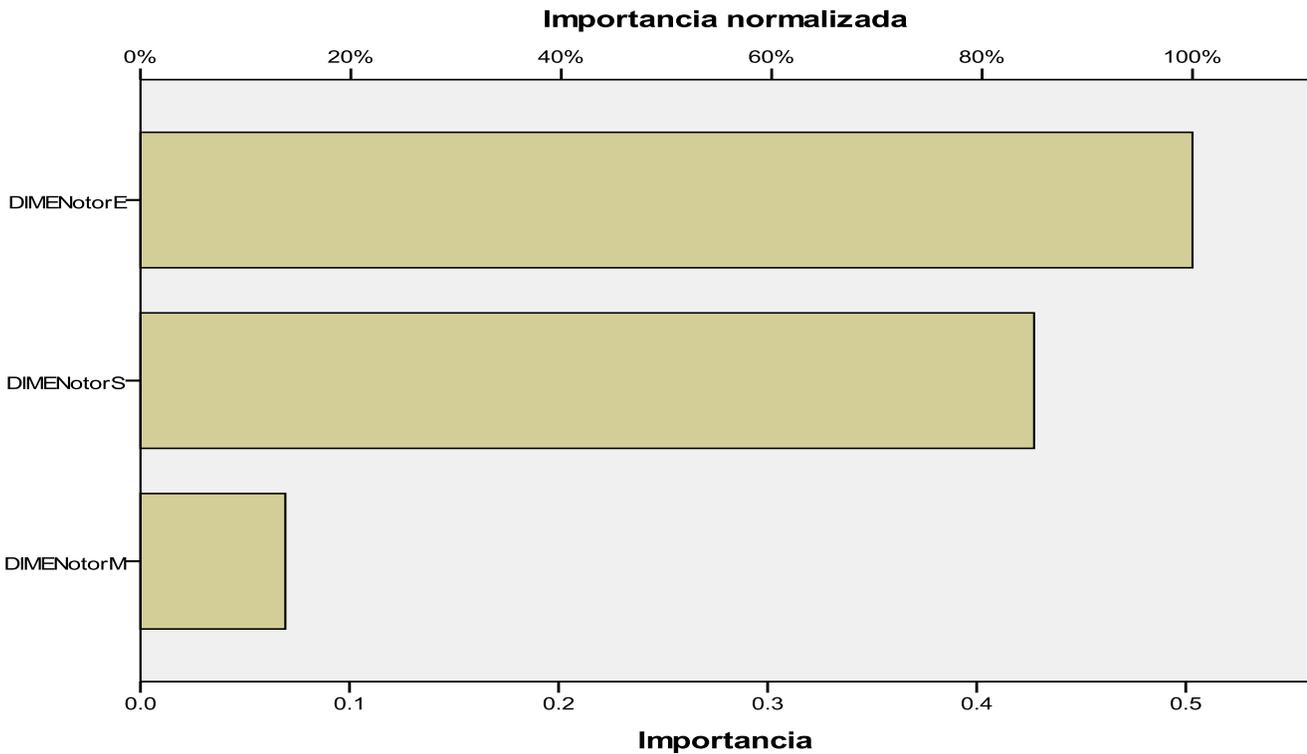
		Pronosticado			
Muestra	Observado	11 a 20%	21 a 30%	31 a 40%	Porcentaje correcto
Entrenamiento	11 a 20%	0	7	0	0.0%
	21 a 30%	0	17	2	89.5%
	31 a 40%	0	6	2	25.0%
	Porcentaje global	0.0%	88.2%	11.8%	55.9%
Prueba	11 a 20%	0	7	0	0.0%
	21 a 30%	0	10	1	90.9%
	31 a 40%	0	2	0	0.0%
	Porcentaje global	0.0%	95.0%	5.0%	50.0%

46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente

		Pronosticado		
Muestra	Observado	31 a 40%	41 a 50%	Porcentaje correcto
Entrenamiento	31 a 40%	23	0	100.0%
	41 a 50%	11	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	67.6%
Prueba	31 a 40%	10	0	100.0%
	41 a 50%	10	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	50.0%

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?	.427	84.9%
42-¿Qué importancia otorga a la economía?	.503	100.0%
43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?	.069	13.8%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: Dimensión de importancia otorgada al Trinomio (S-E-M) Vs. Dimensión de importancia por principios de sustentabilidad.

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 63% y de 37% como prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. En el proceso de producción, etapa mercado, la Dimensión de importancia otorgada a la sociedad fue de 42.70%, 50.3% para la economía y 6.90% para el medioambiente. Los pronósticos en prueba para la Dimensión por principios de sustentabilidad fueron de 19 casos para la sociedad (32.20%), 20 para la economía (33.89%) y 20 para el medio ambiente (33.89%). Estos porcentajes muestran casi un pronóstico de equilibrio sustentable, pero un desequilibrio sustentable en la importancia otorgada.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: ISUP Factores, Relaciones e Impactos ambientales → ISUPP General del Proceso de Producción

Resumen del procesamiento de los casos

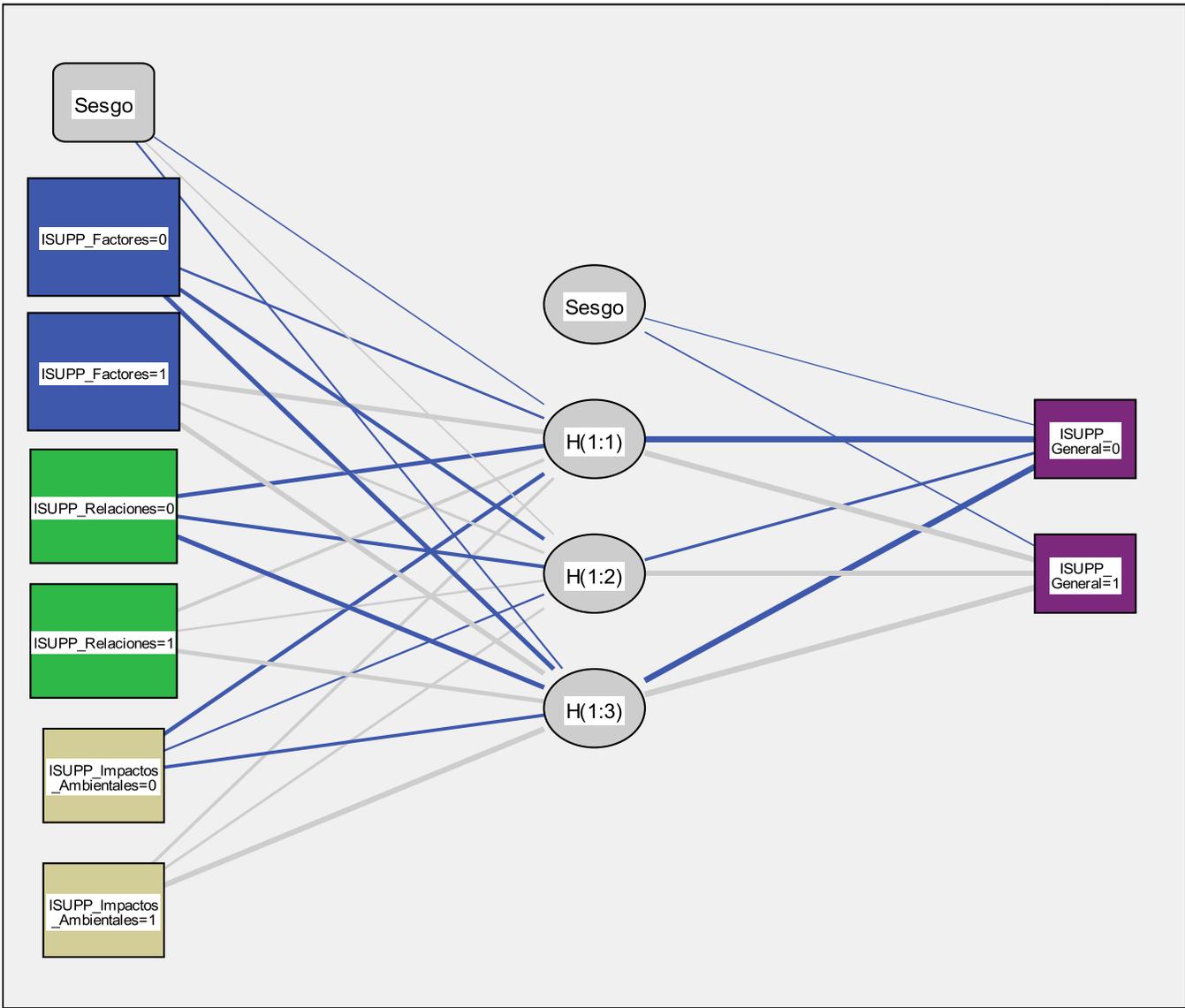
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	39	72.2%
	Prueba	15	27.8%
Válidos		54	100.0%
Excluidos		0	
Total		54	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
		3	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		6
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		3
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	.010
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%
	Regla de parada utilizada	Criterio de tasa de errores de entrenamiento (.001) alcanzado
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.02
Prueba	Error de entropía cruzada	.003
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado				
		Capa oculta 1			Capa de salida	
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	[ISUPP_General=0]	[ISUPP_General=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	-.216	.293	-.356		
	[ISUPP_Factores=0]	-.578	-.997	-1.124		
	[ISUPP_Factores=1]	1.260	.634	1.266		
	[ISUPP_Relaciones=0]	-1.012	-.900	-1.232		
	[ISUPP_Relaciones=1]	.843	.544	1.055		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	-1.001	-.539	-.803		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]	.802	.629	1.434		
Capa oculta 1	(Sesgo)				-.111	-.221
	H(1:1)				-1.416	2.035
	H(1:2)				-.740	1.292
	H(1:3)				-2.543	2.636

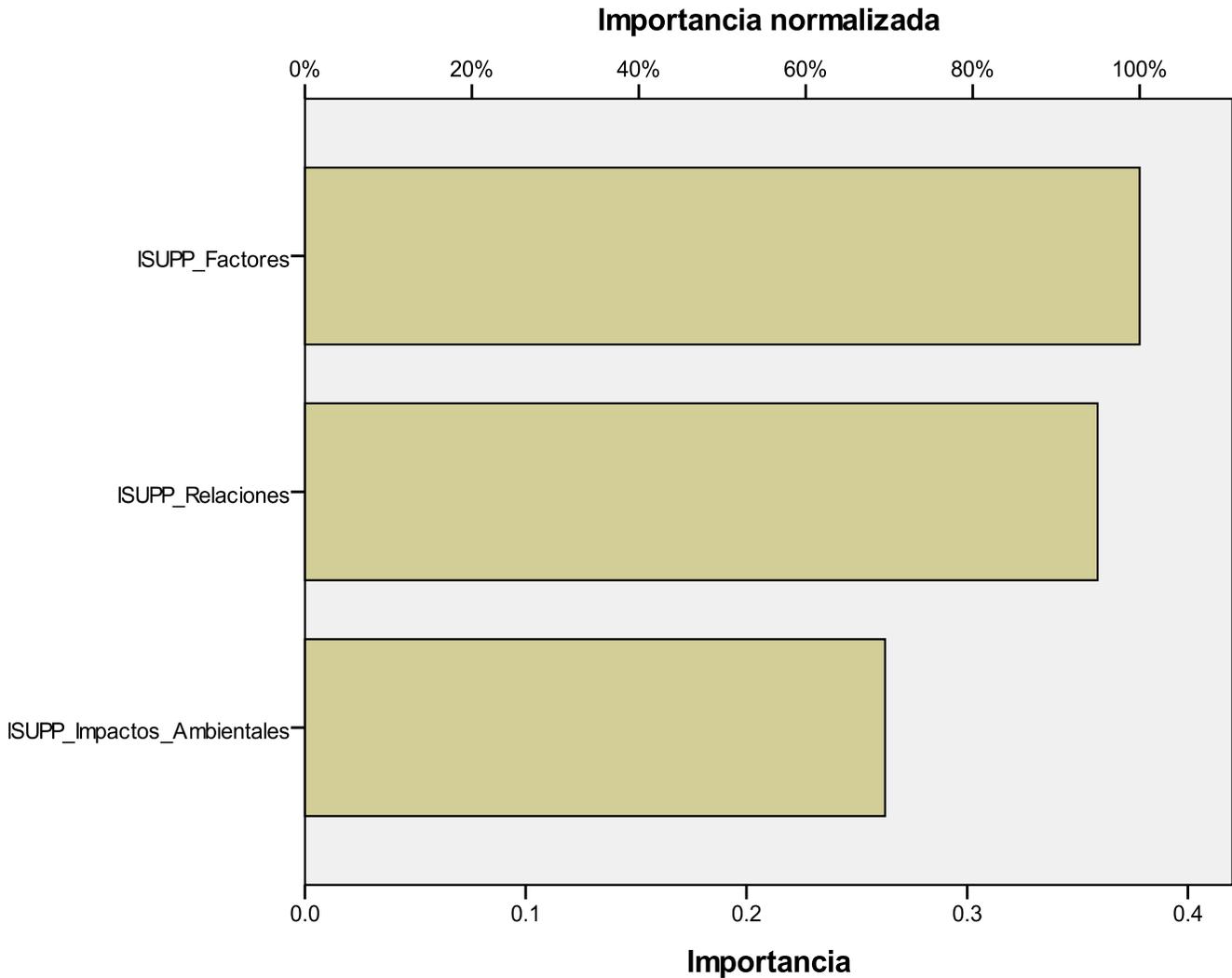
Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.378	100.0%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.359	95.0%
39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción	.263	69.5%

Clasificación

Muestra Observado		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	23	0	100.0%
	Sustentable	0	16	100.0%
	Porcentaje global	59.0%	41.0%	100.0%
Prueba	No sustentable	11	0	100.0%
	Sustentable	0	4	100.0%
	Porcentaje global	73.3%	26.7%	100.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción



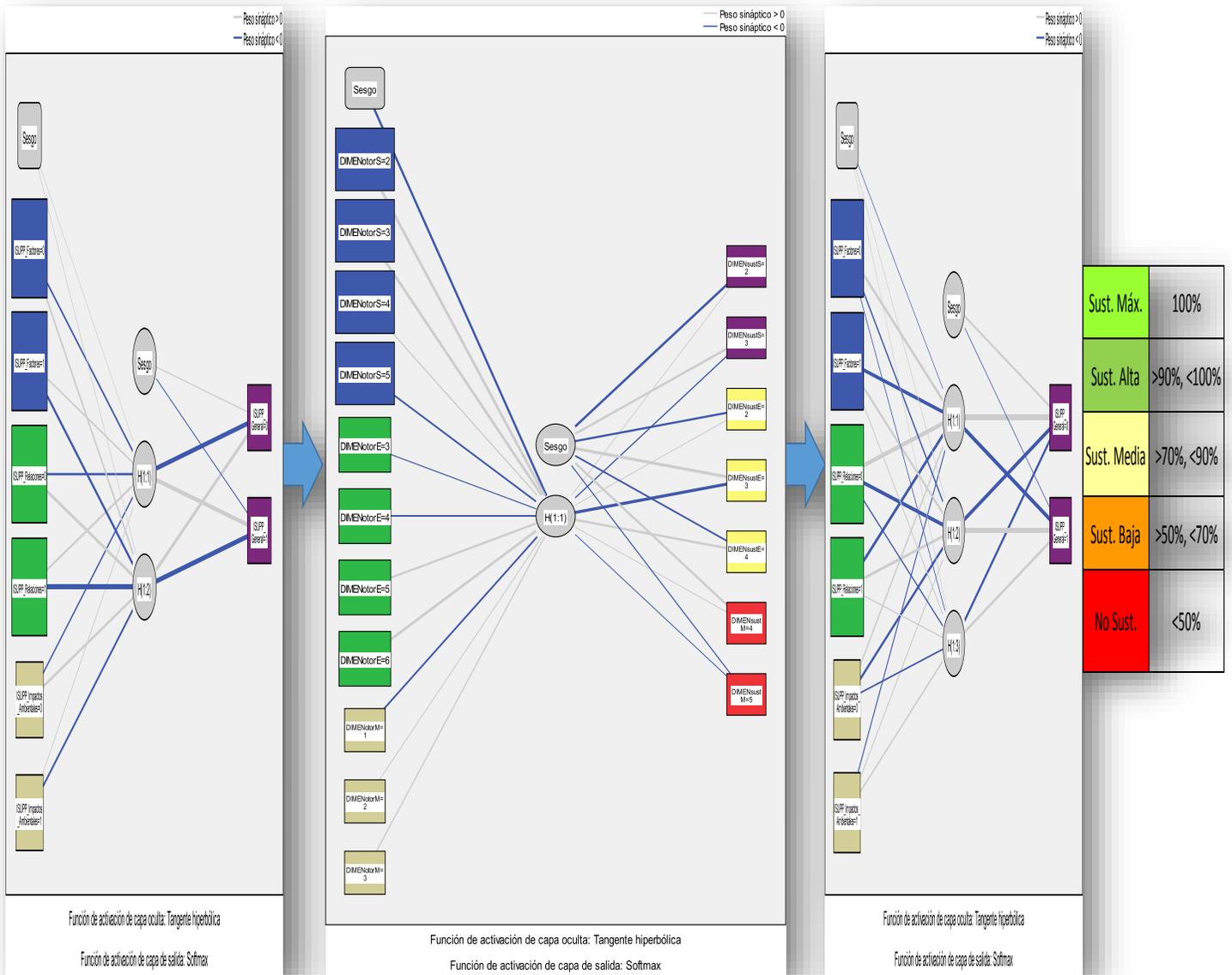
ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP de los Indicadores Factores, Relaciones e Impactos ambientales Vs. ISUPP General del Proceso de Producción.

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 72% y 27.8% de prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. El pronóstico de sustentabilidad en prueba para el ISUPP General del Proceso fue del 26.7% y de 73.3% de no sustentabilidad. Los pronósticos de sustentabilidad para los ISUPP de los Factores fue de 37.8%, 35.9% para las Relaciones y de 26.3% para los Impactos Ambientales. Es evidente que hay un desequilibrio sustentable. El índice más bajo es de los factores, el cual es mayor de 70% y menor de 90%, lo que muestra una sustentabilidad media.

6.5.2.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para el Mercado



Resultado del pronóstico de sustentabilidad:	Sustentabilidad máxima	Sustentabilidad alta	Sustentabilidad media	Sustentabilidad baja	No Sustentable
Claves:	(Sust. Máx.)	(Sust. Alta)	(Sust. Media)	(Sust. Baja)	(No Sust.)

PERCEPTRÓN MULTICAPA

6.5.3 Etapa: Organización

RNA: ISUPP Factores y Relaciones  ISUPP Impactos

Resumen del procesamiento de los casos

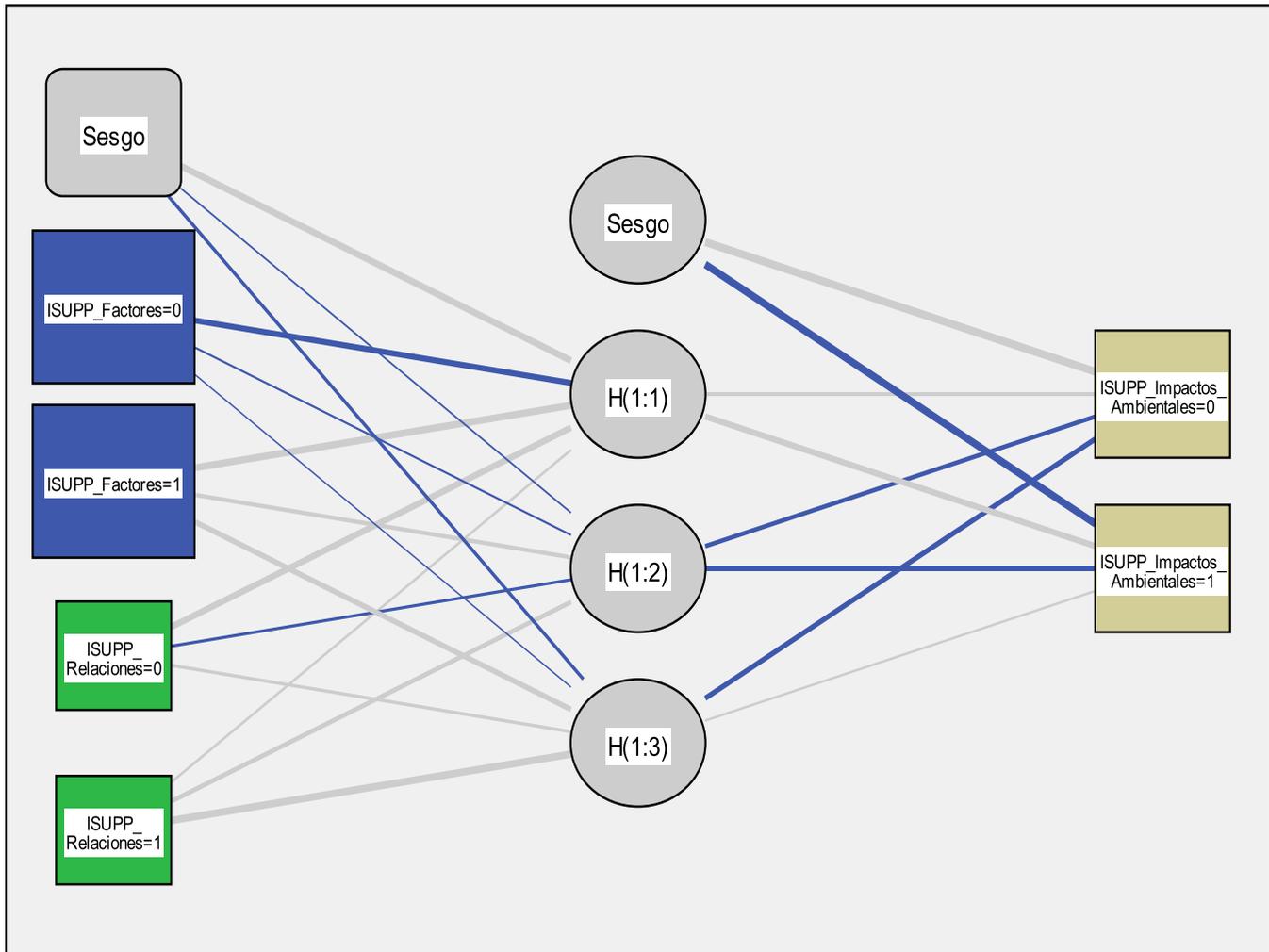
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	28	77.8%
	Prueba	8	22.2%
Válidos		36	100.0%
Excluidos		0	
Total		36	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		4
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		3
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	14.174
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	17.9%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.09
Prueba	Error de entropía cruzada	6.374
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	50.0%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado				
		Capa oculta 1			Capa de salida	
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	.393	-.049	-.143		
	[ISUPP_Factores=0]	-.318	-.051	-.002		
	[ISUPP_Factores=1]	.409	.195	.303		
	[ISUPP_Relaciones=0]	.392	-.130	.131		
	[ISUPP_Relaciones=1]	.064	.278	.428		
Capa oculta 1	(Sesgo)				.573	-.493
	H(1:1)				.174	.348
	H(1:2)				-.196	-.289
	H(1:3)				-.301	.057

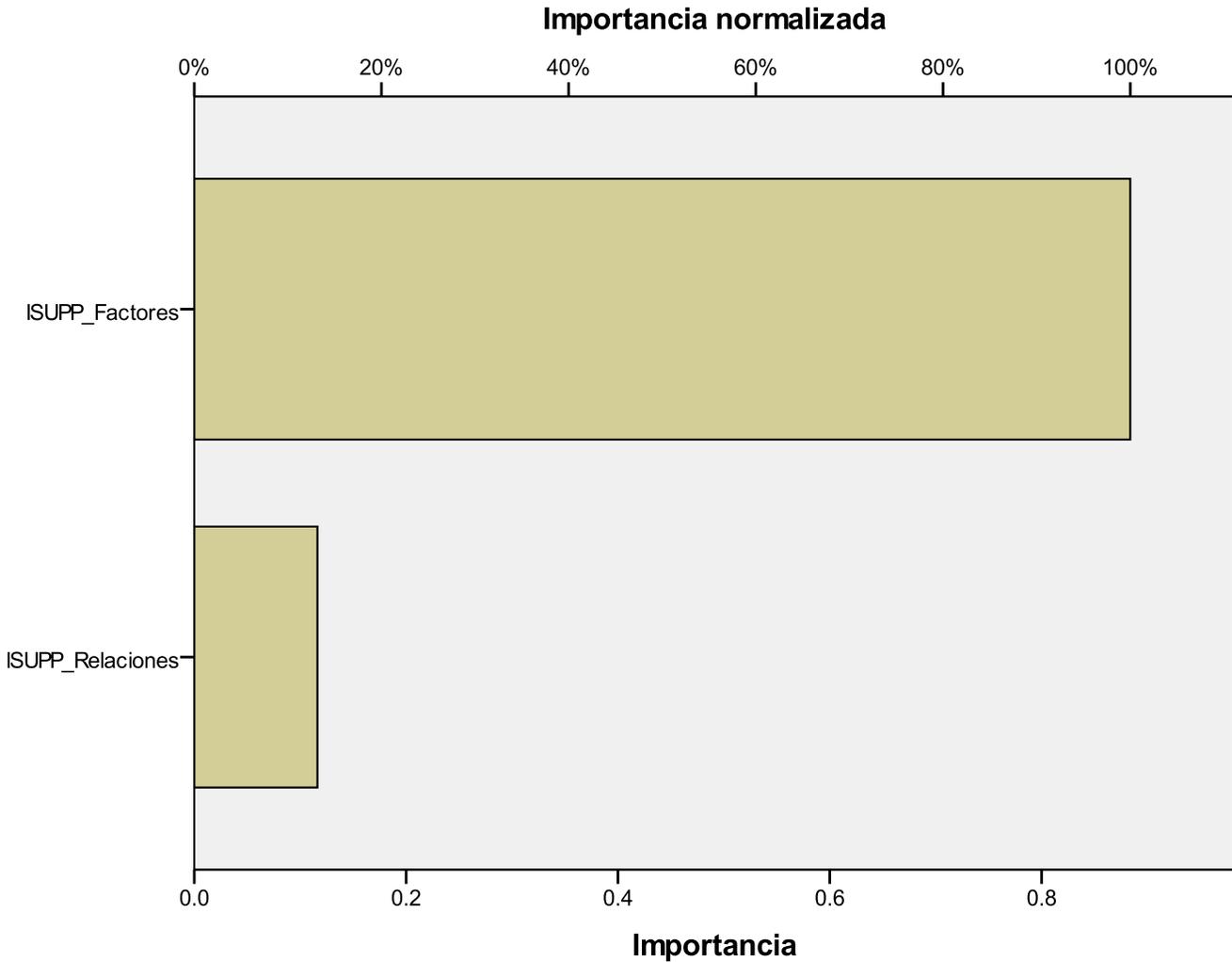
Clasificación

Muestra		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	23	0	100.0%
	Sustentable	5	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	82.1%
Prueba	No sustentable	4	0	100.0%
	Sustentable	4	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	50.0%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.884	100.0%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.116	13.2%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP de los Factores y Relaciones Vs. ISUPP de los Impactos

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 77.8% y del 22.2% como prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. Los Factores y las Relaciones inciden en los Impactos Ambientales. El pronóstico de sustentabilidad de los Impactos Ambientales fue de 4 casos (50%) y 4 de no sustentabilidad (50%). En el proceso de producción, la importancia observada en la etapa organización, fue mayor para los Factores con un 88.4% y de 11.60% para las Relaciones. Los resultados indican desequilibrio sustentable.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: Importancia otorgada al Trinomio sociedad-economía-medioambiente (SEM) →
 Dimensión por Principios Sustentables al Trinomio

Resumen del procesamiento de los casos

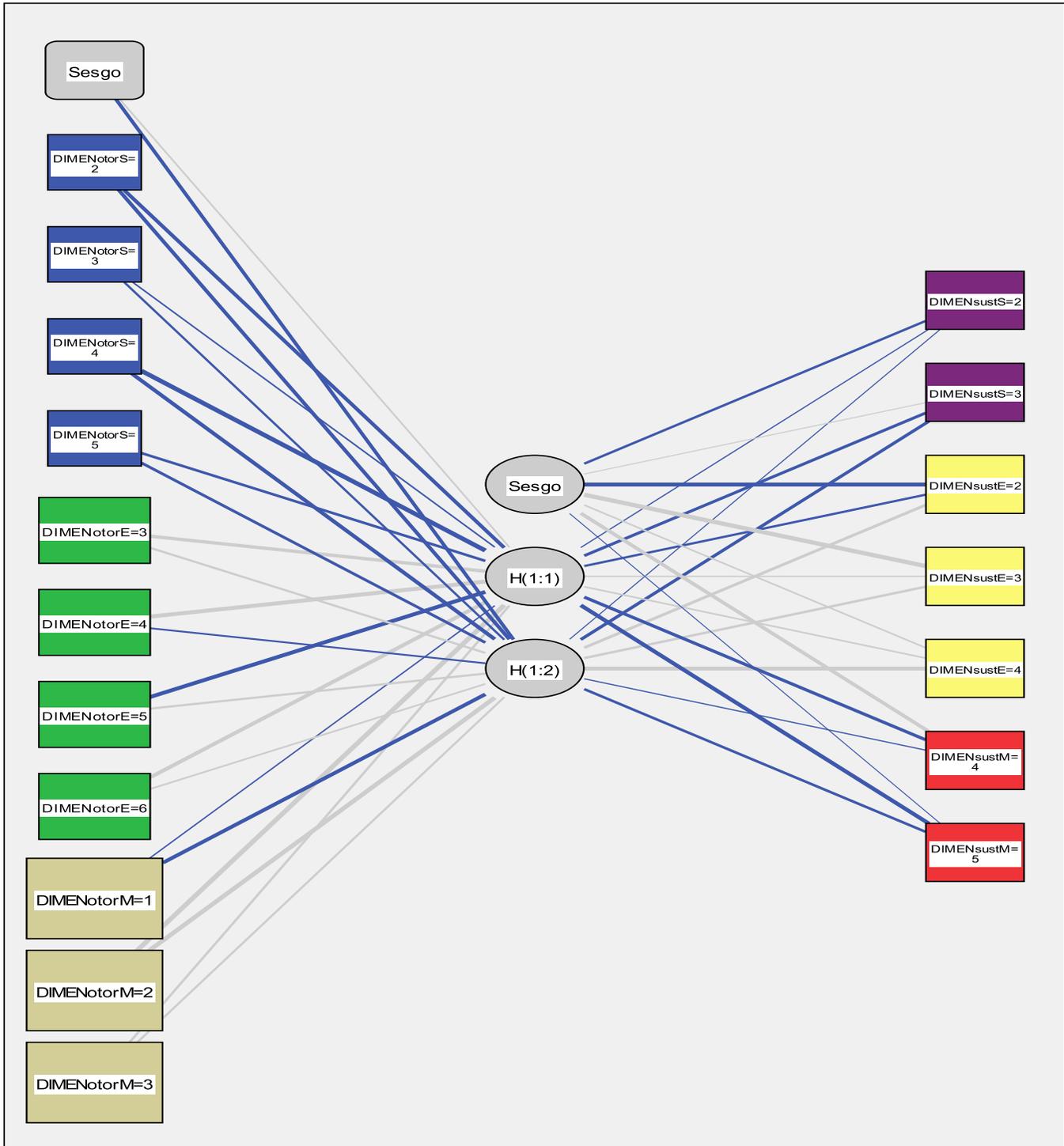
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	28	77.8%
	Prueba	8	22.2%
Válidos		36	100.0%
Excluidos		0	
Total		36	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?
		2	42-¿Qué importancia otorga a la economía?
		3	43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?
	Número de unidades ^a		11
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		2
Capa de salida	Variables dependientes	1	Tangente hiperbólica
		2	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad
		3	45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía
			46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente
	Número de unidades		7
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
— Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada		68.219	
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		51.2%	
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad		64.3%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía		50.0%
		46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente		39.3%
	Regla de parada utilizada		1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a	
Tiempo de entrenamiento		0:00:00.05		
Prueba	Error de entropía cruzada		17.000	
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		33.3%	
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad		37.5%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía		25.0%
		46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente		37.5%

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Porcentaje global correcto

Muestra	Porcentaje global correcto
Entrenamiento	48.8%
Prueba	66.7%

Estimaciones de los parámetros

Predictor	Pronosticado								
	Capa oculta 1		Capa de salida						
	H(1:1)	H(1:2)	[DIMENsustS =2]	[DIMENsustS =3]	[DIMENsustE =2]	[DIMENsustE =3]	[DIMENsustE =4]	[DIMENsustM =4]	[DIMENsustM =5]
Capa de entrada (Sesgo)	.125	-.328							
[DIMENotorS=2]	-.388	-.359							
[DIMENotorS=3]	-.120	-.188							
[DIMENotorS=4]	-.776	-.499							
[DIMENotorS=5]	-.253	-.256							
[DIMENotorE=3]	.404	.203							
[DIMENotorE=4]	.719	-.180							
[DIMENotorE=5]	-.657	.217							
[DIMENotorE=6]	.531	.178							
[DIMENotorM=1]	-.094	-.529							
[DIMENotorM=2]	.719	.706							
[DIMENotorM=3]	.188	.186							
Capa oculta 1 (Sesgo)			-.223	.036	-.590	.803	.139	.400	-.004
H(1:1)			-.041	-.265	-.219	.114	.155	-.355	-.573
H(1:2)			-.011	-.315	.263	.228	.703	-.055	-.247

44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad

Muestra	Observado	Pronosticado		
		11 a 20%	21 a 30%	Porcentaje correcto
Entrenamiento	11 a 20%	1	14	6.7%
	21 a 30%	4	9	69.2%
	Porcentaje global	17.9%	82.1%	35.7%
Prueba	11 a 20%	0	3	0.0%
	21 a 30%	0	5	100.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	62.5%

45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía

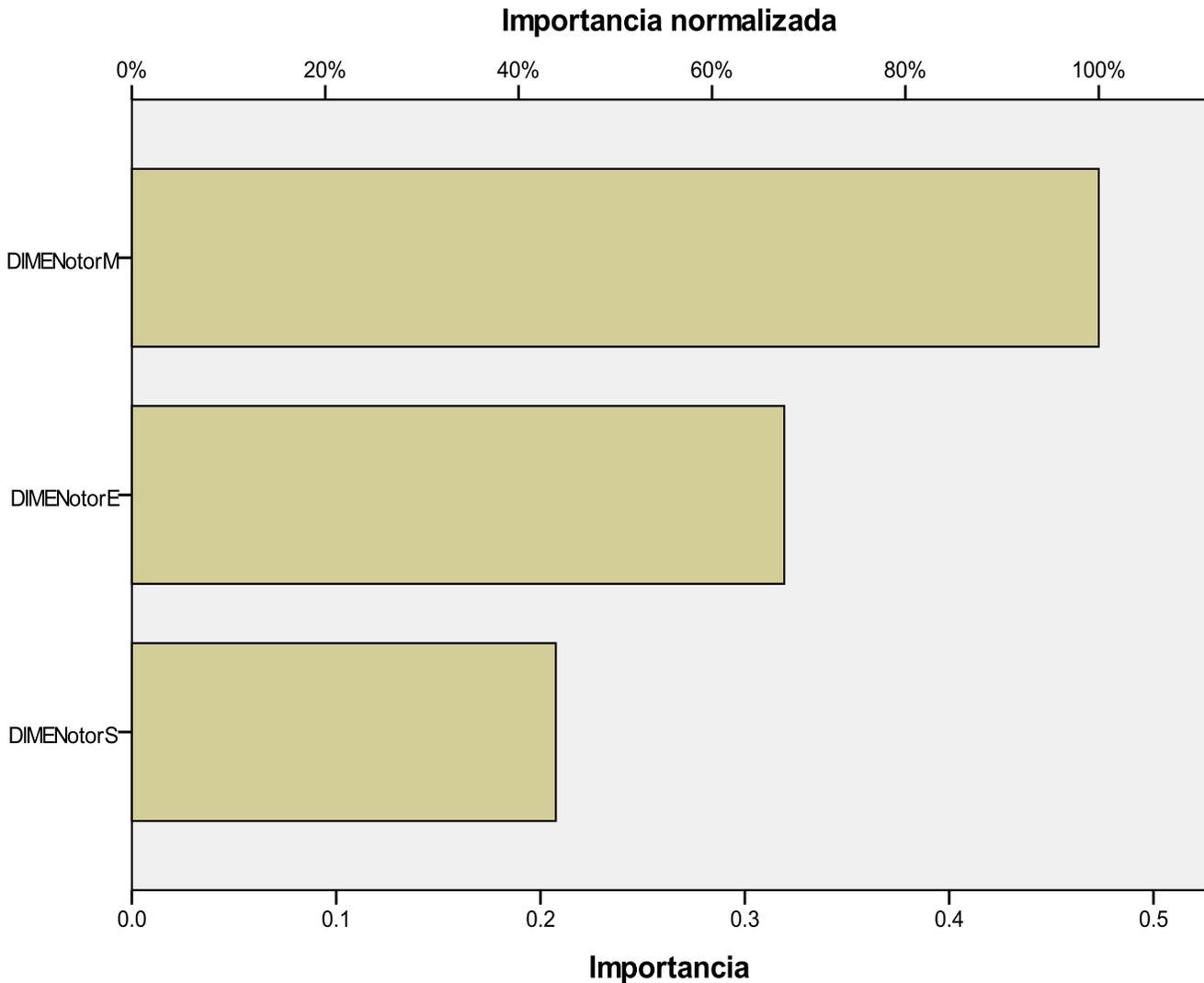
Muestra	Observado	Pronosticado			Porcentaje correcto
		11 a 20%	21 a 30%	31 a 40%	
Entrenamiento	11 a 20%	0	5	0	0.0%
	21 a 30%	0	14	0	100.0%
	31 a 40%	0	9	0	0.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	0.0%	50.0%
Prueba	11 a 20%	0	1	0	0.0%
	21 a 30%	0	6	0	100.0%
	31 a 40%	0	1	0	0.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	0.0%	75.0%

46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente

Muestra	Observado	Pronosticado		Porcentaje correcto
		31 a 40%	41 a 50%	
Entrenamiento	31 a 40%	17	0	100.0%
	41 a 50%	11	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	60.7%
Prueba	31 a 40%	5	0	100.0%
	41 a 50%	3	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	62.5%

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?	.207	43.9%
42-¿Qué importancia otorga a la economía?	.319	67.5%
43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?	.473	100.0%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: Dimensión de importancia otorgada al Trinomio (S-E-M) Vs. Dimensión de importancia por principios de sustentabilidad.

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 77.8% y de 22.2% como prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. En el proceso de producción, etapa organización, la Dimensión de importancia otorgada a la sociedad fue de 20.7%, a la economía 31.9% y 47.3% para el medioambiente. Los pronósticos en prueba para la Dimensión por principios de sustentabilidad fueron de 8 casos para la sociedad (37.5%), 8 para la economía (25.0%) y 8 para el medio ambiente (37.5%). Es evidente que hay un desequilibrio sustentable. Los resultados muestran equilibrio sustentable para el medio ambiente, tanto por la importancia otorgada como por los principios sugeridos.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: ISUP Factores, Relaciones e Impactos ambientales → ISUPP General del Proceso de Producción

Resumen del procesamiento de los casos

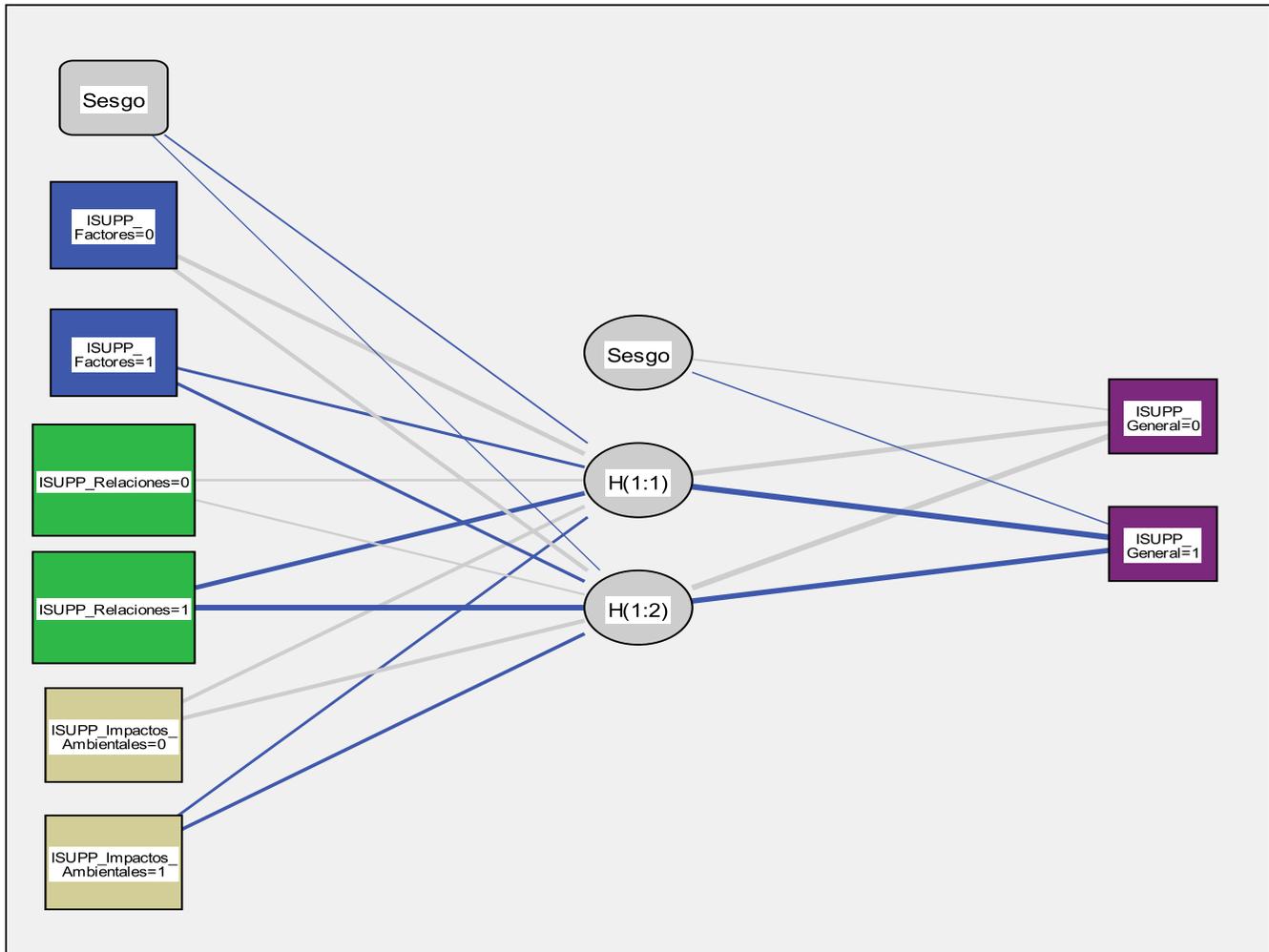
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	26	72.2%
	Prueba	10	27.8%
Válidos		36	100.0%
Excluidos		0	
Total		36	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
		3	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		6
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		2
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	.007
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%
	Regla de parada utilizada	Criterio de tasa de errores de entrenamiento (.001) alcanzado
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.00
Prueba	Error de entropía cruzada	.002
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado			
		Capa oculta 1		Capa de salida	
		H(1:1)	H(1:2)	[ISUPP_General=0]	[ISUPP_General=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	-0.136	-0.003		
	[ISUPP_Factores=0]	1.309	1.277		
	[ISUPP_Factores=1]	-1.143	-1.154		
	[ISUPP_Relaciones=0]	1.118	1.028		
	[ISUPP_Relaciones=1]	-1.509	-1.629		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	1.253	1.286		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]	-1.129	-1.175		
Capa oculta 1	(Sesgo)			.402	-.120
	H(1:1)			2.116	-2.583
	H(1:2)			2.317	-2.289

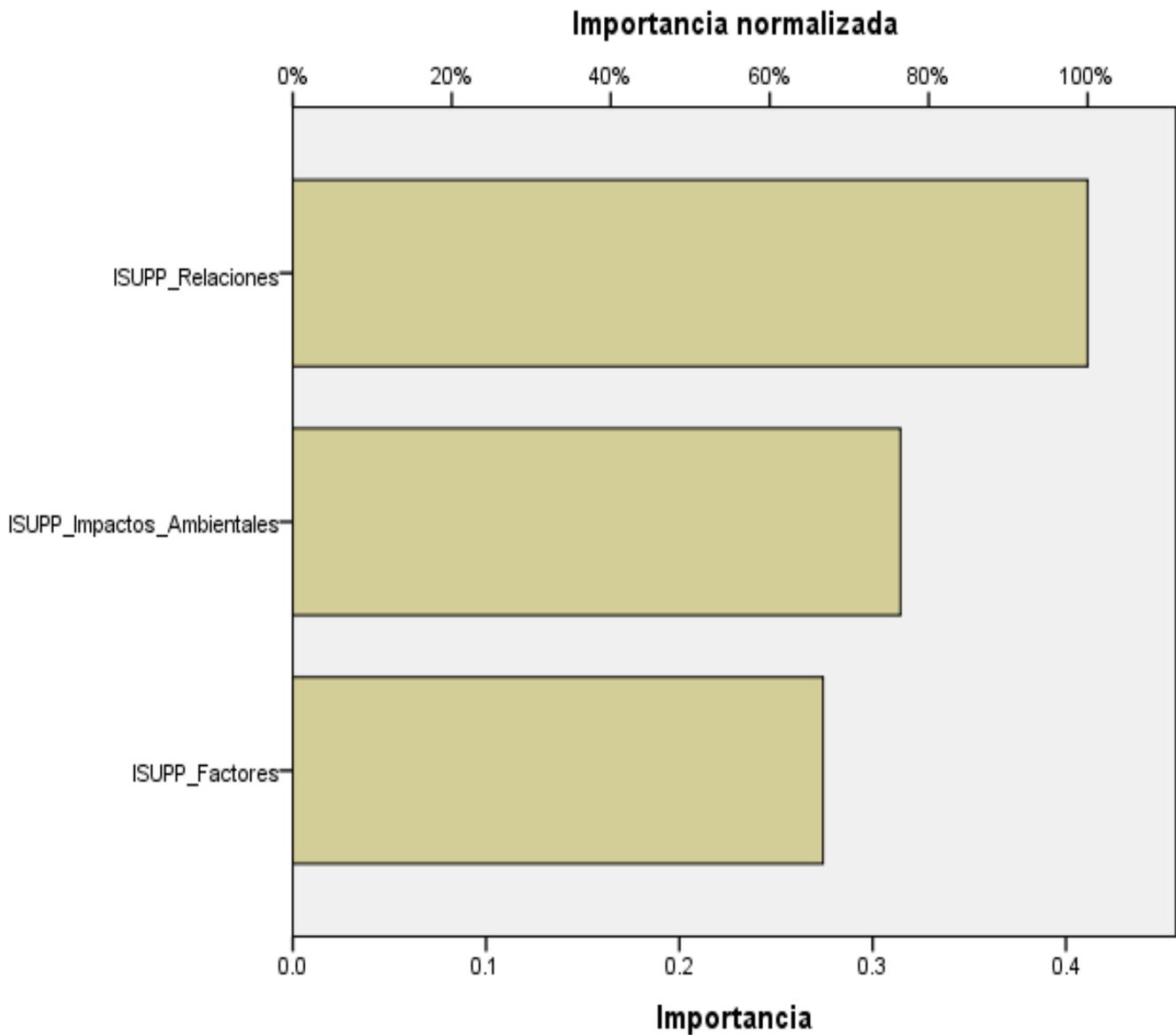
Clasificación

Muestra		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	17	0	100.0%
	Sustentable	0	9	100.0%
	Porcentaje global	65.4%	34.6%	100.0%
Prueba	No sustentable	8	0	100.0%
	Sustentable	0	2	100.0%
	Porcentaje global	80.0%	20.0%	100.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.274	66.7%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.411	100.0%
39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción	.314	76.5%



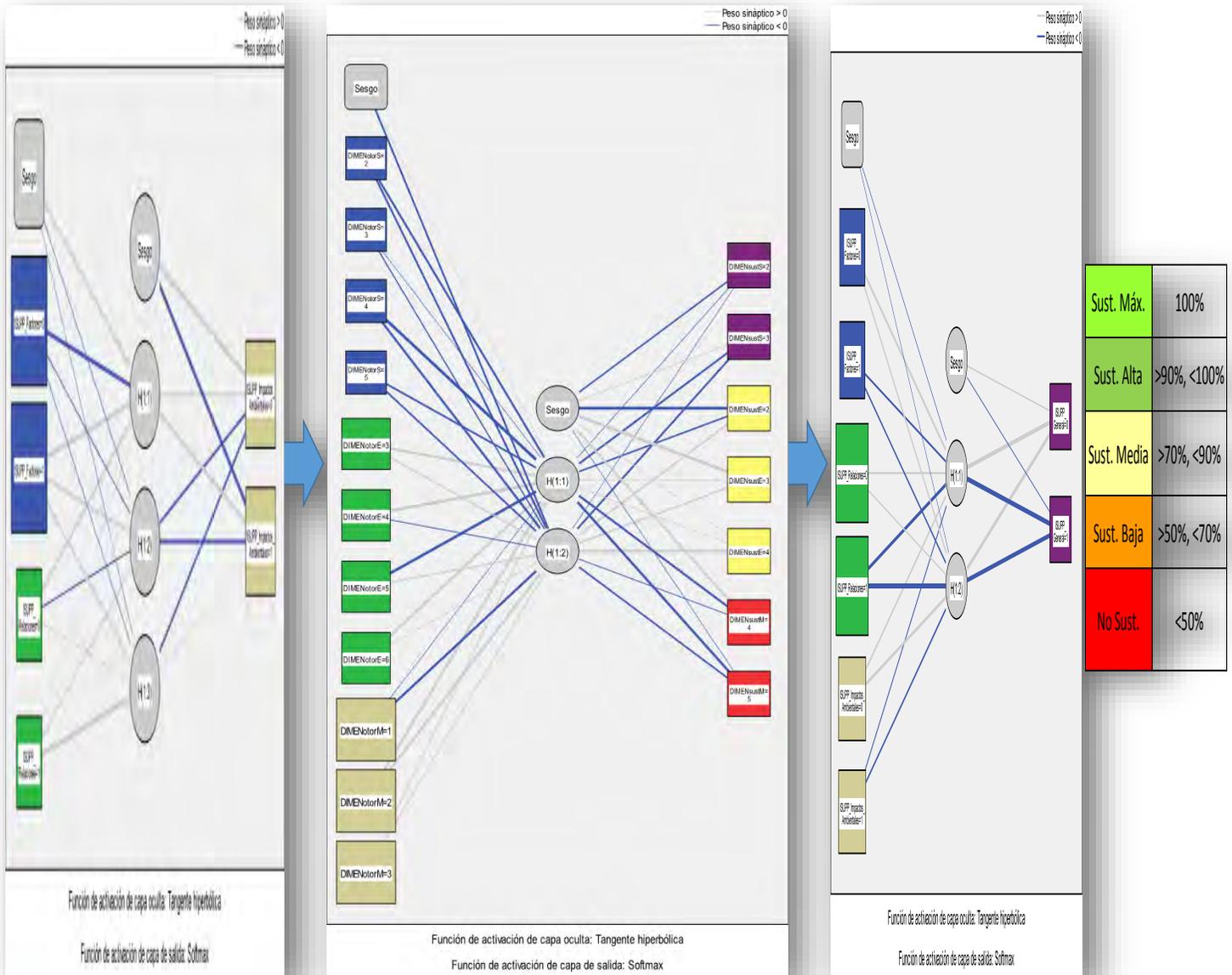
ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP de los Indicadores Factores, Relaciones e Impactos ambientales Vs. ISUPP General del Proceso de Producción.

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 72% y 27.8% de prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. El pronóstico de sustentabilidad en prueba para el ISUPP General del Proceso de Producción fue del 20.0% y de 80.0% de no sustentabilidad. Los pronósticos de sustentabilidad para los ISUPP de los Factores fue de 27.4%, 41.1% para las Relaciones y de 31.4% para los Impactos Ambientales. Es evidente que hay un desequilibrio sustentable.

6.5.3.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para la Organización



Resultado del pronóstico de sustentabilidad:	Sustentabilidad máxima	Sustentabilidad alta	Sustentabilidad media	Sustentabilidad baja	No Sustentable
Claves:	(Sust. Máx.)	(Sust. Alta)	(Sust. Media)	(Sust. Baja)	(No Sust.)

PERCEPTRÓN MULTICAPA

6.5.4 Etapa: Producción

RNA: ISUPP Factores y Relaciones → ISUPP Impactos

Resumen del procesamiento de los casos

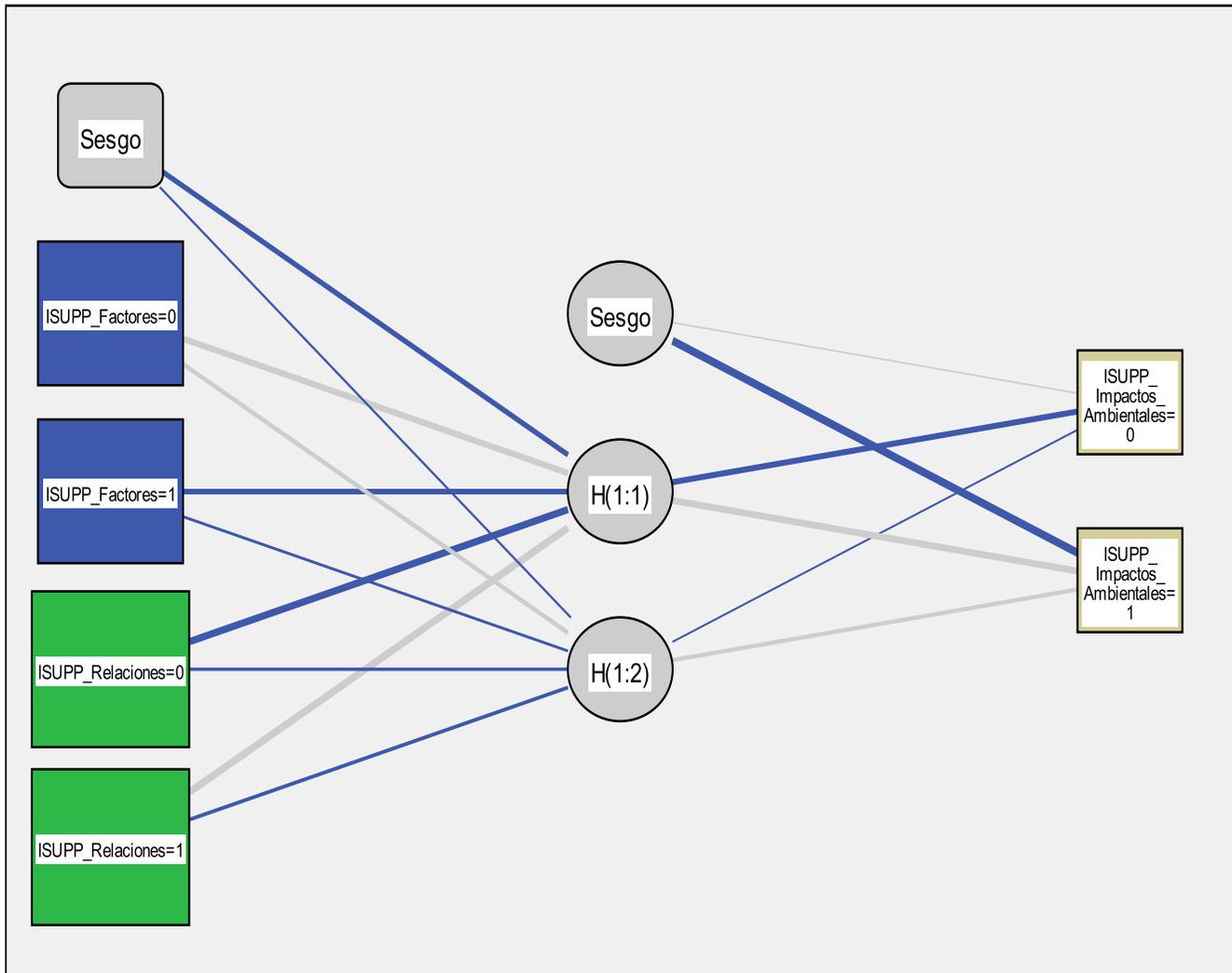
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	74	68.5%
	Prueba	34	31.5%
Válidos		108	100.0%
Excluidos		0	
Total		108	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		4
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		2
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	43.382
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	28.4%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.06
Prueba	Error de entropía cruzada	21.437
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	38.2%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado			
		Capa oculta 1		Capa de salida	
		H(1:1)	H(1:2)	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	-.399	-.023		
	[ISUPP_Factores=0]	.508	.333		
	[ISUPP_Factores=1]	-.367	-.057		
	[ISUPP_Relaciones=0]	-.521	-.089		
	[ISUPP_Relaciones=1]	.531	-.160		
Capa oculta 1	(Sesgo)			.002	-.577
	H(1:1)			-.428	.510
	H(1:2)			-.017	.241

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado			
		Capa oculta 1		Capa de salida	
		H(1:1)	H(1:2)	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	-.399	-.023		
	[ISUPP_Factores=0]	.508	.333		
	[ISUPP_Factores=1]	-.367	-.057		
	[ISUPP_Relaciones=0]	-.521	-.089		
	[ISUPP_Relaciones=1]	.531	-.160		
Capa oculta 1	(Sesgo)			.002	-.577
	H(1:1)			-.428	.510
	H(1:2)			-.017	.241

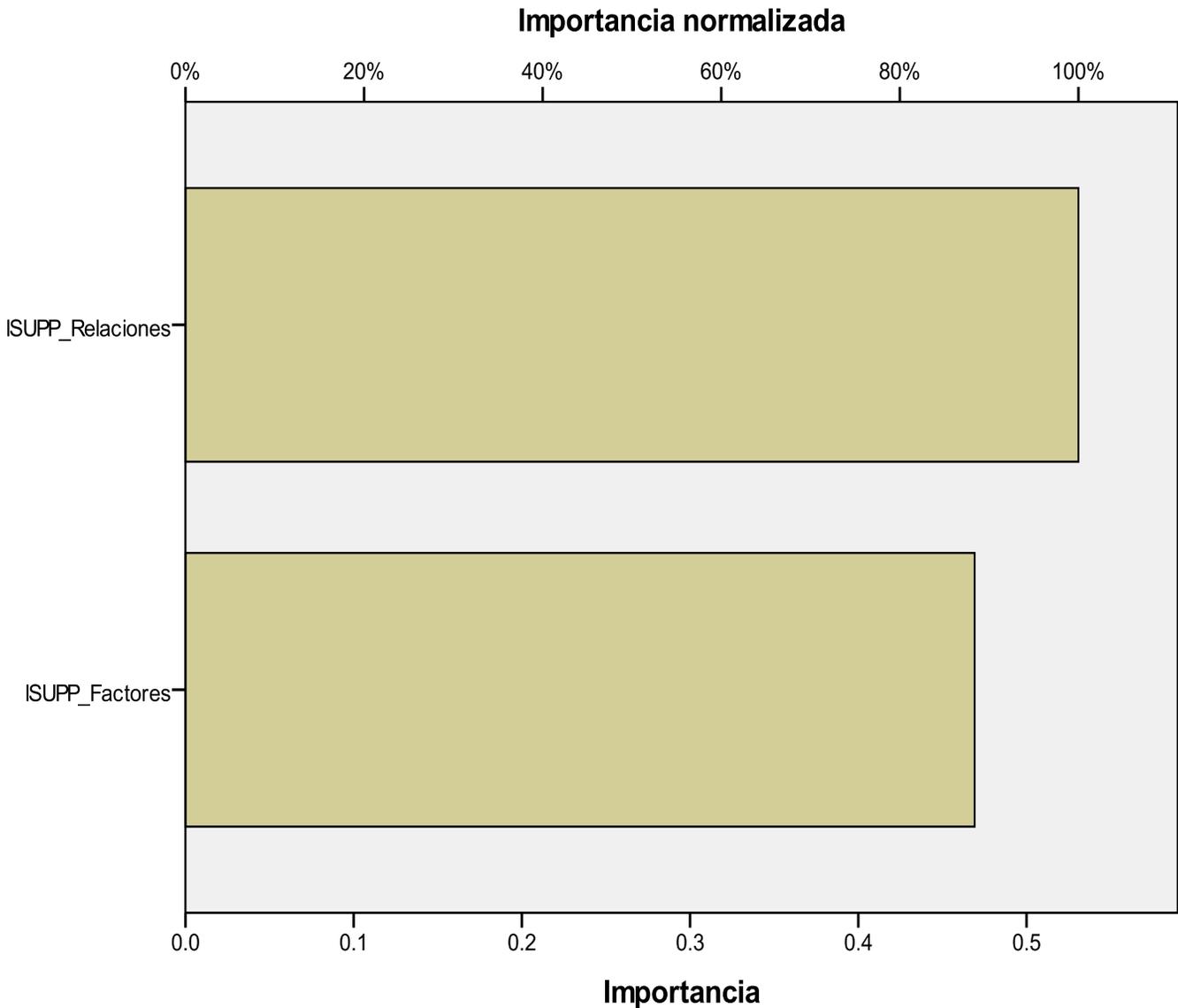
Clasificación

Muestra		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	53	0	100.0%
	Sustentable	21	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	71.6%
Prueba	No sustentable	21	0	100.0%
	Sustentable	13	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	61.8%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.469	88.4%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.531	100.0%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP de los Factores y Relaciones Vs. ISUPP de los Impactos

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 68.5% y del 31.5% como prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. Los Factores y las Relaciones inciden en los Impactos Ambientales. El pronóstico de sustentabilidad de los Impactos Ambientales fue de 13 casos (38.23%) y 21 de no sustentabilidad (61.77%). En el proceso de producción, la importancia observada en la etapa producción, fue mayor para los Factores con un 46.9% y de 53.1% para las Relaciones. Los resultados indican desequilibrio sustentable.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: Importancia otorgada al Trinomio sociedad-economía-medioambiente (SEM) →
 Dimensión por Principios Sustentables al Trinomio

Resumen del procesamiento de los casos

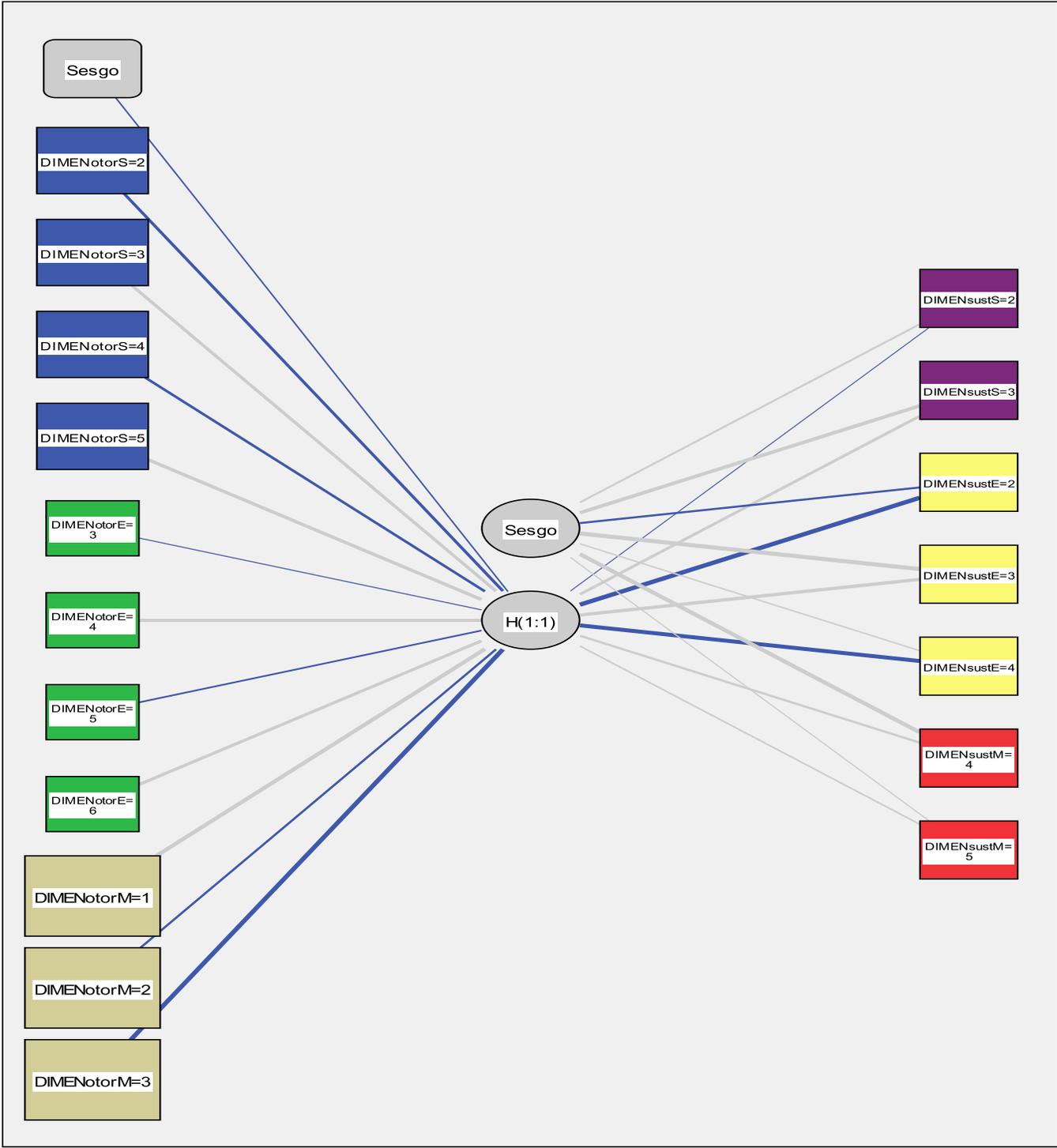
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	70	64.8%
	Prueba	38	35.2%
Válidos		108	100.0%
Excluidos		0	
Total		108	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?
		2	42-¿Qué importancia otorga a la economía?
		3	43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?
	Número de unidades ^a		11
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		1
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad
		2	45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía
		3	46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente
	Número de unidades		7
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
— Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada		157.539	
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		39.5%	
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad		38.6%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía		45.7%
		46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente		34.3%
	Regla de parada utilizada		1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a	
Tiempo de entrenamiento		0:00:00.08		
Prueba	Error de entropía cruzada		82.445	
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		36.0%	
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad		34.2%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía		31.6%
46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente			42.1%	

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor	Pronosticado							
	Capa oculta 1	Capa de salida						
	H(1:1)	[DIMENsusIS =2]	[DIMENsusIS =3]	[DIMENsusIE =2]	[DIMENsusIE =3]	[DIMENsusIE =4]	[DIMENsusIM =4]	[DIMENsusIM =5]
Capa de entrada (Sesgo)	-0.054							
[DIMENotorS=2]	-0.358							
[DIMENotorS=3]	.410							
[DIMENotorS=4]	-0.336							
[DIMENotorS=5]	.560							
[DIMENotorE=3]	-0.032							
[DIMENotorE=4]	.480							
[DIMENotorE=5]	-0.169							
[DIMENotorE=6]	.422							
[DIMENotorM=1]	.623							
[DIMENotorM=2]	-0.245							
[DIMENotorM=3]	-0.747							
Capa oculta 1 (Sesgo)		.175	.621	-0.264	.845	.054	.632	.033
H(1:1)		-0.025	.393	-0.847	.580	-0.815	.304	.080

Clasificación

44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad

Muestra	Observado	Pronosticado		
		11 a 20%	21 a 30%	Porcentaje correcto
Entrenamiento	11 a 20%	0	27	0.0%
	21 a 30%	0	43	100.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	61.4%
Prueba	11 a 20%	0	13	0.0%
	21 a 30%	0	25	100.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	65.8%

Porcentaje global correcto

Muestra	Porcentaje global correcto
Entrenamiento	60.5%
Prueba	64.0%

45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía

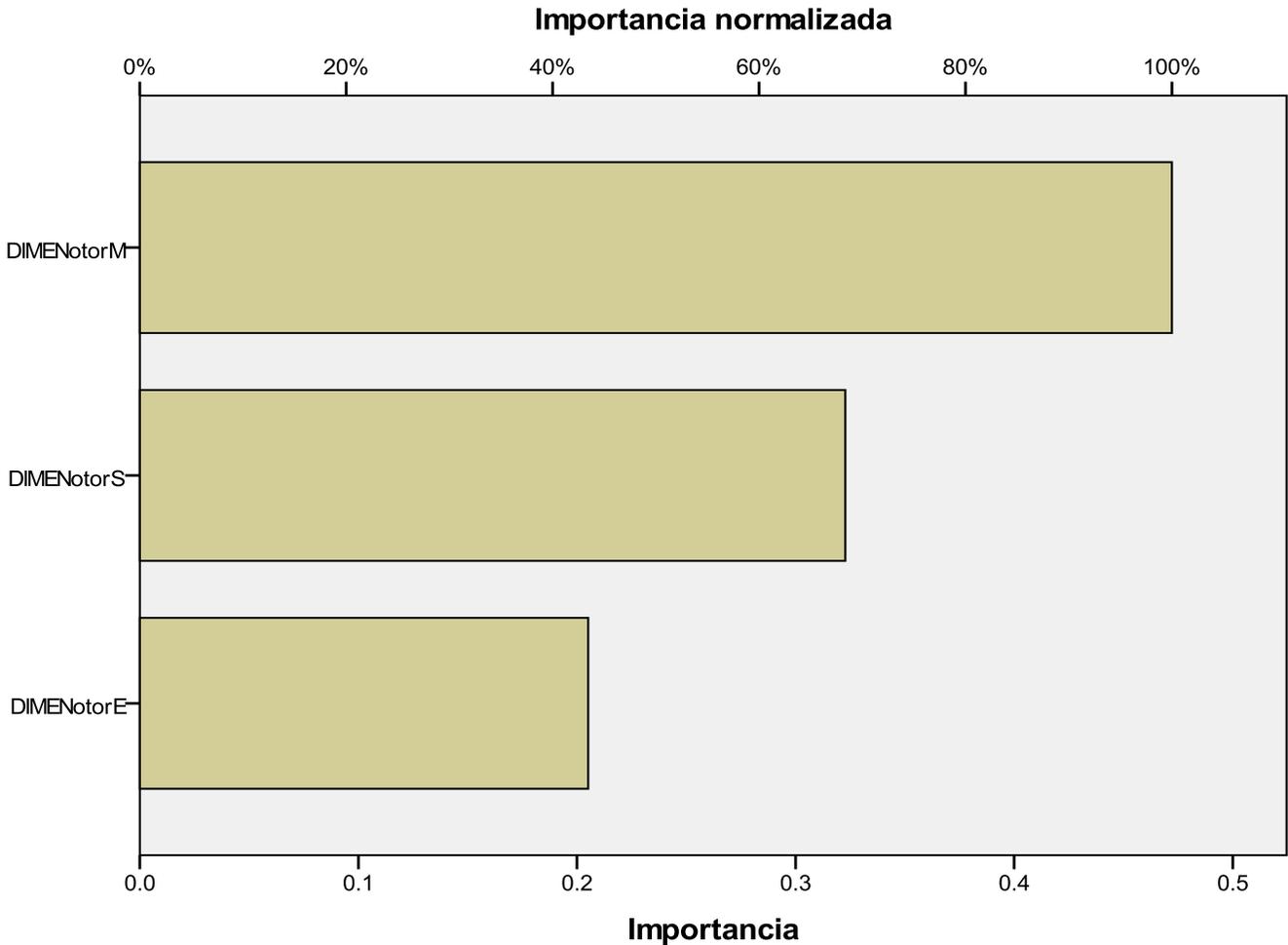
Muestra	Observado	Pronosticado			Porcentaje correcto
		11 a 20%	21 a 30%	31 a 40%	
Entrenamiento	11 a 20%	0	11	3	0.0%
	21 a 30%	0	35	4	89.7%
	31 a 40%	0	14	3	17.6%
	Porcentaje global	0.0%	85.7%	14.3%	54.3%
Prueba	11 a 20%	0	7	1	0.0%
	21 a 30%	0	25	0	100.0%
	31 a 40%	0	4	1	20.0%
	Porcentaje global	0.0%	94.7%	5.3%	68.4%

46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente

Muestra	Observado	Pronosticado		Porcentaje correcto
		31 a 40%	41 a 50%	
Entrenamiento	31 a 40%	46	0	100.0%
	41 a 50%	24	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	65.7%
Prueba	31 a 40%	22	0	100.0%
	41 a 50%	16	0	0.0%
	Porcentaje global	100.0%	0.0%	57.9%

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?	.323	68.4%
42-¿Qué importancia otorga a la economía?	.205	43.4%
43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?	.472	100.0%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: Dimensión de importancia otorgada al Trinomio (S-E-M) Vs. Dimensión de importancia por principios de sustentabilidad.

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 64.8% y de 35.2% como prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. En el proceso de producción, etapa producción, la Dimensión de importancia otorgada a la sociedad fue de 32.3%, a la economía 20.5% y 47.2% para el medioambiente. Los pronósticos en prueba para la Dimensión por principios de sustentabilidad fueron de 38 casos para la sociedad (33.3%), 38 para la economía (33.3%) y 38 para el medio ambiente (33.3%). Los resultados muestran un acercamiento al equilibrio sustentable, tanto por la importancia otorgada como por los principios sugeridos.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: ISUP Factores, Relaciones e Impactos ambientales → ISUPP General del Proceso de Producción

Resumen del procesamiento de los casos

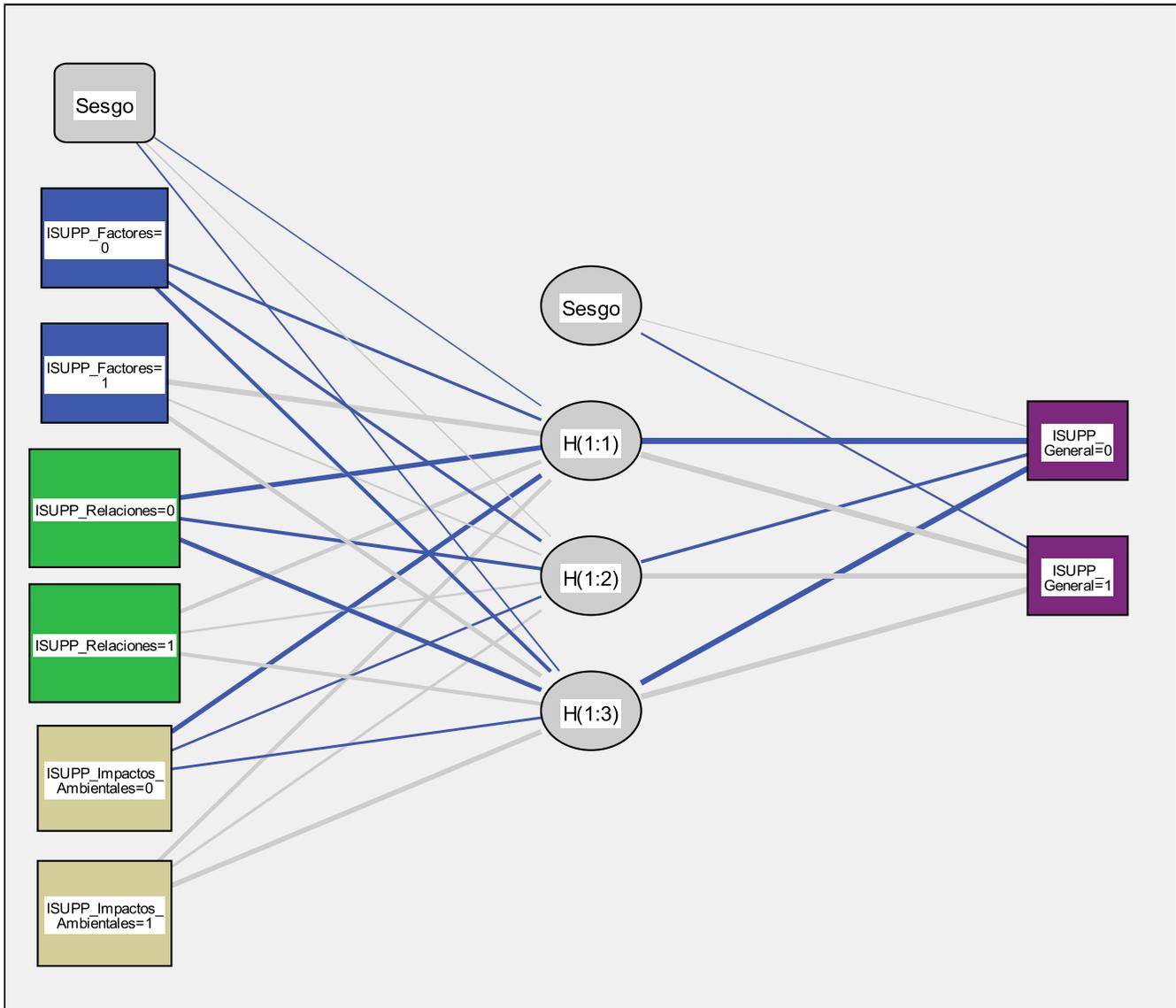
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	84	77.8%
	Prueba	24	22.2%
Válidos		108	100.0%
Excluidos		0	
Total		108	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
		3	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		6
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		3
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	.018
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%
	Regla de parada utilizada	Criterio de tasa de errores de entrenamiento (.001) alcanzado
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.00
Prueba	Error de entropía cruzada	.006
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado				
		Capa oculta 1			Capa de salida	
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	[ISUPP_General=0]	[ISUPP_General=1]
Capa de entrada (Sesgo)	[ISUPP_Factores=0]	-.193	.315	-.335		
	[ISUPP_Factores=1]	-.747	-.748	-.900		
	[ISUPP_Relaciones=0]	1.452	.407	1.063		
	[ISUPP_Relaciones=1]	-1.209	-.831	-1.073		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	1.063	.498	.917		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]	-1.207	-.549	-.639		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]	1.032	.661	1.291		
Capa oculta 1 (Sesgo)	H(1:1)				.127	-.459
	H(1:2)				-2.131	2.750
	H(1:3)				-.806	1.358
	H(1:3)				-1.880	1.973

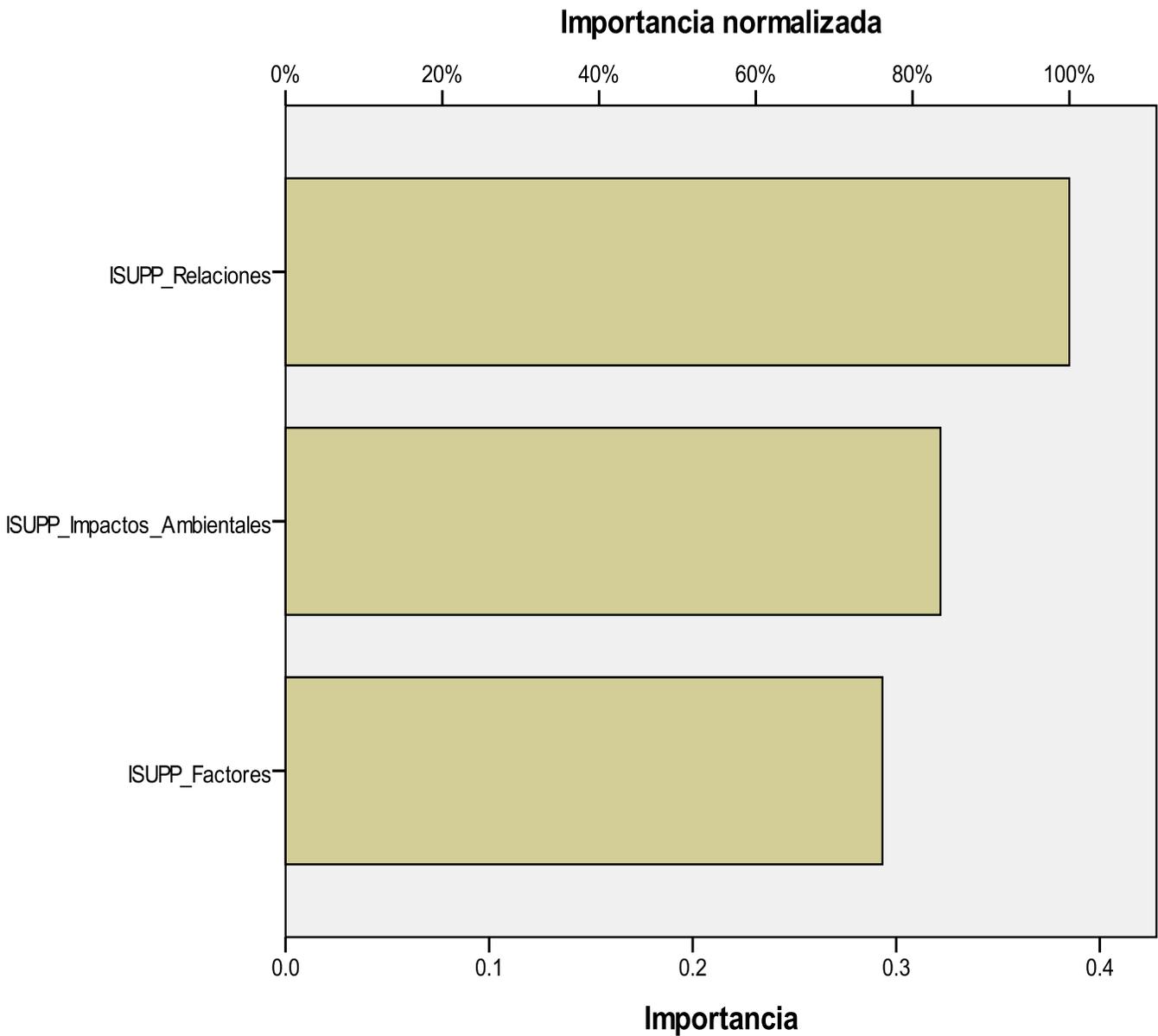
Clasificación

Muestra		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	59	0	100.0%
	Sustentable	0	25	100.0%
	Porcentaje global	70.2%	29.8%	100.0%
Prueba	No sustentable	15	0	100.0%
	Sustentable	0	9	100.0%
	Porcentaje global	62.5%	37.5%	100.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.293	76.1%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.385	100.0%
39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción	.322	83.6%



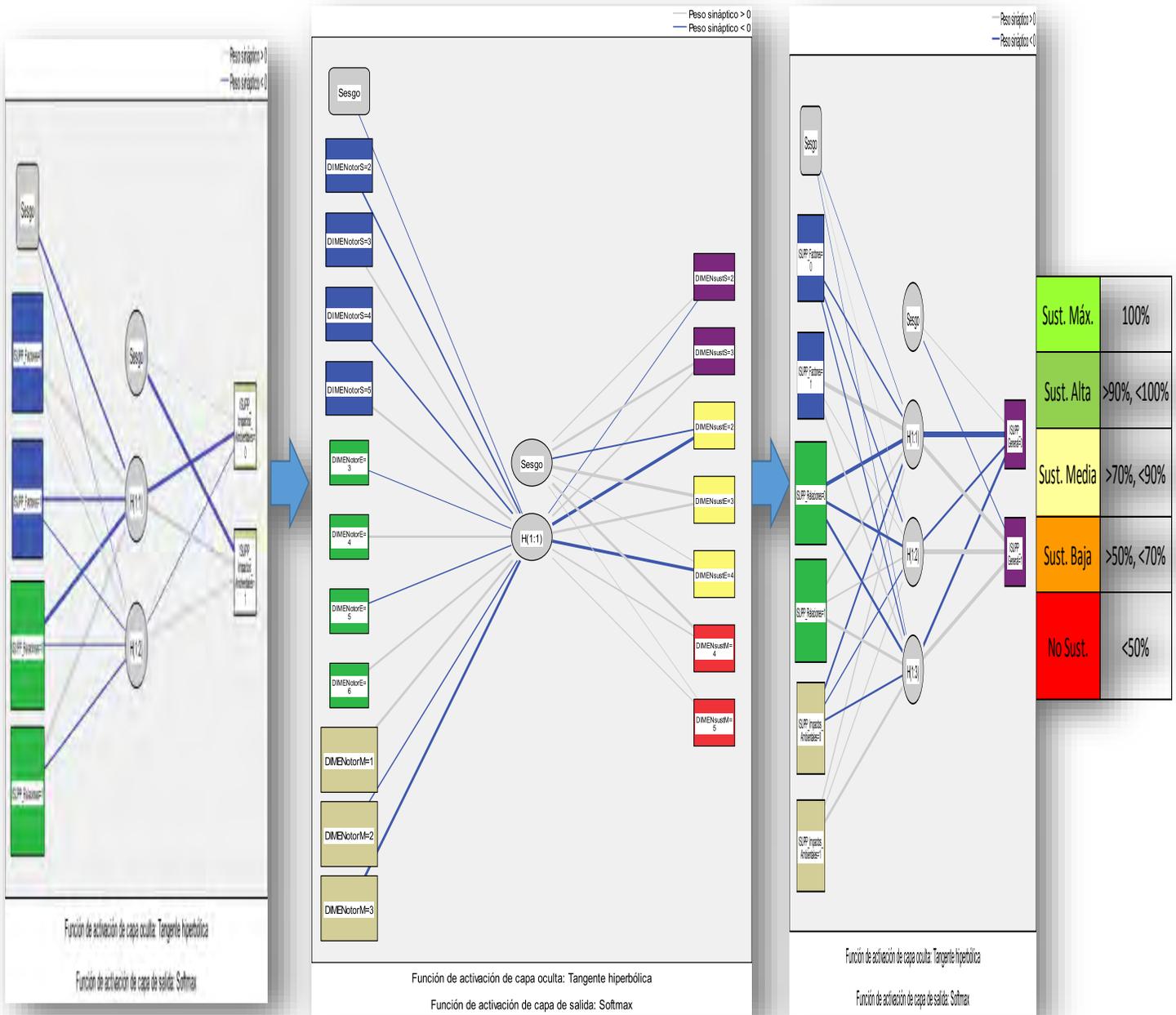
ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP de los Indicadores Factores, Relaciones e Impactos ambientales Vs. ISUPP General del Proceso de Producción.

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 77.8% y 22.2% de prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. El pronóstico de sustentabilidad en prueba para el ISUPP General del Proceso de Producción fue del 37.5% y de 62.5% de no sustentabilidad. Los pronósticos de sustentabilidad para los ISUPP de los Factores fue de 29.3%, 38.5% para las Relaciones y de 32.2% para los Impactos Ambientales. Se observa que los porcentajes para el equilibrio sustentable, son muy cercanos, sólo el de los factores presenta un alejamiento de importancia normalizada.

6.5.4.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para la Producción



RNA: Producción

Resultado del pronóstico de sustentabilidad:	Sustentabilidad máxima	Sustentabilidad alta	Sustentabilidad media	Sustentabilidad baja	No Sustentable
Claves:	(Sust. Máx.)	(Sust. Alta)	(Sust. Media)	(Sust. Baja)	(No Sust.)

PERCEPTRÓN MULTICAPA

6.5.5 Etapa: Finanzas

RNA: ISUPP Factores y Relaciones → ISUPP Impactos

Resumen del procesamiento de los casos

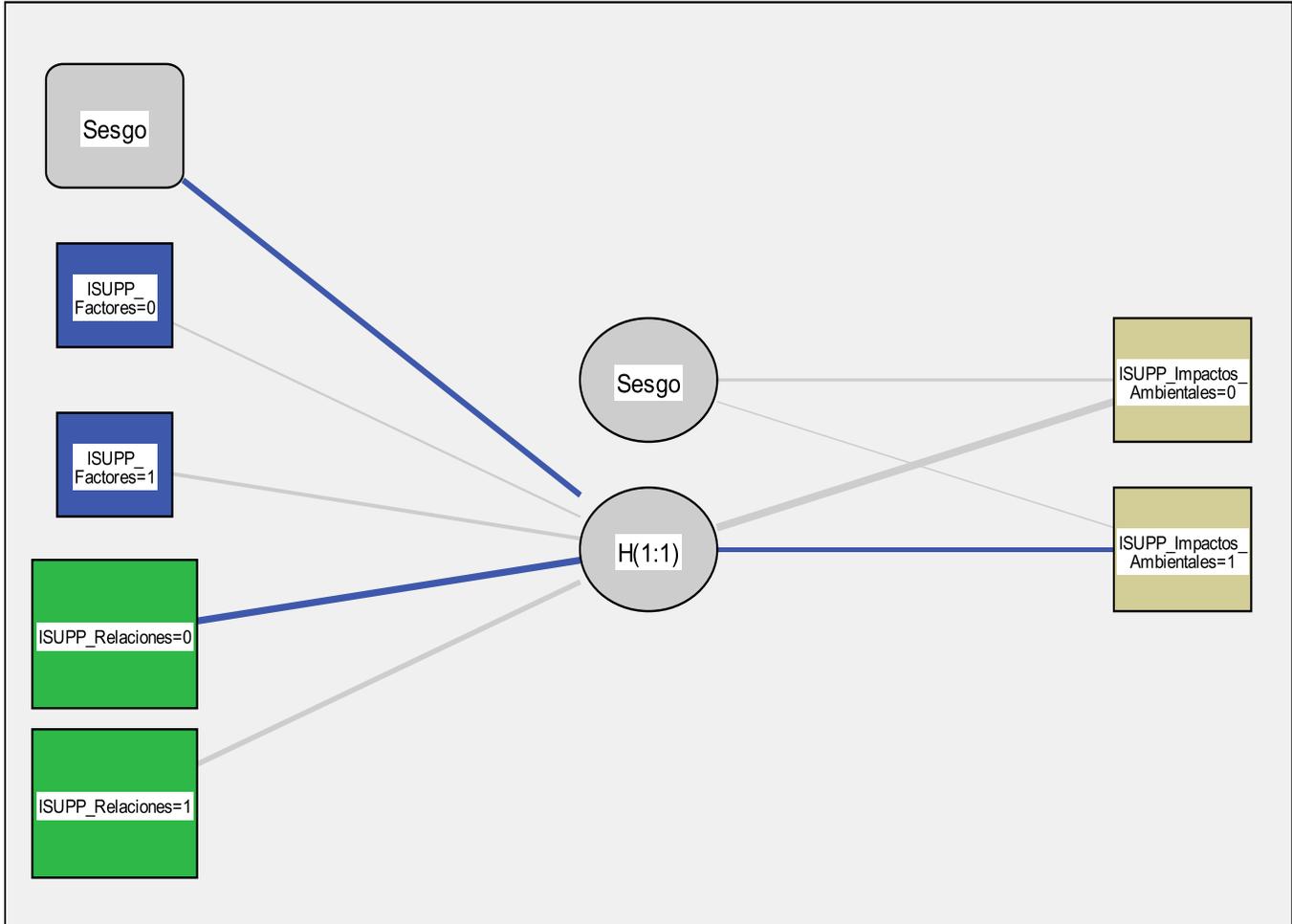
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	14	77.8%
	Prueba	4	22.2%
Válidos		18	100.0%
Excluidos		0	
Total		18	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		4
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		1
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	9.195
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	35.7%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.05
Prueba	Error de entropía cruzada	2.801
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	50.0%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado		
		Capa oculta 1	Capa de salida	
		H(1:1)	[ISUPP_Impa ctos_Ambient ales=0]	[ISUPP_Impa ctos_Ambient ales=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	-0.260		
	[ISUPP_Factores=0]	.032		
	[ISUPP_Factores=1]	.117		
	[ISUPP_Relaciones=0]	-0.562		
	[ISUPP_Relaciones=1]	.259		
Capa oculta 1	(Sesgo)		.043	.026
	H(1:1)		.608	-.158

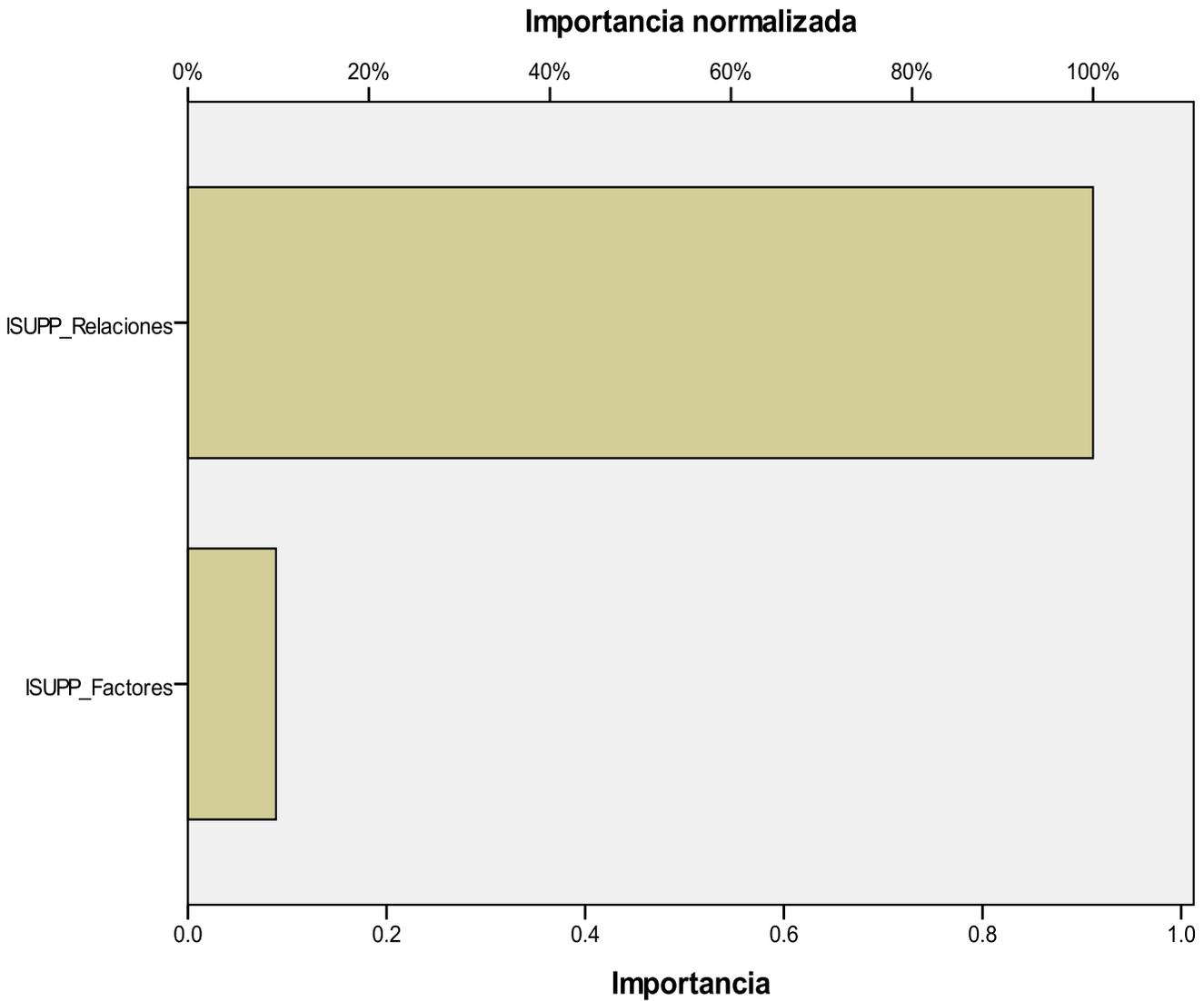
Clasificación

Muestra		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	4	2	66.7%
	Sustentable	3	5	62.5%
	Porcentaje global	50.0%	50.0%	64.3%
Prueba	No sustentable	1	1	50.0%
	Sustentable	1	1	50.0%
	Porcentaje global	50.0%	50.0%	50.0%

Variable dependiente: 39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.089	9.7%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.911	100.0%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP de los Factores y Relaciones Vs. ISUPP de los Impactos

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 77.8% (14 casos) y del 22.2% como prueba (4 casos). Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. Los Factores y las Relaciones inciden en los Impactos Ambientales. El pronóstico de sustentabilidad de los Impactos Ambientales fue de 4 casos (50.00%) y 4 casos de no sustentabilidad (50.00%). En el proceso de producción la importancia observada en la etapa finanzas, fue mayor para las Relaciones con un 91.1% y de 8.9% para los Factores. Los resultados indican un evidente desequilibrio sustentable, orientado mayormente hacia la toma de decisiones respecto del manejo de los recursos financieros, y la menor importancia normalizada a los factores.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: Importancia otorgada al Trinomio sociedad-economía-medioambiente (SEM) →
 Dimensión por Principios Sustentables al Trinomio

Resumen del procesamiento de los casos

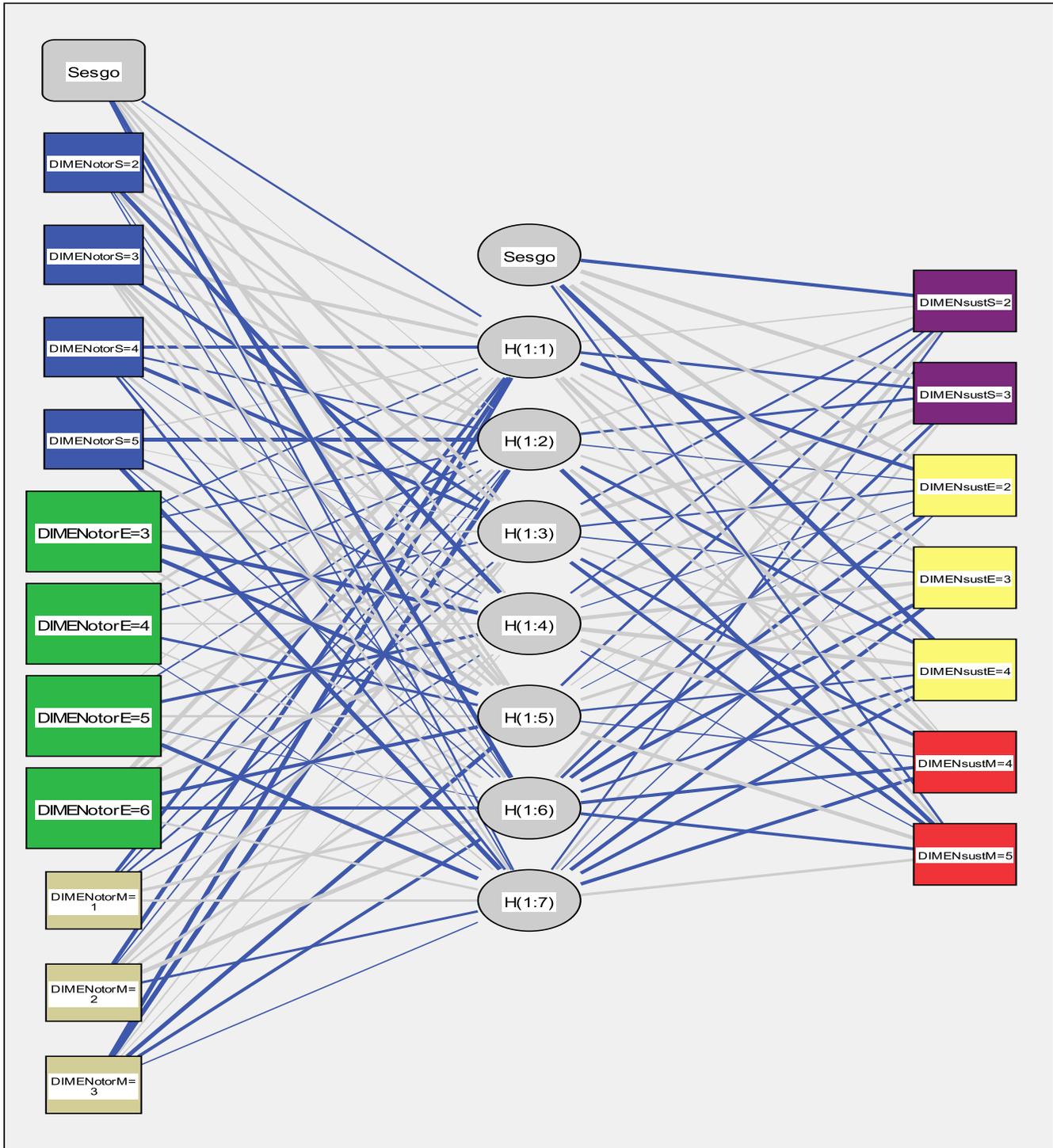
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	14	77.8%
	Prueba	4	22.2%
Válidos		18	100.0%
Excluidos		0	
Total		18	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?
		2	42-¿Qué importancia otorga a la economía?
		3	43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?
	Número de unidades ^a		11
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		7
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad
		2	45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía
		3	46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente
	Número de unidades		7
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
— Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada		26.491	
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		28.6%	
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad		14.3%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía		35.7%
		46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente		35.7%
	Regla de parada utilizada		1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a	
Tiempo de entrenamiento		0:00:00.08		
Prueba	Error de entropía cruzada		7.739	
	Pronósticos incorrectos de porcentaje promedio		41.7%	
	Porcentaje de pronósticos incorrectos para dependientes categóricas	44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad		25.0%
		45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía		75.0%
46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente			25.0%	

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor	Pronosticado													
	Capa oculta 1							Capa de salida						
	H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	H(1:5)	H(1:6)	H(1:7)	[DIMENsusS=2]	[DIMENsusS=3]	[DIMENsusE=2]	[DIMENsusE=3]	[DIMENsusE=4]	[DIMENsusM=4]	[DIMENsusM=5]
Capa de entrada (Sesgo)	-155	.013	.394	.184	.307	-.471	-.120							
[DIMENotorS=2]	.391	.286	.633	-.536	.327	-.006	-.036							
[DIMENotorS=3]	.499	.339	-.442	.361	.634	.268	.185							
[DIMENotorS=4]	-.272	-.156	-.462	-.002	.322	-.054	-.205							
[DIMENotorS=5]	.077	-.401	.024	-.121	.515	-.042	-.544							
[DIMENotorE=3]	-.111	-.111	.173	-.669	-.584	.222	.063							
[DIMENotorE=4]	.321	-.131	-.156	.100	-.298	.112	-.020							
[DIMENotorE=5]	.026	-.091	.256	-.393	.229	-.004	-.529							
[DIMENotorE=6]	.680	.416	.278	.690	-.451	-.384	.253							
[DIMENotorM=1]	-.363	-.065	-.126	-.102	.105	.388	.251							
[DIMENotorM=2]	-.443	-.039	.488	.124	.314	.657	-.261							
[DIMENotorM=3]	-.495	-.545	.064	.021	-.510	-.367	-.046							
Capa oculta 1 (Sesgo)								-.437	.792	.469	.700	-.924	.055	-.174
H(1:1)								.094	-.314	-.486	.277	.254	.746	.269
H(1:2)								.150	-.278	-.047	.201	-.389	.366	-.530
H(1:3)								-.188	.457	-.155	-.057	.166	-.366	-.425
H(1:4)								-.150	.457	-.034	.542	.950	.873	-.035
H(1:5)								-.251	.027	.000	.383	-.174	-.055	.520
H(1:6)								.393	-.294	-.421	-.455	-.314	-.395	-.374
H(1:7)								-.142	.216	-.034	-.425	-.393	-.428	.312

Clasificación

44-Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad

		Pronosticado			
		11 a 20%	21 a 30%	Porcentaje correcto	
Muestra	Observado				
	Entrenamiento	11 a 20%	0	2	0.0%
		21 a 30%	0	12	100.0%
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	85.7%	
Prueba	11 a 20%	0	1	0.0%	
	21 a 30%	0	3	100.0%	
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	75.0%	

Porcentaje global correcto	
Muestra	Porcentaje global correcto
Entrenamiento	71.4%
Prueba	58.3%

45-Dimensión por Principios Sustentables a la Economía

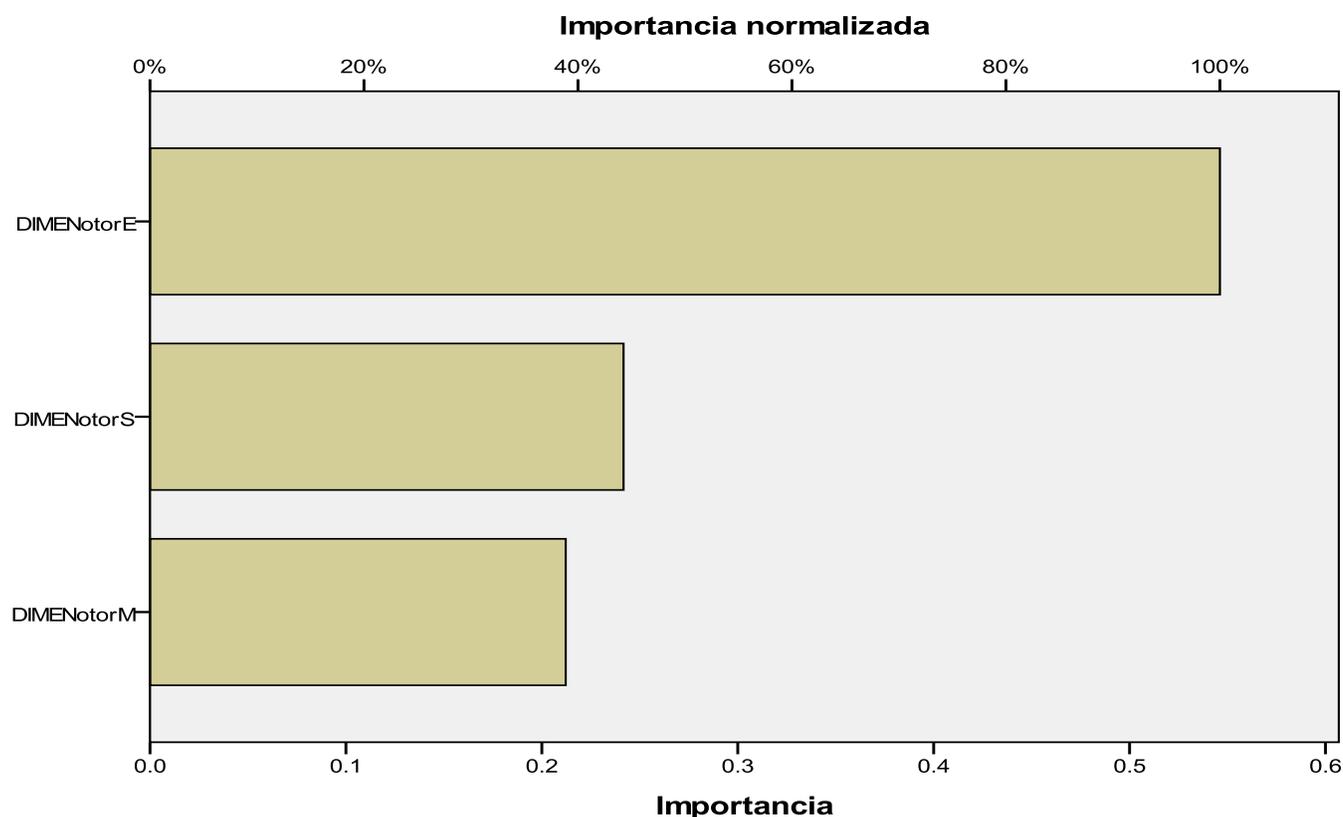
		Pronosticado			Porcentaje correcto	
		11 a 20%	21 a 30%	31 a 40%		
Muestra	Observado					
	Entrenamiento	11 a 20%	0	3	0	0.0%
		21 a 30%	1	9	0	90.0%
		31 a 40%	0	1	0	0.0%
	Porcentaje global	7.1%	92.9%	0.0%	64.3%	
Prueba	11 a 20%	0	2	0	0.0%	
	21 a 30%	1	1	0	50.0%	
	31 a 40%	0	0	0	0.0%	
	Porcentaje global	25.0%	75.0%	0.0%	25.0%	

46-Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente

		Pronosticado		Porcentaje correcto	
		31 a 40%	41 a 50%		
Muestra	Observado				
	Entrenamiento	31 a 40%	8	2	80.0%
		41 a 50%	3	1	25.0%
	Porcentaje global	78.6%	21.4%	64.3%	
Prueba	31 a 40%	0	1	0.0%	
	41 a 50%	0	3	100.0%	
	Porcentaje global	0.0%	100.0%	75.0%	

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
41-¿Qué importancia otorga a la sociedad?	.242	44.3%
42-¿Qué importancia otorga a la economía?	.546	100.0%
43-¿Qué importancia otorga al medioambiente?	.212	38.9%



ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: Dimensión de importancia otorgada al Trinomio (S-E-M) Vs. Dimensión de importancia por principios de sustentabilidad.

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 77.8% (14 casos) y de 22.2% como prueba (4 casos). Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. En la etapa finanzas, la Dimensión de importancia otorgada a la sociedad fue de 24.2%, a la economía 54.6% y 21.2% para el medioambiente. Los pronósticos en prueba para la Dimensión de importancia por principios de sustentabilidad fueron de 4 casos para la sociedad (36.36%), 3 casos para la economía (27.27%) y 4 para el medio ambiente (36.36%). Los resultados muestran un desequilibrio sustentable, por la mayor importancia otorgada a la economía y la menor importancia normalizada, al medioambiente.

PERCEPTRÓN MULTICAPA

RNA: ISUP Factores, Relaciones e Impactos ambientales → ISUPP General del Proceso de Producción

Resumen del procesamiento de los casos

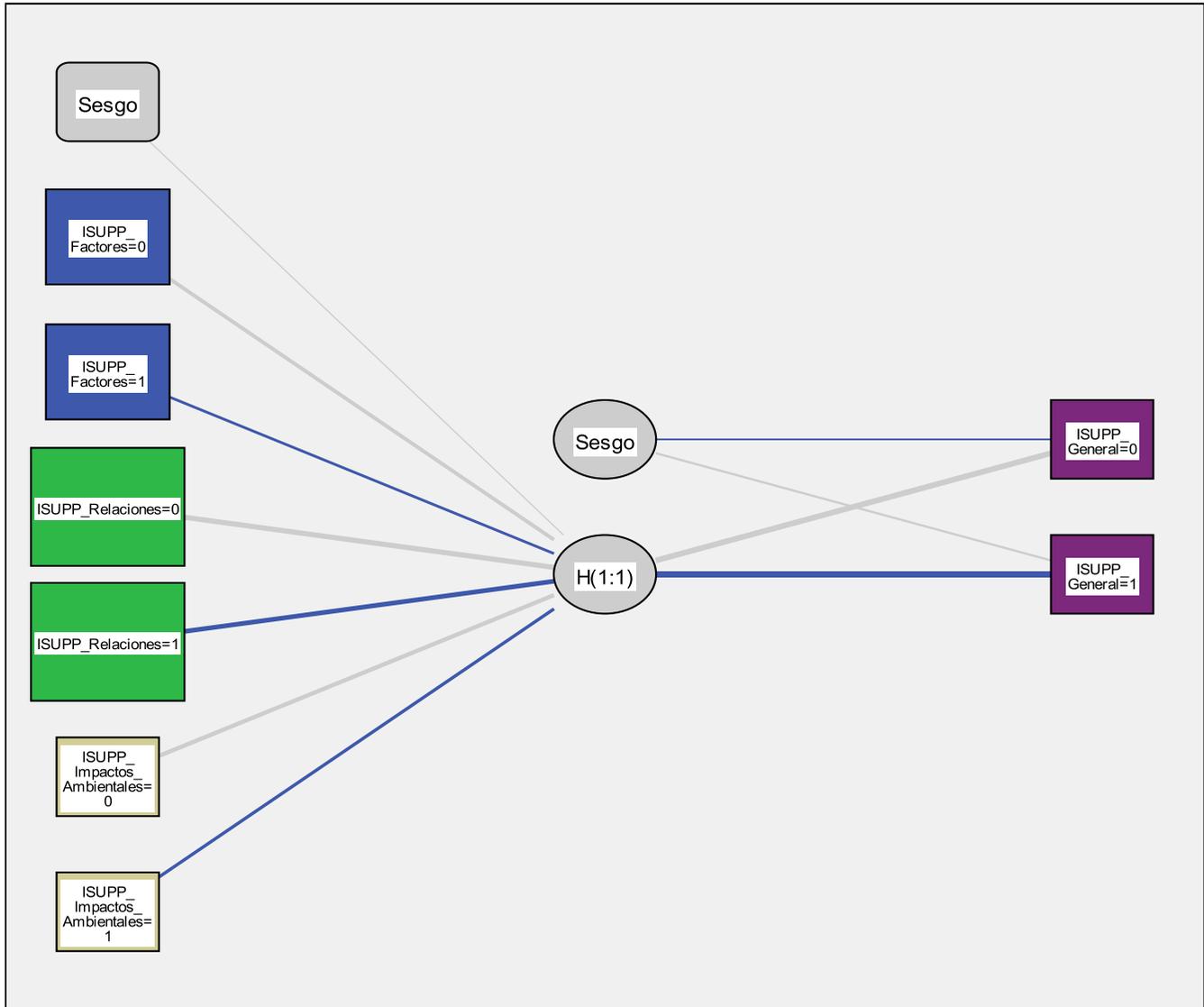
		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	13	72.2%
	Prueba	5	27.8%
Válidos		18	100.0%
Excluidos		0	
Total		18	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
		3	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		6
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		1
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Softmax
	Función de error		Entropía cruzada

a. Sin incluir la unidad de sesgo

— Peso sináptico > 0
 — Peso sináptico < 0



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Resumen del modelo

Entrenamiento	Error de entropía cruzada	.004
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%
	Regla de parada utilizada	1 pasos consecutivos sin disminución del error ^a
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.00
Prueba	Error de entropía cruzada	.161
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

a. Los cálculos del error se basan en la muestra de prueba.

Estimaciones de los parámetros

Predictor		Pronosticado		
		Capa oculta 1	Capa de salida	
		H(1:1)	[ISUPP_General=0]	[ISUPP_General=1]
Capa de entrada	(Sesgo)	.015		
	[ISUPP_Factores=0]	1.394		
	[ISUPP_Factores=1]	-.879		
	[ISUPP_Relaciones=0]	2.017		
	[ISUPP_Relaciones=1]	-1.587		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=0]	1.414		
	[ISUPP_Impactos_Ambientales=1]	-1.257		
Capa oculta 1	(Sesgo)		-.704	.780
	H(1:1)		4.479	-5.184

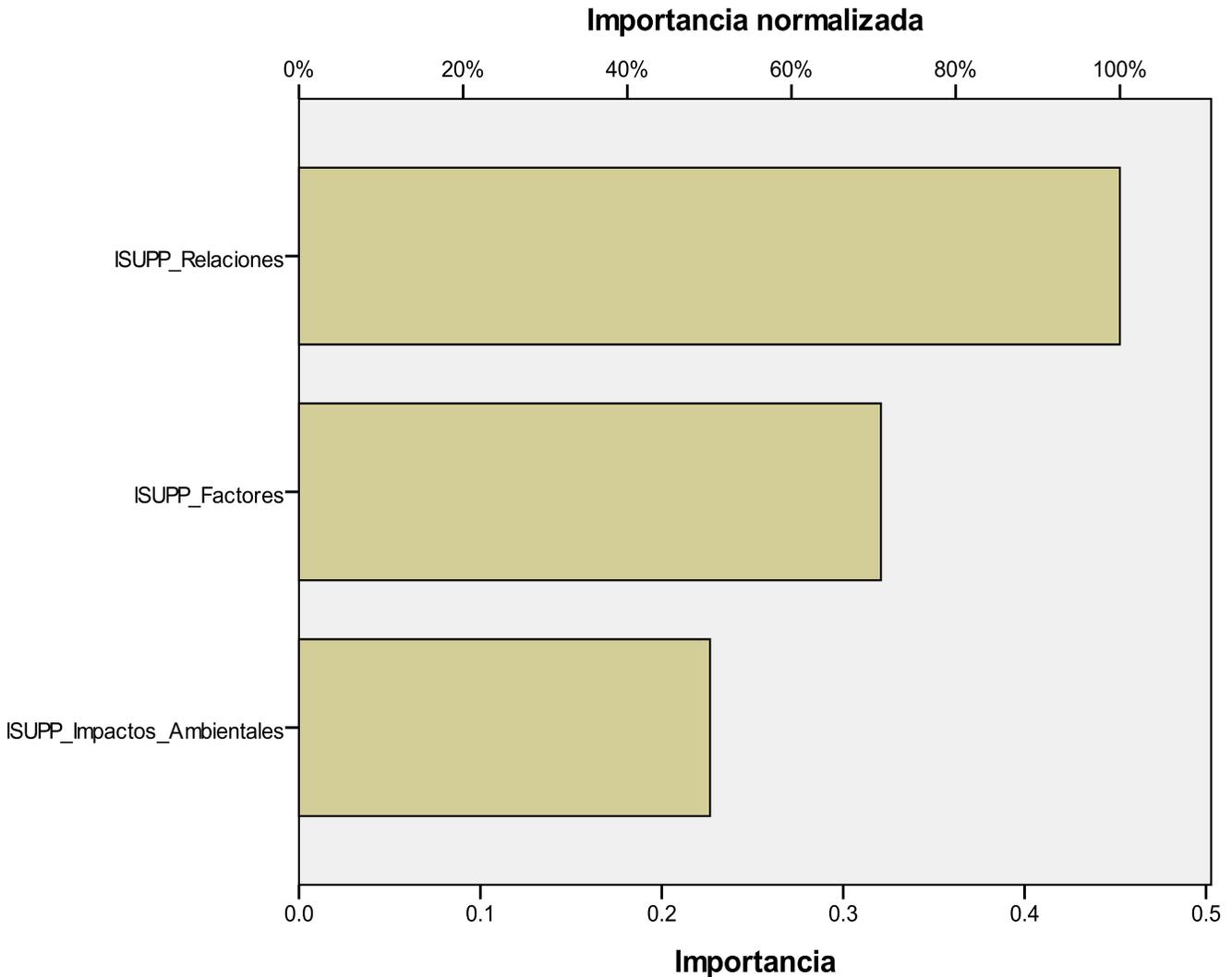
Clasificación

Muestra		Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	7	0	100.0%
	Sustentable	0	6	100.0%
	Porcentaje global	53.8%	46.2%	100.0%
Prueba	No sustentable	2	0	100.0%
	Sustentable	0	3	100.0%
	Porcentaje global	40.0%	60.0%	100.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.321	70.9%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.453	100.0%
39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción	.227	50.1%



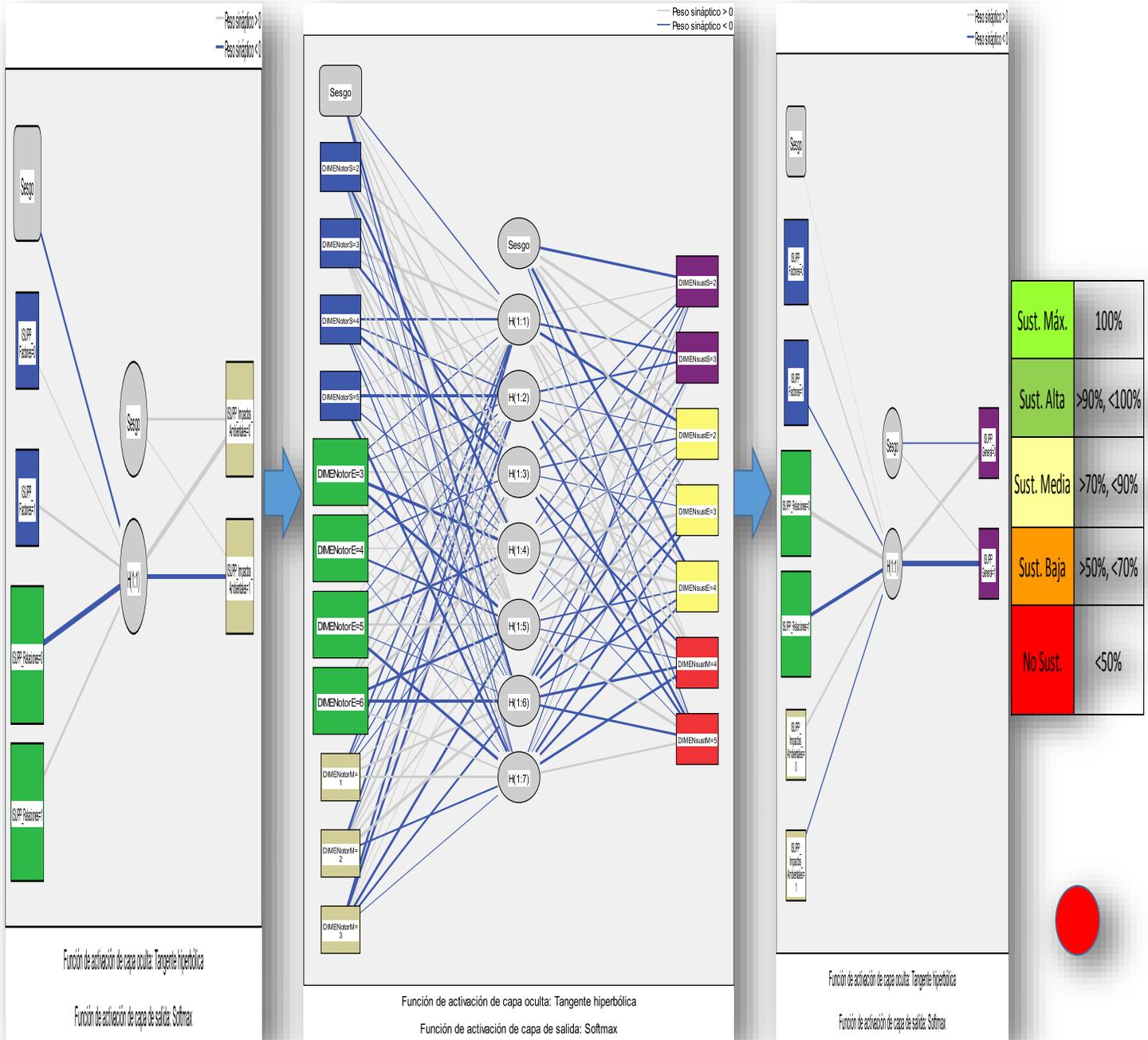
ISUPP de los ITEMS analizados y pronosticados:

RNA: ISUPP de los Indicadores Factores, Relaciones e Impactos ambientales Vs. ISUPP General del Proceso de Producción.

Descripción de resultados:

El porcentaje de entrenamiento de la RNA fue del 72.2% y 27.8% de prueba. Los resultados de prueba, confirman los pronósticos de la RNA entrenada. El pronóstico de sustentabilidad en prueba para el ISUPP General del Proceso de Producción fue del 60.0% y de 40.0% de no sustentabilidad. En el proceso de producción, los índices de importancia otorgados a la sustentabilidad fueron de 32.1% para los Factores, 45.3% para las Relaciones y 22.7% para los Impactos Ambientales. Se observa que existe un desequilibrio sustentable ya que el índice de importancia normalizada menor, es de los Impactos, menor al 50% de sustentabilidad.

6.5.5.1 RNA: Resultado del Pronóstico de Sustentabilidad para las Finanzas



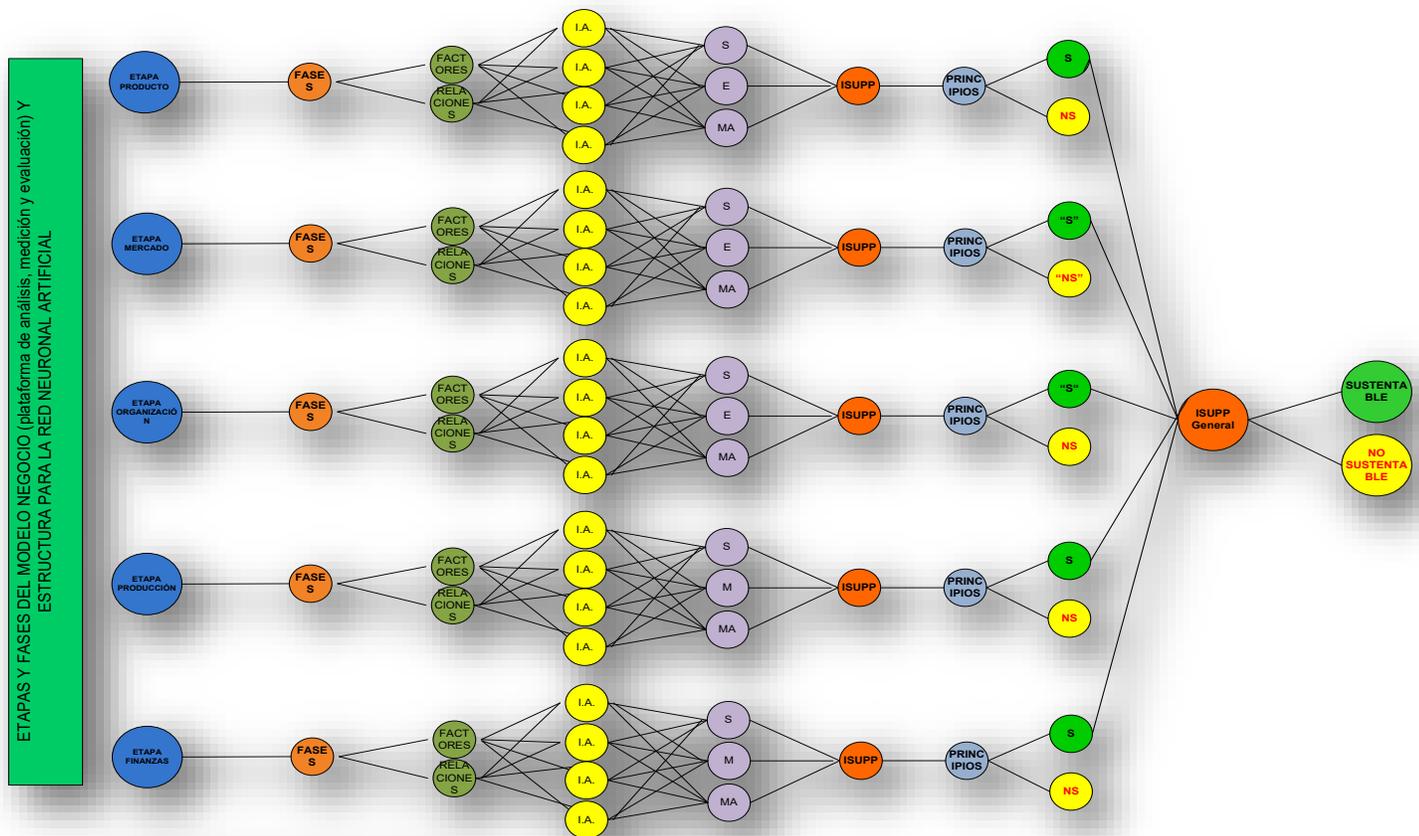
Resultado del pronóstico de sustentabilidad:	Sustentabilidad máxima	Sustentabilidad alta	Sustentabilidad media	Sustentabilidad baja	No Sustentable
Claves:	(Sust. Máx.)	(Sust. Alta)	(Sust. Media)	(Sust. Baja)	(No Sust.)

6.6 RNA para el Índice de Sustentabilidad general del Proceso de Producción

Se concluye que la sustentabilidad del proceso de producción artesanal de agave mezcalero, fue *obtenido y comprobado*, por medio del análisis, medición y evaluación de un Modelo de Negocio de cinco etapas y catorce fases, y pronosticado con Redes Neuronales Artificiales, modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation, Los pronósticos de sustentabilidad, se presentan a continuación, contrastando para efectos de del conocimiento, el diseño de modelo de RNA proyectado en la investigación y su comparación con el resultado final arrojado por la Red Neuronal Artificial.

Ilustración 50: Diseño de Modelo de Negocio y RNA proyectados para el análisis, medición, evaluación y pronóstico de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero

Etapas	Fases	Factores y Relaciones	Impactos ambientales	Trinomio (SEM)	ISUPP	Principios	Sustentable, No sustentable	ISUPP general	Sustentable, No sustentable
--------	-------	-----------------------	----------------------	----------------	-------	------------	-----------------------------	---------------	-----------------------------



I.A., Impactos Ambientales / S, sociedad; E, economía; MA, medioambiente / "S", sustentable; "NS", no sustentable

Fuente: Elaboración con base en la estructura de un Modelo de Plan de Negocios y la arquitectura de una Red Neuronal Artificial

Resumen del procesamiento de los casos

		N	Porcentaje
Muestra	Entrenamiento	187	74.2%
	Prueba	65	25.8%
Válidos		252	100.0%
Excluidos		0	
Total		252	

Información sobre la red

Capa de entrada	Factores	1	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción
		2	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción
		3	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
	Número de unidades ^a		6
Capas ocultas	Número de capas ocultas		2
	Número de unidades de la capa oculta 1 ^a		4
	Número de unidades de la capa oculta 2 ^a		3
Capa de salida	Función de activación		Tangente hiperbólica
	Variables dependientes	1	40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción
	Número de unidades		2
	Función de activación		Identidad
	Función de error		Suma de cuadrados

a. Sin incluir la unidad de sesgo

Resumen del modelo

Entrenamiento	Suma de errores cuadráticos	.035
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%
	Regla de parada utilizada	Criterio de tasa de errores de entrenamiento (.001) alcanzado
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.05
Prueba	Suma de errores cuadráticos	.012
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	0.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

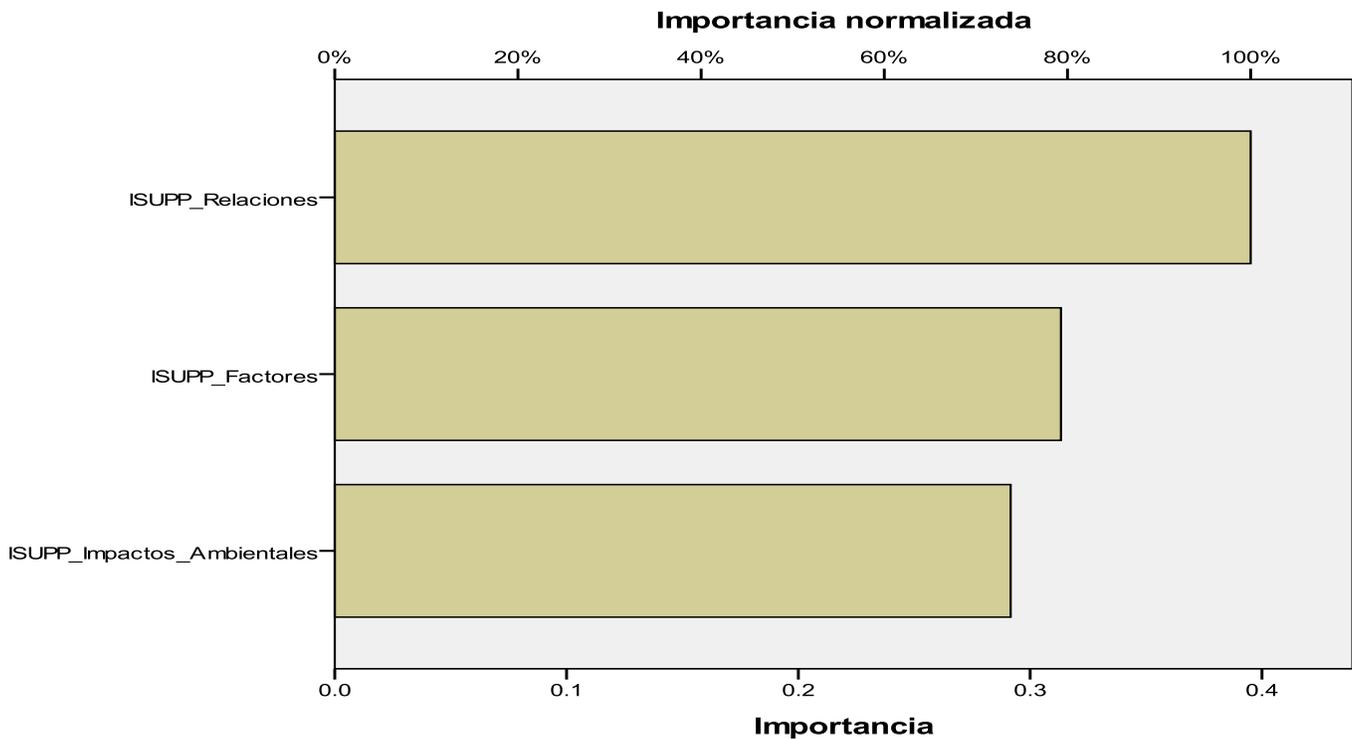
Clasificación

Muestra	Observado	Pronosticado		
		No sustentable	Sustentable	Porcentaje correcto
Entrenamiento	No sustentable	127	0	100.0%
	Sustentable	0	60	100.0%
	Porcentaje global	67.9%	32.1%	100.0%
Prueba	No sustentable	41	0	100.0%
	Sustentable	0	24	100.0%
	Porcentaje global	63.1%	36.9%	100.0%

Variable dependiente: 40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción

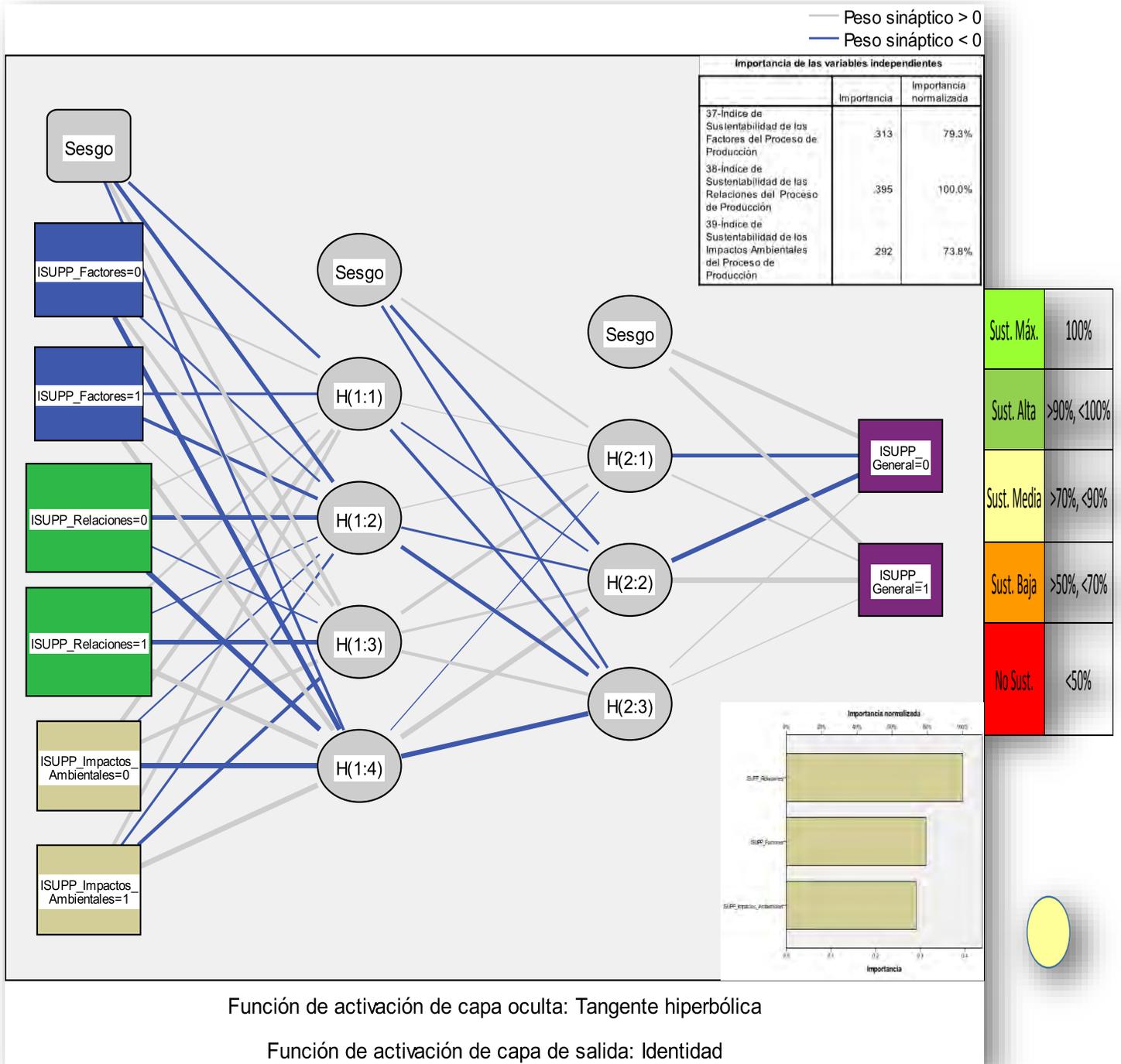
Importancia de las variables independientes

	Importancia	Importancia normalizada
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.313	79.3%
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.395	100.0%
39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción	.292	73.8%



6.6.1 Resultado: RNA, Pronóstico de Sustentabilidad General del Proceso de Producción Artesanal del Agave Mezcalero

Gráfica 11: RNA, Pronóstico de Sustentabilidad General del Proceso de Producción



Interpretación final:

RNA del ISUPP General del Modelo de Negocio de los Palenques de producción artesanal de agave mezcalero.

Resultado del pronóstico de sustentabilidad:	<i>Sustentabilidad máxima</i>	<i>Sustentabilidad alta</i>	<i>Sustentabilidad media</i>	<i>Sustentabilidad baja</i>	<i>No Sustentable</i>
Claves:	<i>(Sust. Máx.)</i>	<i>(Sust. Alta)</i>	<i>(Sust. Media)</i>	<i>(Sust. Baja)</i>	<i>(No Sust.)</i>

El Índice de Sustentabilidad General Modelo de Negocio en sus cinco Etapas: producto, mercado, organización, producción y finanzas, se pronosticó con *Sustentabilidad Media*, ya que la importancia normalizada del menor de los índices de sustentabilidad ISUPP (impactos ambientales), fue mayor que 70% y menor que 90%.

CONCLUSIONES:

**Las Redes Neuronales Artificiales me enseñaron que:
“Sólo aprendiendo a alejar aquello de menor importancia,
se obtiene y permanece lo que más lo tiene,
logrando una sinapsis controlada”**

(Pensamiento propio,
Alejandro Olivares Chapa, 2016)

Al inicio de esta investigación con el título: Medición de la Sustentabilidad del Proceso de Producción Artesanal del Agave Mezcalero, por medio de un Modelo de Negocio con Redes Neuronales Artificiales: El caso de Santiago Matatlán, Oaxaca, se planteó lo siguiente:

- A. A partir del concepto de *“Sustentabilidad”* desarrollado en 1987 por la Dra. Gro Harlem Brundtland en su informe *Nuestro Futuro Común*, de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en la Organización de las Naciones Unidas, y adoptado mundialmente en 1992 a través de la Agenda 21; la presente investigación buscó la forma de medir, evaluar y pronosticar la sustentabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental, del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, en Palenques de la región de Santiago Matatlán, Oaxaca.
- B. La pregunta de investigación: ¿Cómo medir la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, asociada al Trinomio sociedad-economía-medioambiente, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca?
- C. El objetivo: medir y evaluar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, asociado al Trinomio sociedad, economía y medio ambiente, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, por medio de índices de sustentabilidad en un modelo de negocio de cinco etapas, con enfoque sistémico y de procesos; y la utilización y aplicación de Redes Neuronales Artificiales (RNA) para pronosticar el grado de sustentabilidad del proceso general de producción.
- D. La hipótesis: en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca, existen factores y relaciones que inciden en la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, generando impactos ambientales. Los factores se asocian con la producción y las

relaciones con la sociedad, la economía y el medioambiente (Trinomio)¹³⁷. Por medio de un modelo de negocio de cinco etapas: producto, mercado, organización, producción y finanzas, como plataforma de análisis y evaluación, se puede medir y evaluar a través de índices ISUPP¹³⁸, la sustentabilidad del proceso. Asimismo, con el diseño y arquitectura de una Red Neuronal Artificial (RNA) entrenada, modelo Perceptrón Multicapa con aprendizaje supervisado tipo Backpropagation con salida binaria, se puede generar el pronóstico de sustentabilidad de todas las etapas del proceso de producción artesanal.

Concluyendo que:

1. Se midió y evaluó la sustentabilidad, en las dimensiones social, económica y ambiental del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, con Índices de Sustentabilidad del Proceso de Producción, denominados ISUPP.
2. Se construyó un modelo de negocio de cinco etapas y catorce fases: mercado, organización, producción y finanzas, como plataforma de medición y evaluación.
3. Se generaron indicadores de sustentabilidad denominados FRI, constituidos por: Factores asociados a la producción, Relaciones de tipo decisional asociadas al Trinomio sociedad-economía-medioambiente, e Impactos Ambientales; con base en los conceptos teórico-metodológicos de los MESMIS¹³⁹.
4. Los Factores se dividieron en seis variables: pesticidas, fertilizantes, uso de tierras para regadío, uso de energía eléctrica o por combustibles fósiles, explotación de los recursos naturales como plantas de agave y árboles, y homologación de la producción del mezcal. Las Relaciones se dividieron en seis variables: cultura de consumo, zonas de consumo, producción para el mercado en tipo I o II, sobre oferta de agave mezcalero, sobre oferta de otros magueyes, y producción adulterada. Los Impactos Ambientales se dividieron en nueve variables: uso y desgaste de recursos naturales, impactos visuales y olfativos, consumo de agua y erosión de suelos, consumo de recursos renovables y no renovables, abandono de

¹³⁷ En esta investigación se les denomina "Trinomio" a la sociedad, la economía y el medioambiente.

¹³⁸ Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción. Los índices son una aportación de la presente investigación.

¹³⁹ (Astier, Marta; Maser, Omar R.; Galván, Miyoshi, Yankuic (coord.), 2008), Marcos de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Índices de Sustentabilidad, pp. 25-35.

palenques, aumento de palenques que compiten con el mezcal, desconfianza en la calidad, pérdida de competitividad, y recuperación de inversiones.

5. Se evaluó la sustentabilidad de los Indicadores FRI, por la comparación de los resultados de los índices y las referencias máximas permitidas de sustentabilidad, con base en Normas, Leyes, la Agenda 21 y Principios sustentables.
6. Estas evaluaciones, fueron calificadas cualitativamente como “S” sustentable y “NS” no sustentable, constituyendo su conversión en salida binaria como capa de entrada y de salida para la RNA en “1” para sustentable y “0” para no sustentable.
7. El desequilibrio sustentable del proceso de producción, (fenómeno de estudio), fue medido por el desempeño de los factores asociados a la producción, el comportamiento de las relaciones de tipo decisional con el Trinomio sociedad-economía-medioambiente, así como también, el grado de sustentabilidad en los impactos ambientales.
8. Para pronosticar el grado de sustentabilidad del proceso de producción, se diseñó y construyó una Red Neuronal Artificial (RNA) modelo PERCEPTRÓN Backpropagation con salida binaria. Se entrenó y se probó la RNA, a través de las capas de entrada y salida como lenguaje supervisado. Esto permite continuar con el aprendizaje de la Red, a partir del ingreso de nuevas “experiencias” (entradas).
9. La búsqueda del equilibrio sustentable que se presenta en los resultados de las RNA’s, se muestra a través del desarrollo de índices de sustentabilidad del proceso de producción, denominados “ISUPP” los cuales, son una aportación de esta investigación.
10. Se logró conocer, cómo obtener el equilibrio sustentable en el proceso de producción artesanal, a través del análisis del comportamiento de la importancia normalizada de los Indicadores FRI, en la Red Neuronal Artificial.
11. Las Redes Neuronales Artificiales, son una herramienta estadística novedosa en las Ciencias de la Administración, y demuestran su gran utilidad para el pronóstico de resultados a partir del análisis de múltiples variables, no sólo cuantitativas sino también cualitativas, donde en una emulación con el funcionamiento del cerebro humano, hacen posible conocer diversas respuestas como resultado de la impredecibilidad de las decisiones humanas.
12. Las RNA’s comprobaron también su utilidad al poder generalizar resultados a partir del uso del lenguaje supervisado (como capas de salida), en análisis de datos multivariados.

13. Las ventajas de usar Redes Neuronales Artificiales en esta investigación Vs. técnicas estadísticas multivariadas, es el hecho de que la gran mayoría de ellas, hacen suposiciones de normalidad y dependencia lineal entre las variables analizadas¹⁴⁰; lo que no ocurre con los valores de los Indicadores FRI.
14. Lo anterior, permitió observar el comportamiento de la RNA, a partir de múltiples entradas y salidas que se ingresaron al software de análisis, representadas por códigos numéricos que conformaron la base de datos (12,600 registros) de los productores, trabajadores y jornaleros de seis Palenques (18, tres por cada palenque).
15. El uso y aplicación de las RNA permitieron conocer en tiempo real, los pronósticos de los resultados, a partir del monitoreo de las salidas o respuestas esperadas de sustentabilidad, que se definieron y sugirieron a través de principios sustentables en las dimensiones social, económica y medioambiental. A este monitoreo de respuestas de salida, se conoce como “lenguaje supervisado”, en el argot de las RNA.
16. Los ajustes de minimización de error hacia atrás (Backpropagation) que se hacen en las capas ocultas de la RNA, permitieron determinar los mejores resultados de los pronósticos de salida esperados.
17. La Red Neuronal Artificial modelo Perceptrón Multicapa Backpropagation, permitió conocer el grado de sustentabilidad general del proceso de producción artesanal del agave mezcalero (ISUPP), de los Palenques artesanales tomados como análisis de estudio en esta investigación.
18. Los pronósticos de sustentabilidad de los ISUPP, mostraron para el proceso de producción artesanal del agave mezcalero, los siguientes resultados:
 - a. En la etapa producto, sustentabilidad baja, $> 50\%$ y $< 70\%$
 - b. En la etapa mercado, sustentabilidad media, $>70\%$ y $< 90\%$
 - c. En la etapa organización, sustentabilidad media, $>70\%$ y $< 90\%$
 - d. En la etapa producción, sustentabilidad media, $>70\%$ y $< 90\%$
 - e. En la etapa finanzas, no sustentable, $< 50\%$

¹⁴⁰ Con base en Kottegoda y Rozzo, *Statistics, Probability, and Reliability for Civil and Environmental Engineers*, 1997, New York, Mac Graw Hill, pp.12-25.

19. El conocimiento de cómo lograr el equilibrio sustentable en el proceso de producción artesanal de agave mezcalero, se muestra en las gráficas de los índices de los Indicadores FRI, así como en los índices de la importancia otorgada a la sociedad, la economía y el medio ambiente, contrastados con los índices de los Principios de Sustentabilidad sugeridos para el logro del equilibrio sustentable. Estos principios de sustentabilidad que conformaron el “lenguaje supervisado o de salida”, permitieron regular la orientación de la salida como respuesta esperada.
20. Derivado de esta investigación, se considera que *El Desarrollo Sustentable*¹⁴¹ como concepto teórico, representa precisamente, la búsqueda del equilibrio sustentable; y los resultados de la RNA, muestran que se puede lograr cuando los índices de los Indicadores FRI, tengan la misma proporción.
21. Por lo anteriormente descrito, la pregunta de investigación en esta Tesis, fue respondida, toda vez que el Modelo de Negocio de cinco etapas propuesto, hizo posible la medición y evaluación de la sustentabilidad del proceso de producción, así como demostrar que la producción del agave mezcalero, es un proceso de negocio, y se puede medir y evaluar con índices de sustentabilidad con las etapas de: producto, mercado, organización, producción y finanzas.
22. Asimismo, la Hipótesis de investigación en esta Tesis, fue comprobada, al demostrar que en el proceso de producción artesanal de agave mezcalero, intervienen factores asociados en la producción, relaciones de tipo decisonal con la sociedad, la economía y el medioambiente, así como la generación de impactos ambientales.
23. Derivada de esta investigación, se realizó un protocolo de Tesis de Maestría en esta Facultad, con el tema “Medición de Gases de Efecto Invernadero, a través de la Ingeniería de Dispositivos Móviles”, a cargo de la Tutora Dra. Graciela Bribiesca Correa.
24. Finalmente, los resultados aportados en el presente trabajo, permiten continuar con el desarrollo y aprendizaje de la red entrenada para medir la sustentabilidad no sólo del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, sino también, para considerarlo en aplicaciones en otros sistemas de manejo de recursos naturales, priorizando la grave y gran importancia que tiene la búsqueda del equilibrio sustentable en el planeta.

¹⁴¹ Concepto teórico desarrollado en la Agenda 21, por la Dra. Gro. Harlem Brundtland, 1987.

Comentarios:

- a) El concepto de desarrollo sustentable propone “la satisfacción de las necesidades actuales, sin el detrimento de la satisfacción de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”.
- b) Sin embargo, las Redes Neuronales Artificiales muestran a través de los Indicadores FRI, que las relaciones de tipo decisional afectan los resultados esperados generando impactos ambientales, pudiendo ser positivos pero también negativos y éstos, son precisamente los que impiden el logro de la sustentabilidad; donde la impredecibilidad de las acciones humanas, son la causa del desequilibrio sustentable.
- c) La sustentabilidad es un concepto, desafortunadamente, de acciones voluntarias del ser humano; y por lo tanto, la búsqueda del equilibrio sustentable, dependerán de que se igualen tanto, los factores de la producción como las relaciones generen impactos positivos.
- d) La aplicación de las Redes Neuronales Artificiales a la Administración, demuestra ser una herramienta de análisis de múltiples variables y pronóstico de resultados, dada su estructura y tipo de arquitectura emulada al funcionamiento del cerebro humano, donde como se mencionó anteriormente, la impredecibilidad de las decisiones humanas, generan comportamientos sujetos también, a la predicción.

Limitaciones y recomendaciones:

- a) La presente investigación, se limitó a medir y pronosticar la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca.
- b) Se pudo observar en el proceso de producción, la generación de gases de efecto invernadero, como dióxido de carbono (CO_2) en el horneado de las piñas de agave y en la cocción del mosto en los alambiques; así como gas metano (CH_4) en el proceso de fermentación del agave triturado, como en la basura o bagazo generado. Estos gases nocivos al medioambiente, no se controlan y pueden ser captados para generar biogás (combustible natural) para sus propios procesos.
- c) Lo anterior, representa una oportunidad de mejora y aprovechamiento de los recursos naturales y de disminución de los efectos nocivos de dichos gases.

- d) El modelaje de medición de la sustentabilidad que propone esta investigación, permite proyectarlo a otros procesos productivos y predecir a través de los pronósticos de la RNA, los posibles resultados.
- e) Las Redes Neuronales Artificiales, en una emulación del cerebro humano, requieren de ser alimentadas con experiencias, las cuales significan para las RNA, las entradas de nuevos datos.

Bibliografía:

- A., McMahon, Matthew, et. al. (2011). "Análisis del Extensiomismo Agrícola en México". (P. OCDE, Ed.) Recuperado el 2012, de <<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EXTENSIONISMO/ESTUDIO%20OCDE%20EXTENSIONISMO.pdf>>
- A., Samuelson, Paul & D., Nordhaus, William. (s.f.). *Economía*. Mac Graw Hill, 18a ed., 725 pp.
- Agreements, U. D. (1987). "Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future". Recuperado el Junio de 2013, de (comp.), NGO Committee on Education, s.p., <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>
- Altieri, M. A. (1999). "Environment, Development, and sustainability", Volume 1, Issue no. 3. (Springer, Ed.) *Applying Agroecology to Enhance the Productivity of Peasant Farming Systems in Latin America*, pp. 197-217.
- Altieri, M. A. (2007). "Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción. Teoría, estrategias y evaluación". *Revista Ecosistemas número 16 (1)*. *Asociación Española de Ecología Terrestre*, pp 1-13. Recuperado el 25 de nov de 2013
- Altieri, M. y. (Abril de 2000). "Agroecología, teoría y práctica para una agricultura sustentable". ISBN 968-7913-04-X. Recuperado el 4 de abril de 2013, de © Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. ONU, PNUMA, 6 pp.: <[http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2\[1\].pdf](http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2[1].pdf)>
- Álvarez, H. M. (2009). La localización: estrategias diferenciadas de las empresas textil-confección en la franja fronteriza de Tamaulipas. *Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias de la Administración. Facultad de Contaduría y Administración. Universidad Nacional Autónoma de México.*, 176 pp. México, D.F.
- Álvarez, Juan, Carlos y Martínez, Angelina. (2015). "Huracanes, sequías y heladas: eventos climáticos extremos en México". Recuperado el 2015, de s.p., <<http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/articulos>>
- Ambiente, C. d. (2014). "Medio ambiente en Andalucía", *Informe*. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 1-30. Recuperado el 30 de Enero de 2015, de <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/ima/menuitem>
- Amézquita, López, et al. (2008). *Modelamiento de Cadenas Agroindustriales mediante Simulación de Redes, "Las cadenas productivas bajo la óptica de la dinámica de sistemas"*, 92 pp. (U. d. Cartagena, Ed.)
- Aracil, J. (Marzo de 1995). "Introducción a la dinámica de sistemas". (Isdefe, Ed.) Recuperado el 5 de Noviembre de 2012, de *Dinámica de Sistemas*, Madrid, pp. 1-49, 88 pp.: <<http://jmonzo.net/blogeps/dinamicasistemasbn.pdf>>
- Arias, Guevara, María de los Ángeles; Leyva, Remón, Arisbel. (2012). "Cuba: el camino hacia la sustentabilidad agrícola, una visión sociológica de cambio". *V18, N51, may-ago, p. 99-119, Base de datos: CLASE*. Recuperado el 2014, de <<http://eds.b.ebscohost.com/eds/results?sid=68900537-0f5c-4cd6-a46a-a0b734aa99be%40sessionmgr113&vid=0&hid=111&bquery=modelo+de+sustentabilidad+agr%C3%ADcola&bdata=Jmxhbmc9ZXMmdHlwZT0xJnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d>>

- Astier, Marta; Masera, Omar R.; Galván, Miyoshi, Yankuic (coord.). (2008). *Evaluación de Sustentabilidad. Un Enfoque Dinámico y Multidimensional*. SEAE, CIGA, ECOSUR, CIEco, UNAM, GIRA, Mundiprensa, FIAEyS: IMAG, IMPRESSIONS, ed., España, 200 pp.
- Baca, del Moral, Julio y Pérez, Villalba, Elba. (2011). "Análisis de Políticas Públicas para el Desarrollo Agrícola y Rural". Obtenido de Chapingo, Universidad Autónoma, Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnologías de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, 280 pp.: <<http://ciestaam.edu.mx/>>
- Baca, U. G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. Mc Graw Hill, 6a. ed., pp. 2-10, 311 pp.
- Barbosa, L.L.; Almeida., J. (2003). "Methodology for comparative analysis of sustainability in agroforestry systems". *Revista Economía y Sociología Rural*. Vol. 41 número 1 Brasilia Jan/Mar 2003., pp. 437-505.
- Bautista Zúñiga, Francisco (coord.), Instituto de Geografía, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2011). *Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales*. (2a. ed.), 735 pp.,. Recuperado el 2012, de <<http://www.ciga.unam.mx/ciga/images/stories/publicaciones/libros/tmestreo.pdf>>
- Bautista, Juan, Antonio y Javier Ramírez Juárez. (2008). "Agricultura y Pluriactividad de los Pequeños Productores de Agave en la Región del Mezcal Oaxaca, México", *Agricultura Técnica en México Vol. 34 Núm. 4 Octubre-Diciembre*. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal,. Obtenido de pp. 443-451, <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60811120007>>
- Bellet Sanfelieu, C. (2009). *As Cidades médias ou intermediárias num mundo globalizado, Las Ciudades medias o intermedias en un mundo globalizado*. Publicacions de la UDL, pp. 21-71, 389 pp.
- Bernal, T. C. (2006). *Metodología de la Investigación: para administración y economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson, Educación, 3a. ed., 322 pp.
- Bertalanffy, L. v. (1989). *Teoría General de los Sistemas, fundamentos, desarrollos, aplicaciones*. México: Fondo de Cultura Económica México, 311 pp.
- Billharz, B. M. (1997). *Sustainability Indicators Report of the proyect on Indicators of Sustainable Development*. Wiley.
- Bird-Michael. (1980). "Planing and Monitoring Sustainability, a Successful Magazine Lunch". *Discover Europe, Vol. 10-11*, s.e., 196 pp.
- Blomberg, L. (2001). "El agave". En *Tequila, Mezcal y Pulque: lo auténtico mexicano* (págs. pp. 243 y 244, 314 pp.). Diana, México.
- Bonet, S. A. (1991). *Gran enciclopedia educativa, ISBN 9589530427, 9789589530429*. México, Panamá, Colombia, España: Ediciones Zamora Ltda, 1,217 pp.
- Boullón, R. (2006). "Espacio Turístico y Desarrollo Sustentable". *Redalyc, Aportes y transferencias, Universidad Nacional del Mar de la Plata, Vol. 10, No.2, s.m.*, pp. 17-24.

- Bribiesca, C. G. (2006). *"Redes neuronales artificiales para la toma de decisiones: el caso de tutores del Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración de la UNAM"*. Tesis para obtener al grado de Doctor en Ciencias de la Administración, México, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, 180 pp.
- Brito, Esteva, Francisco; Contreras, Montiel. (2007). *Desarrollo Sustentable*. Instituto de Investigación de Tecnología Educativa de la Universidad Tecnológica de México, S.C.
- Broecker, W. (1975). Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming? *American Association for the Advancement of Science*, Vol. 189, No. 4201, pp. 460-463. Recuperado el 2015, de <http://www.jstor.org/stable/1740491?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page_scan_tab_contents>
- C., Esty, Daniel; CESIN, Centro de la Universidad de Columbia para la Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra. (1999). *"Finlandia Lidera Índice de Sustentabilidad Ambiental Lanzado en el Foro"*, *Environmental Sustainability Index*, 3 pp. Recuperado el 2012, de <http://www.yale.edu/esi/2005esi_pr_sp.pdf>
- Carrasco, O. J. (2014). *Reconocimiento de patrones*. Obtenido de <<https://ccc.inaoep.mx/~ariel/recpat.pdf>>, pp. 2-13
- Carvalho de Sena, A. M. (2009). "A Theroretical Essay on Sustainability and Evironmentally Balanced Output Growth: Natural Capital Constrained Depletion of Resources and Pollution Generation". *BAR - Brazilian Administration Review*. Obtenido de vol. 6, núm. 3, julio-septiembre, 2009, pp. 213-229, <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84112337004>>
- Cebreiro López, B. y M. C. Fernández Morante. (2012). "Estudio de Casos". *Gazeta de Antropología*, , 28 (1), artículo 14, s.p. Obtenido de <<http://hdl.handle.net/10481/20644>>
- CEPAL. (1994). *"La Dimensión Ambiental en al Desarrollo de América Latina. Cambio cultural, desarrollo y sustentabilidad ambiental"*. (C. OCDE, Ed.) Recuperado el 12 de JUNIO de 2013, de Economic Commission for Latin America and the Caribbean, s.p.: http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/7140/lcg2110e_l.pdf
- CEPAL. (2013). *"Logística y Competitividad para el Desarrollo"*. (C. OCDE, Ed.) Obtenido de Perspectivas económicas de América Latina 2014, ISBN 9789264203655, 169 pp.: <<http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/prensa/noticias/comunicados/8/51348/P51348.xml&xsl=/prensa/tpl/p6f.xsl&base=/prensa/tpl/top-bottom.xsl>>
- CEPAL. (2013). *"Recursos del Medio Ambiente"*. Recuperado el 24 de Abril de 2013, de CEPALSTAT, s.p.: <http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp>
- CEPAL, Schuschny, Andres y Soto, Humberto. (2009). *Guía Metodológica Diseño de Indicadores Compuestos de Desarrollo Sostenible*. (S. d. ONU, Ed.) Recuperado el 2012, de <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3661/S2009230_es.pdf?sequence=1>
- CEPAL. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible estado del arte y perspectiva. . *Serie manuales. Número 16. Santiago de Chile*.

- Chavez, H. L. (9 de enero de 2013). "*Energía renovable a partir de desechos de agave*". Obtenido de UANL, Investigación, pp. 1-2: <<http://www.uanl.mx/noticias/investigacion/se-busca-producir-energia-renovable-partir-de-desechos-de-agave.html>>
- Chesneaux, J. (1969). *Modelo de producción asiático*. México: Grijalbo, 157 pp.
- Chevalier, S.; Choiniere, R.; Bernier, L. (1992). *User Guide to 40 Community Health Indicators*. Ottawa: Community Health Division, Health and Welfare Canada ed., 162 pp.
- CINU. (Noviembre de 2013). "*Informe Panel Intergubernamental*". Recuperado el 30 de Noviembre de 2013, de Centro de Información de las Naciones Unidas, pp. 1-2: <<http://www.cinu.mx/multimedia/informe-del-panel-interguberna.php/>>
- Clement, N. C., & Pool, J. C. (1997). *Economía: enfoque América Latina*. México: McGraw Hill, 4a. ed., pp15-32.
- Cobo, R. J. (2009). "El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento", Vol. 14. Número 27. ISSN: 1137-1102. ZER, pp. 295-318. Recuperado el 20 de diciembre de 2014
- CONAPO. (2010). "*Dinámica Demográfica y Prospectiva de Población 2010-2030*". Obtenido de <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Proyecciones/Cuadernos/20_Cuadernillo_Oaxaca.pdf>
- Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal AC (COMERCAM). (2013). "*Políticas de producción del mezcal*". Recuperado el 18 de enero de 2013, s.p., de s.p., <<http://www.crm.org.mx/>>
- Consejo Regulador del Tequila (CRT), Comité Técnico Agronómico, Subcomité de Fitosanidad. (2010). "*Actualización de la base de datos y diagnóstico fitosanitario*". Obtenido de 7 pp., <<http://www.crt.org.mx/images/documentos/inventarioagave2010b.pdf>>
- Davies, G.,B.; Pearson A., W. (1981). "Leadership Styles and Planning and Monitoring Techniques in R & D.". En *R & D Management, Vol. 11, Issue 3, pp. 111-116.*, R&D M. (UK) ed. doi:10.1111/j.1467-9310.1981.tb00459.x
- Douma, D. T., Giourga, C., Loumou, A., & Polychronaki, E. A. (2010). *A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. Ecological indicators 10 (2010) pages 255 263.* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X09000971>.
- Dwight, L. H. (1948). "Estructura y función de la comunicación en la sociedad, Modelo de Lasswell", Sociología de la comunicación de masas, tomo II, Gustavo Gilli., Moragas Spá, Miquel, Barcelona. Recuperado el mayo de 2014, de <<http://www.periodismo.uchile.cl/talleres/teoriacomunicacion/archivos/lasswell.pdf>>
- Economics, E. J. (2012). *Adam Smith's theory of absolute*. Obtenido de <<http://ejpe.org/pdf/5-2-art-3.pdf>>, Volume 5, Issue 2, pp. 54-80
- ENDESU, E. n. (2014). "*Entendiendo el Desarrollo Sustentable*". Recuperado el Agosto de 2014, de pp. 1-10.,<<http://www.endesu.org.mx/desarrollo-sustentable/>>

- Enkerlin, E. C., Cano, G., Garza, R. A., & Vogel, E. (1997). *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. International Thompson Editores.
- Escobar, D. J. (2007). "El desarrollo sustentable en México (1980-2007)". *Revista Digital Universitaria. DGSCA-UNAM. Vol. 9, No.3, ISSN: 1067-6079*, pp. 13-20. Obtenido de <<http://www.revista.unam.mx/vol.9/num3/art14/art14.pdf>>
- Financiera, N. S. (2008). "*Trece pasos para hacer tu plan de negocios*". Recuperado el 2014, de s.p., <<https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=modelo%20de%20plan%20de%20negocios%20de%20nacional%20financiera>>
- Florens, J. P. (2007). *Econometric modeling and inference*, ISBN: 9780521876407. Cambridge, Université de Toulouse I (Sciences Sociales): Cambridge University Press, pp. 1-68, 491 pp.
- Freire Cruz, T. (2012). *Modelo de selección de técnicas de evaluación multicriterio; un enfoque de planeación para el desarrollo sustentable*. Tesis de Maestría en Administración Industrial, México, UNAM, Facultad de Química, 188 pp.
- Gallopin, G. C. (2006). "*Los Indicadores de Desarrollo Sostenible: Aspectos Conceptuales y Metodológicos*". Recuperado el 2012, de 36 pp., <http://ftp.usalca.cl/redcauquenes/cauquenes%20estudio/Articulos/GALLOPIN_LOS%20INDICADORES%20DE%20DESARROLLO%20SUSTENTABLE.%20ASPECTOS%20CONCEPTUALES%20Y%20METODOLOGICOS.pdf>
- García, B. P. (2003). *Introducción a las Redes Neuronales y su aplicación a la Investigación Astrofísica*. Obtenido de <http://www.iac.es/sieinvens/SINFIN/Sie_Courses_PDFs/NNets/confiac.pdf>, s.p.
- García, M. J. (2006). "Aplicaciones prácticas de la Dinámica de Sistemas en un mundo complejo". *Boletín de Dinámica de Sistemas*, pp. 1-6. Recuperado el 2014, de <<http://www.dinamica-de-sistemas.com/revista/0307a.htm>>
- Garrido, J. A. (2013). *La visión de J.A. Garrido*. España: Hesis, pp. 121-133.
- Garza, M. A. (2007). *Manual de técnicas de investigación para estudiantes de ciencias sociales y humanidades* (7a ed.). D.F., México: Colegio de México, 380 pp.
- Gas Natural, F. (2010). "*Energías Eólicas en el campo*", Barcelona. Recuperado el 2014, de pp. 1-3, <<http://www.gasnaturalfenosa.com/es/actividades/nuestras+energias/tecnologias+de+generacion/1285338592375/eolica.html>>
- González, C. O. (Noviembre, 2008). *Diseño de un instrumento de planeación para incorporar en la evaluación de sistemas, enfoques hacia la sustentabilidad*. Tesis para obtener el grado de Doctor, México, D.F., Facultad de Ingeniería, UNAM, 387 pp. Recuperado el 2015, de <<http://132.248.9.195/ptd2009/abril/0642235/Index.html>>
- González, d. I. (Febrero de 2014). "*Cuali, cuanti y algo de filosofía de la 'ciencia' económica*". (Sintetia.com, Ed.) Obtenido de pp. 1-4, <<http://www.sintetia.com/cuali-y-cuanti/>>

- González, L. J. (1996). "Recursos naturales y sustentabilidad en México", Estudios en México sobre la producción agrícola y los recursos naturales, Congreso Nacional Agropecuario y Forestal, organizado por la Universidad Autónoma Chapingo y el Congreso Agrario permanente,. Obtenido de pp. 1-3, s.p., <<http://base.d-ph.info/es/fiches/premierdph/fiche-premierdph-4404.html>>
- Granados, S. D. (1993). *Los Agaves en México. Universidad Autónoma de Chapingo*. Universidad Autónoma Chapingo, 2008, 252 pp.
- Haykin, S. S. (1994). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. N.Y.: McMillan, 696 pp.
- Heizer, Jay & Render, Barry. (2004). *Operations Management, Forecasting, Monitoring and Controlling Productivity*. Pearson, (Eighth ed.), pp. 2-187, 785 pp.
- Hennink, M. I. (2011). *Qualitative Research Methods*. London: SAGE Publications L.T.D., 301 pp.
- Hernández, J. M. (2011). *La Agroecología, ISBN 978-607-03-14-2*. México, D.F.: Siglo XXI, editores s.a. de c.v., 318 pp.
- Hernández, S. R. (2011). *Metodología de la Investigación*. México D.F., Mac Graw Hill, 5a., 607 pp.
- Hilera, G. J. (1995). *Redes neuronales artificiales : fundamentos, modelos y aplicaciones*. Addison-Wesley Iberoamericana, 390 páginas.
- Hueso, V. F. (Octubre de 2001). "*Indicadores para la sostenibilidad. ONU*", Diputación Provincial de Jaen, España. (d. ONU, Ed.) Obtenido de pp. 1-14, http://www.unida.org.ar/Bibliografia/documentos/Desarrollo_Sustentable/GST/modulo5/Indicadores%20para%20la%20Sostenibilidad.pdf
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), OCDE. (2011). "*Análisis del Extensionismo Agrícola en México*". Recuperado el 2013, de s.p. <<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EXTENSIONISMO/ESTUDIO%20OCDE%20EXTENSIONISMO.pdf>>
- Isasi, V. P. (2004). *Redes de neuronas artificiales: un enfoque práctico*. México: Pearson Educación, 229 pp.
- Jiménez, C. V. (2012). *El estudio de caso y su implementación en la investigación*. Obtenido de <http://www.uaa.edu.py/investigacion/download/riics-vol7.2-2012/9_Jul.2012_pag.141_El_estudiodecaso_Jimenez.pdf>, s.p.
- Junker, B. (2004). "*Fermentation*", Kirk-Othmer, *Encyclopedia of chemical Technology, Merck Research Laboratories*, pp. 7-15, s.p. (J. W. 3, Ed.)
- Kirk-Othmer. (1984, 3d Edition). *Encyclopedia of chemical Technology*. New York: John Wiley & Sons.
- Kohonen, T. (1982). *El modelo de Kohonen*. Obtenido de <<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/TecInfo/07/capitulo6.html>>, s.p.

- korner, R. &. (2010). *Monte Carlo Methods and Models in Finance and Insurance*. Chapman and Hall/CRC Financial Mathematics Series, 484 pp.
- Landeta, Jon.; Godet, Michel. (1999). "El método Delphi". *Una Técnica de previsión para la incertidumbre & Manual de Prospective Strategique*. Barcelona y París: Ariel, pp. 1-14.
- Lee, D.R.; Barret, C.B. (1983). *Tradeoffs or synergies?: agricultural intensification, economic development, and the environment*, Nueva York (Estados Unidos). CABI Publishing. 2001. 558 p.
- Leff, E. (1994). *Ecología y capital: Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. México: Siglo XXI Editores, 437 pp.
- Leff, E. y. (1993). Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales. CIH-UNAM. Miguel Angel Porrúa. México. Recuperado el Noviembre de 2013, de pp. 1-9, <<http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/leff08.pdf>>
- Lerma, K. A. (2007). *Liderazgo Emprendedor*. México: Thompson, 229 pp.
- Limaylla, Q. A. (Febrero de 2015). "The potential value of organic, rural and urban residues for sustainable agriculture", ISSN 2007-0934. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 257. Obtenido de Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.6 no.1 Texcoco ene./feb. 2015.
- Lind, A. D. (2012). *Estadística Aplicada a los Negocios y a la Economía*. Mc Graw Hill, 628 pp.
- Lindblom, C. E. (2000). *Democracia y sistema de mercado*. Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública : Fondo de Cultura Económica, 504 pp.
- López López, V. M. (2009). *Cambio Climático y Calentamiento Global*. Trillas, (reimp. 2013), 239 pp.
- López, A. (2002). "La Ruta de la Sostenibilidad". *Universidad ICESI, Colombia*. (p. 1.-6. Estudios Gerenciales, Ed.)
- López, L. V. (2008). *Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable*. México: Trillas, (reimp. 2009), 220 pp.
- López, Toledo, I.; Manzo, J.; Flores, Jesús G.; Ignacio, C. Filiberto. (2002). "Evaluación Ambiental de una Fábrica de Mezcal del Estdo de Oaxaca y el Desarrollo Sustentable". Recuperado el Mayo de 2013, de pp. 1-20, <http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Resumen/GD/RO/GDO-19.pdf>
- Lothoré, A.;Delmas, P. (2009). *Market access and agricultural product marketing: promoting farmer initiatives*. s.l.. s.e., 168 pp.
- Luis, M. L. (2002). *Métodos de Investigación, Tomos I y II*. México: SEP : DGETI, 2a, 325 pp.
- M. Golden, R. (1996). *Mathematical Methods for Neural Network Analysis and Design; McCulloch's neurons revisiten*. Massachusetts Institute of Technology, 411 pp.
- Magnani, Lorenzo, Nancy J.Nersessian; Thagard, Paul. (2010). *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*. Pavia, Italia: Springer Science+Business Media, New York, pp. 3-85, 333 pp.

- Manzanilla, L. L. (2005). "*La crisis y la racionalidad ambiental*". Recuperado el 2012, de pp. 1-3, <<http://aprender.fca.unam.mx/~lmanzani>>
- Marchette, D. J. (2004). "Random graphs for statistical patterns recognition. Wiley -Interscience, Publication, Chapter I, pp. 1-33, 233 pp.
- Marchetti, S. G. (2012). *SAMPLE, Estimación trimestral en áreas pequeñas [...]*. Obtenido de <http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/ProyectosFinMaster/Proyecto_773.pdf>, pp. 30-34
- Mario, T. y. (2008). *El Proceso de la Investigación Científica*. Limusa, 4a. ed., 440 pp.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, ISBN 978-0-12-384905-2*. School of Agriculture, Food and Wine, The University of Adelaide, Australia: Academic Press in an imprint of Elsevier, (3a ed.), pp. 3-135, 650 pp.
- Martín del Brio, B. y. (1997). *Redes Neuronales Artificiales y Sistemas Borrosos*. Madrid, España: RA-MA, 400 pp.
- Mc Quail, D. &. (2013). *Communication Modells*. Routledge, pp. 13-56.
- Mc Queen, D. &. (1988). *Health Promotion Indicators: Current status, issues and problems. Health Promotion 3, pages 117-125.*
- McCulloch, W. (2016). *Rebel Genius*. MIT Press.
- Meldrum, N. (2011). *Review of Ralf Korn, Elke Korn, and Gerald Kroisandt 'Monte Carlo Methods and Models in Finance and Insurance' Annals of Actuarial Science. 5, pp 303-308. doi:10.1017/S1748499511000182.*
- Méndez, J. S. (2012). *Problemas Económicos de México y Sustentabilidad*. Mac Graw Hill, 4a Edición, pp. 36-119, 423 pp.
- Méndez, R. e. (2000). *El Protocolo de Investigación, Lineamientos para su elaboración y análisis*. Trillas, 2a. ed., 210 pp.
- Menger, C. (s.f.). *Principios de Economía*. Ludwig von Mises Institute, Auburn Alabama: Mac Graw Hill, 3a Edición, 51-165, 321 pp.
- México, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2013). "*Maguey-Mezcal, Atributos de valor*". Recuperado el 2013, de s.p. <<http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos%20Agroindustriales/Impactos%20Maguey%20Mezcal.pdf>>
- México, Financiera Rural. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. (2011). *Monografía del Mezcal*. Recuperado el 2012, de s.p., <[http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaMezcal\(mar11\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaMezcal(mar11).pdf)>

- México, Gobierno de la República, Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. (s.f.). *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)*. Recuperado el Marzo de 2013, de pp. 21-26, pp. 49-68, pp. 79-95, <<http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/Documents/PROMARNAT%202013-2018.pdf>>
- México, Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. (2007). *"Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012", Desarrollo Humano Sustentable, Sustentabilidad Ambiental*. Obtenido de pp. 21-41, pp. 231,271,323 pp.,<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Otros/Attachments/1/PND_0712.pdf>
- México, Gobierno del Estado de Oaxaca, Banco Mundial. (2012). *"Plan Estratégico Sectorial Agropecuario, Forestal y Pesquero: Subsector Agrícola", 2010-2016*,. (D. M. 11-43 pp., Ed.) Obtenido de 52 pp., <https://www.finanzasooaxaca.gob.mx/pdf/planes/est_sectoriales/OaxacaReportes-Pecuario.pdf>
- México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), SEMARNAT. (2000). *"Indicadores de Desarrollo Sustentable en México"*. Obtenido de 213 pp., <http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/indexsmex/2000/ifdm2000f.pdf>
- México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI. (2010). *"Censos Económicos" y "Censos de Población y Vivienda 2010"*. Obtenido de s.p., <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/default.aspx>>
- México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2012). *"México de un vistazo"*. Recuperado el 2013, de 55 pp., <http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/mexvista/2012/Mex_vi12.pdf>
- México, Presidencia de la República. (2006-2012). *"Plan Nacional de Desarrollo, Eje 4, Sustentabilidad ambiental, Temas I al VIII"*. (s. d. Presidencia, Ed.) Recuperado el julio de 2012, de s.p. <<http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/sustentabilidad-ambiental.html>>
- México, S. d. (2011). Obtenido de pp. 95-191, 258 pp.<http://eca.state.gov/files/bureau/educational_system_in_mexico.pdf>
- México, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2011). *"Sistemas de extensión a problemas de producción agrícola en México"*. Recuperado el 2012, de s.p., <<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EXTENSIONISMO/ESTUDIO%20OCDE%20EXTENSIONISMO.pdf>>
- México, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (Agosto de 2012). *"Estudios en México sobre la producción agrícola y los recursos naturales"*. Obtenido de pp. 1-24, 439 pp., <<http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otros%20Estudios/Attachments/37/Cambio%20Climatico.pdf>>
- México, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), DOF. (2013). *"Acuerdo medidas fitosanitarias"*. Recuperado el Noviembre de 2013

- México, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), Programa de Productividad Rural. (2015). "*Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA)*". Recuperado el Febrero de 2015, de s.p., <http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2015/Programa_integral_de_desarrollo_rural/COUSSA/Paginas/Descripci%C3%B3n.aspx>
- México, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA),SIAP. (2011-12). "*Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo*". Obtenido de pp. 1-2,<http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350>
- México, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2012). "*Plan Rector del Sistema Maguey-Mezcal en el Estado de Guerrero*". Obtenido de 43 pp., <http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/estatales/EPT%20COMITE%20SISTEMA%20PRODUCTO%20MAGUEY%20MEZCAL%20GUERRERO/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_MAGUEY_MEZCAL_GUERRERO_2012.pdf>
- México, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). (s.f.). "*Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994*". Recuperado el 2013, de s.p., <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4883475&fecha=12/06/1997>
- México, Secretaría de Gobernación (SEGOB). (31 de diciembre de 2002). *Diario Oficial de la Federación (DOF)*, "*Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000*". Obtenido de s.p., <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002>
- México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental. (2014). "*Lineamientos para el otorgamiento de apoyos de la SEMARNAT, para proyectos de residuos sólidos y de manejo especial*". Recuperado el 2014, de 29pp., <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/apoyosysubsidios/residuos/lineamientos_residuos_2014_21.08.14.pdf>
- México, Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE), Dirección General de Comunicación Social. (2013). "*Mezcal: producto 100% Mexicano*". Obtenido de pp. 1-6, <<http://consulmex.sre.gob.mx/kansascity/images/stories/PDF/notainformativamezcal.pdf>>
- México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2011). *Sistema Nacional de Indicadores Ambientales*. Recuperado el 2012, de s.p., <<http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snia>>
- Miguel, T. R. (26 de Febrero de 2014). "Costo del daño ambiental equivale al 6.3% del PIB: INEGI". *El Universal*. Recuperado el Febrero de 2014, de pp. 1-2, <<http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas-cartera/2014/dano-ambiental-pib-990695.html>>
- Miller, J. G. (2009). "Ciencia ambiental Desarrollo sostenible Un enfoque integral", *Innovación Educativa* [en línea] 2008, 8 (Octubre-Diciembre) . En J. G.-D. Miller. Thomson, va, VL - 8, no. 45, 120 pp. Recuperado el Enero de 2015, de <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179420818010>>

- Moldan, B., Suzanne, B., & SCOPE 58. (2008). *"Elements of a Research Agenda", Sustainability Indicators, Report of the Project on Indicators of Sustainable Development.* (G. Wuppertal, Ed.) Recuperado el Octubre de 2014, de s.p., <<http://www.scopenvironment.org/downloadpubs/scope58/box5a.html>>
- Mood, J. (1995). *Conceptos de Producción, México.* México.
- Morales, C. A. (2006). *PYMES Financiamiento Inversión y Administración de Riesgos.* Gasca SICCO, 2a., 336 pp.
- Morales, C. A. (2008). *Principios de Finanzas.* Trillas. 134 pp.
- Morales, Castro, Arturo y José Antonio Morales Castro. (2009). *Proyectos de Inversión: evaluación y formulación.* Mc Graw-Hill, 402 pp.
- Moreno, H. A. (2010). *Factores asociados a la sustentabilidad de agroecosistemas de agave azul, en la sierra de Amula Jalisco: propuesta metodológica para su medición.* Puebla, Puebla: Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias, Colegio de Posgraduados, Posgrado de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, 176 pp.
- Mundial, E. B. (2014). *"Datos: Población Rural, Cambio Climático en la Agricultura"*. Recuperado el Diciembre, de 1-12 pp., <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/documents/CLIMATE_SMART_MEX.pdf>
- Muñoz, R. C. (2011). *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis.* Pearson, 2a. ed., 323 pp.
- Mustafa Koc, et. al. (1999). "For hunger-proof cities : sustainable urban food systems". *International Development Research Centre.* Obtenido de 11-30 pp., 67-95 pp., 238 pp., <<http://www.idrc.ca/EN/Resources/Publications/openebooks/882-1/index.html>>
- Nishida, T. (2014). *"Artificial Intelligence and Conversational Intelligence"*. Springer, Japan: John Wiley & Sons, Chapter I, 1-5 pp. Recuperado el Diciembre de 2014, de <http://static-content.springer.com/lookinside/chp%3A10.1007%2F978-4-431-55040-2_1/000.png>
- Noriega, A. G. (2009). "Crisis mezcalera; una agroindustria marginada en investigación y transferencia de tecnología". *Programa Universitario de Investigación en Agricultura Sustentable. UACH. SIPIG-UNAM,* 12 pp.
- Oaxaca, S. (2012). *"Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera"*. Obtenido de <http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp>, s.p.
- OCDE. (2013). *"Evaluaciones de Desempeño Ambiental"*. Recuperado el 2014, de pp. 1-8, <<http://www.oecd.org/fr/env/examens-pays/EPR%20Highlights%20MEXICO%202013%20ESP.pdf>>
- OECD. (2015). *"Enhancing environmental sustainability in the Valle de México", Territorial Reviews: Valle de México, Chapter 4, México Publishing, Paris.* Recuperado el Febrero de 2015, de <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264245174en>>, pp. 201-2417, 298pp
- ONU, O. d. (Septiembre de 2015). *"AGENDA 2030: Papel de la Sociedad Civil en los Objetivos de Desarrollo Sostenible"*. Recuperado el Octubre de 2015, de 27 pp.,

<<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>>

Organización de las Naciones Unidas (ONU), D. d. (1992). *"Programa 21", Capítulo 14, Fomento de la Agricultura y del Desarrollo Rural Sostenibles*. Obtenido de s.p.,

<<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter14.htm>>

Organización de las Naciones Unidas (ONU), Asamblea General. (2015). *"Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015"*. N.Y.: ONU.

Recuperado el Noviembre de 2015, de 41 pp., <<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>>

Ortega, C. A. (2006). *Proyectos de Inversión*. México: CECSA, 413 pp.

Pedraza, R. O. (2011). *Modelo del Plan de Negocios*. México, D.F.: Grupo Editorial Patria, 288 pp.

Pepper, I. L., Gerba, C., & brusseau, M. L. (1996). *Pollution Science*. San Diego: Academic Press.

Pepper, I. L; Gerba, C.P. et. al. (2006). *Environmental and Pollution Science, 2nd Edition*,. San Diego: Academic Press, 552 pp.

PNUMA. (6 de jun de 2012). *El mundo continua por un camino insostenible*. Obtenido de

<http://www.pnuma.org/informacion/comunicados/2012/060612/>

Pool, N. C. (s.f.). "Economía: Enfoque América Latina". *El trimestre económico, FCE ed., Vol. 40, No. 160(4) (Octubre-Diciembre de 1973), pp. 968-971*.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. (jun de 2012). *"El mundo continua por un camino insostenible"*. (O. R. Caribe, Ed.) Obtenido de s.p.,

<<http://www.pnuma.org/informacion/comunicados/2012/060612/>>

Quinn, P. M. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods, Integrating Theory and Practice*. Sage, 838 pp.

Quinn, Patton, Michael. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. CA,US: Sage Publication, 2nd edition, 532 pp.

Quiroga, M. R. (2001). "Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible estado del arte y perspectiva". *CEPAL, Serie manuales. Número 16. Santiago de Chile*, 124 pp. Recuperado el Enero de 2015, de <<http://archivo.cepal.org/pdfs/2001/S0110817.pdf>>

Quiroga, M. R. (2005). "Estadísticas del medio ambiente en América Latina y el Caribe",. *ONU. CEPAL. División de Estadística y Proyecciones Económicas, Serie Manuales, Vol. 43, Santiago de Chile*, 122 pp. Recuperado el 2012, de <<http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/22873/lcl2348e.pdf>>

R. Craig, James, David J., Vaughan y Brian J., Skinner. (2007). *Recursos de la Tierra; Origen, uso e impacto ambiental*. Madrid: Pearson, Prentice Hall, 609 pp.

- Ramírez, F. A. (2011). "*Interferencia abductiva basada en modelos*". Obtenido de Revista Hispanoamericana de Filosofía, <file:///C:/Users/ALIJANDELUO/Downloads/Alejandro%20Ram%C3%ADrez.pdf>, Vol. 43, no. 129, pp. 3-29
- Rink, David R. & Fox-Harold-W. (1982). "Strategic Procurement Planning across the Product's Sales Cycle: A Conceptualization". *Journal of Marketing Theory and Practice*, Volume 7, Issue 2, 1999, pp. 28-42. doi:10.1080/10696679.1999.11501827
- Ríos, M. y. (2012). "Reorientación productiva de los migrantes: el caso de Santiago Matatlán, Oaxaca". *Migración y Desarrollo*, 10(19), 26. Obtenido de <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66025384007>>
- Ríos, Maricela y Kumar, Acharya, Arun. (2012). "Reorientación productiva de los migrantes: el caso de Santiago Matatlán, Oaxaca". *Migración y Desarrollo*, vol. 10, núm. 19, 2012, pp. 92-116. Obtenido de <<http://www.redalyc.org/pdf/660/66025384007.pdf>>
- Rodríguez, M. R. (2010). *Edificación sustentable. Tesis. Facultad de Ingeniería. UNAM. México D.F.:* http://132.248.9.195/ptb2010/octubre/0662688/0662688_A1.pdf#search=%22SUSTENTABILIDAD%22. .
- Romero, L. R. (2011). *Modelo Administrativo para Formular y Desplegar Proyectos. Tesis de Doctorado en Ciencias de la Administración, México, Facultad de Contaduría y Administración*, . 166 pp.
- SAGARPA, & SIAP. (2011-12). *Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo*. Obtenido de http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350
- Saldaña, O. I. (2012). "*Ensayo de la Anatomía del Mezcal*". Recuperado el 2013, de s.p., <http://www.anatomiadelmezcal.net/#!/procesos/siembra_seleccion_y_jima>
- Sanz, A. M. (2002). *Redes Neuronales y Sistemas Difusos*,. Madrid España: Alfaomega.
- Sarandón, S. J. (2009). Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología 4: 19-28*.
- Schalkoff, R. J. (1997). *Artificial neural networks*. McGraw-Hill, pp. 1-10, 422 páginas.
- Schuschny, A., & Soto, H. (2009). *Guía metodológica diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. CEPAL.
- Semmler, W. (2011). *Asset Prices, Booms and Recessions. Financial, Economics from a Dynamic Perspective*. New York: Springer, (Third Edition), 331 pp.
- SIAP. (12 de 2012). *Cierre de la Producción Agrícola por Estado*. Obtenido de <http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351>
- Simón, D. N., & Rueda, P. I. (2016). *Hacia una administración sustentable*. México: Publicaciones Empresariales UNAM, p. 3, 357 pp.

- Simon, H. A. (1997). *Administrative Behavior; A Study of Decision-making Processes in Administrative Organization*. Simon and Schuster, 368 pp.
- Skertchly, R. W. (2000). *Microempresa, financiamiento y desarrollo: el caso de México*. Porrúa, 316 pp.
- Somers, H. (2003). "Translation memory systems", *Computer and Translation: A translator's guide*. Amsterdam, Philadelphia: John Benjamins Publishing, pp. 31-67, 208 pp.
- Soto, Humberto - Schuschny, Andrés Ricardo. (2009). *Guía metodológica diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. CEPAL, 109 pp.
- Stanley Fischer, Rudiger Dornbusch & Richard Schmalensee. (1998). *Economía*. Madrid, España: Mac Graw Hill, (2a edición), pp. 27-49, pp. 74-94, 985 pp.
- Terry L., Roe, et. al. (2010). *Multisector Growth Models; Theory and application*. New York: Springer, pp. 45-76, 315 pp.
- Touraine, A. (1997). *Pourrons-nous vivre ensemble? Égaux et différents*. Argentina: Librairie Arthème Fayard, pp. 7-71, 303 pp.
- Tranchard, S. I. (2015). "How ISO standards can help act against climate change". Recuperado el 2015, de s.p., <http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=38381>
- Unidas, O. d. (1992). "Programa o Agenda 21". *Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED)*. Recuperado el 2013, de Secciones I-IV, Capítulo 1-40, <<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21toc.htm>>
- Unidas, O. d. (2002). "Cumbre de Johannesburgo". Obtenido de s.p., <<http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/unced.html>>
- Unidas, O. d. (2011). "Hacia un Clima Neutral". Obtenido de s.p., <http://www.greeningtheblue.org/sites/default/files/climate_neutral_UN_2011_summary.pdf>
- Unidas, O. d. (22 de JUN de 2012). "Río+20 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible". Recuperado el 2013, de 60 pp., <<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/66/288>>
- Unión, C. d. (12 de 01 de 2012). "Ley de Desarrollo Rural Sustentable". Obtenido de s.p., <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235.pdf>>
- Unión, Cámara de Diputados del H. Congreso de la. (30 de 04 de 2009). "Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Secretaría de Economía". Obtenido de s.p., <<http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/130.pdf>>
- Unión., C. d. (28 de 01 de 1988). "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. SEMARNAT". Obtenido de Nueva Ley publicada en el DOF. Últimas Reformas al DOF 05-11-2013: s.p., <<http://www.metro.df.gob.mx/transparencia/imagenes/fr1/normaplicable/2014/1/lgeepa14012014.pdf>>

- Unión., C. d. (01 de 12 de 1992). "*Ley de Aguas Nacionales. SEMARNAT*". Obtenido de s.p., <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_110814.pdf>
- Unión., C. d. (03 de 07 de 2000). "*Ley General de Vida Silvestre. SEMARNAT*". Obtenido de s.p., <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgvs/LGVS_orig_03jul00.pdf>
- Unión., C. d. (12 de 01 de 2012). "*Ley de Desarrollo Rural Sustentable*". Obtenido de s.p., <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235.pdf>>
- Unión., C. d. (07 de 06 de 2013). "*Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. SAGARPA*". Obtenido de s.p., <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf>>
- Unión., C. d. (05 de 12 de 2014). "*Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT*". Obtenido de s.p., <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_051214.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia, S. B. (2013). *Instituto de Estudios Ambientales IDEA*. Obtenido de "Agricultura sostenible": s.p., <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2007223/lecciones/lect6/lect6_1.html>
- Varela, V. R. (2001). *Innovación Empresarial*. Bogotá, D.C.: Prentice Hall, (2a ed.), 367 pp.
- Vázquez, B. A. (2008). "*Análisis de la Ecoeficiencia en la Producción del Mezcal*", *Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional*,. Oaxaca, Oax., 109 pp.
- Vazquez, V. V. (2010). Predicción por redes neuronales artificiales de la calidad. *Scientia Agropecuaria 1*: 63 - 73, 12.
- Widrow, B. e. (1994). *Application of Neural Networks and Other Learning Technologies in Process; Communications of the ACM*. Imperial College Press, pp. 93-105.
- Yin, R. K. (2003). *Applied Social Research Methods*. Sage Publications, Series 3rd Edition, Vol 5, 217 pp.
- Zerpa, M. L. (2001). *Fundamentos Lógicos de las Redes Neuronales Artificiales*. Venezuela: Facultad de Humanidades y Educación-Universidad Central, 121 pp.

Índice de Tablas:

<i>Tabla 1: Fenómenos naturales y actividades antropogénicas que dan origen a gases de efecto invernadero, su concentración y tasa de crecimiento anual en la atmósfera: Valor observado de gases de efecto invernadero de 1910 a 1995.</i>	12
<i>Tabla 2: Medida del efecto de los gases invernadero o potencial de calentamiento</i>	14
<i>Tabla 3: Producción Agrícola a Nivel Nacional</i>	21
<i>Tabla 4: Producción Agrícola a Nivel Nacional</i>	21
<i>Tabla 5 Producción Agrícola en el Estado de Oaxaca</i>	22
<i>Tabla 6: Producción Agrícola en el Estado de Oaxaca</i>	22
<i>Tabla 7: Operatividad de variables</i>	31
<i>Tabla 8: Acuerdos mundiales sobre sustentabilidad y el desarrollo sustentable</i>	34
<i>Tabla 9: Agenda 21 o programa, basado en cuatro secciones y 40 capítulos:</i>	36
<i>Tabla 10: Objetivos por dimensiones sustentables</i>	42
<i>Tabla 11: Nombres genéricos y técnicos del agave</i>	63
<i>Tabla 12: normas mexicanas de referencia</i>	64
<i>Tabla 13: Costos de producción promedio por litro de mezcal en alambique</i>	69
<i>Tabla 14: Relación del costo-beneficio del cultivo del maguey mezcal</i>	70
<i>Tabla 15: Valor de la producción de agave a diferentes niveles de precio</i>	71
<i>Tabla 16: Utilidades netas de agave en diferentes densidades de plantación</i>	71
<i>Tabla 17: Principales exportaciones de México en 2011.</i>	77
<i>Tabla 18: Exportaciones de bebidas alcohólicas destiladas de México</i>	78
<i>Tabla 19: Cierre de la producción agrícola por cultivo.</i>	79
<i>Tabla 20: Cierre de la producción agrícola por estado y cultivo.</i>	80
<i>Tabla 21: Cierre de la producción agrícola por estado, municipio y cultivo.</i>	80
<i>Tabla 22: Valor de la producción de agaves mezcaleros (2000-2013)</i>	82
<i>Tabla 23: Indicadores del cultivo agroindustrial Maguey-Mezcal en el país.</i>	83
<i>Tabla 24: Formas de producción del agave mezcalero</i>	84
<i>Tabla 25: Resumen anual de costos de producción</i>	86
<i>Tabla 26: Costos de producción promedio Lt /mezcal, en alambique</i>	86
<i>Tabla 27: costos de producción promedio Lt /mezcal, en olla de barro</i>	87
<i>Tabla 28 : Utilidades netas de agave en diferentes densidades de plantación</i>	87
<i>Tabla 29: Valor de la producción de agave con diferentes niveles de precio.</i>	88
<i>Tabla 30: Contenidos de planes de negocios y proyectos de inversión, de diversos autores.</i>	107
<i>Tabla 31: Modelo de análisis por Etapas, Fases e Indicadores FRI, para la Medición y Evaluación de la Sustentabilidad del Proceso de Producción Artesanal del Agave Mezcalero</i>	110
<i>Tabla 32: Principales marcos de evaluación de la sustentabilidad de recursos naturales</i>	114
<i>Tabla 33: Conformación de índices de los factores (F)</i>	127
<i>Tabla 34: Conformación de índices de las relaciones (R)</i>	130
<i>Tabla 35: Conformación de índices de los impactos (I)</i>	133
<i>Tabla 36: Conformación de índices de los principios</i>	137
<i>Tabla 37: Principales modelos de Redes Neuronales Artificiales (RNA)</i>	140
<i>Tabla 38: Esquema general de modelo de negocio para la medición de la sustentabilidad del Proceso de producción artesanal del agave mezcalero.</i>	164
<i>Tabla 39: Caracterización del Sistema de Evaluación de la Sustentabilidad del</i>	165
<i>Tabla 40: Variables de sustentabilidad: claves de Factores, relaciones e impactos ambientales</i>	178

Tabla 41: Indicador Factores	180
Tabla 42: Indicador Relaciones	182
Tabla 43: Indicador Impactos ambientales	184
Tabla 44: Principios de Sustentabilidad; nomenclatura y descripción	186
Tabla 45: Claves y valores de los factores, en escalas y unidades de medida	195
Tabla 46: Claves y valores de las Relaciones, en escalas y unidades de medida	196
Tabla 47: Claves y valores de los Impactos, en escalas y unidades de medida	198
Tabla 48: Características y ventajas de la RNA	224
Tabla 49 Matriz o base de datos de la investigación para un lote de 3000 litros de agave	225

Índice de ilustraciones:

Ilustración 1: Emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en el 2000.	13
Ilustración 2 Emisiones mundiales de metano antropogénico por fuente, 2005.	13
Ilustración 3: Impactos del cambio climático en el mundo	16
Ilustración 4: Impactos del cambio climático en el mundo	17
Ilustración 5: Diagrama causa-efecto: problema	28
Ilustración 6: Impactos ambientales en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero.	29
Ilustración 7: Diagrama causa-efecto y variables asociadas al problema de investigación.	29
Ilustración 8: Mapa teórico-conceptual del planteamiento del problema	30
Ilustración 9: Estados con denominación de origen	66
Ilustración 10: Distritos que integran la Región del Mezcal-Oaxaca	67
Ilustración 11: Especies de agave producidas en regiones productoras de Oaxaca	74
Ilustración 12: Comportamiento de la producción de agave Jalisco y Oaxaca (2002-2013)	79
Ilustración 13: Volumen y valor de la producción; tendencias de agave (2002-2013)	81
Ilustración 14: Precio medio rural y pronóstico de precios por kg de piña de agave mezcalero Oaxaca, 2000-2018	85
Ilustración 15: Ubicación teórica del problema	92
Ilustración 16: Caracterización general de los recursos de la Tierra y relaciones entre ellas.	98
Ilustración 17: Asociación de las etapas de un modelo de negocio, con el modelo actual de sustentabilidad (Sociedad-economía-medioambiente).	109
Ilustración 18: Proceso de construcción de indicadores para la medición y evaluación de la sustentabilidad. Metodología MESMIS	116
Ilustración 19: Programas de acción de la agenda 21.	119
Ilustración 20: Fuentes de información para la selección e integración de los Principios de Sustentabilidad	120
Ilustración 21: Marco de Evaluación del Sistema de Manejo	122
Ilustración 22: Definición y descripción del sistema de manejo por metodología MESMIS	122
Ilustración 23: Diagrama de causalidad en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero	123
Ilustración 24: Esquema de obtención de información	124
Ilustración 25: Justificación del uso de la Red Neuronal Artificial (RNA)	142
Ilustración 26 Modelo matemático de una neurona como unidad de proceso	146
Ilustración 27 Esquema de una neurona de McCulloch-Pitts	147
Ilustración 28: Esquema de una red de tres capas totalmente interconectadas	148
Ilustración 29: Funcionamiento de una red de neuronas	149
Ilustración 30: Red de dos capas	149

<i>Ilustración 31: Red de tres capas</i>	150
<i>Ilustración 32 Arquitectura del PERCEPTRON con dos capas entradas y una salida.</i>	154
<i>Ilustración 33: RNA con capa de entrada, capas ocultas y capa de salida o esperada</i>	157
<i>Ilustración 34: Diseño de la investigación</i>	161
<i>Ilustración 35: Diagrama de flujo, etapas del proceso de producción artesanal del agave mezcalero y fotos relacionadas</i>	168
<i>Ilustración 36: Organización productora de agave mezcalero,</i>	169
<i>Ilustración 37: Zona de plantíos de agave mezcalero en, Santiago Matatlán, Oaxaca, Oax.</i>	169
<i>Ilustración 38: Corte de las piñas</i>	170
<i>Ilustración 39: Preparación del entarimado de horno de piedra</i>	170
<i>Ilustración 40: Recolección de piñas del horno</i>	171
<i>Ilustración 41: Piña cocida para molienda</i>	171
<i>Ilustración 42: Piñas para proceso de molienda artesanal, con rueda de piedra.</i>	172
<i>Ilustración 43: Maquina de extracción de piñas para proceso de molienda industrializado.</i>	172
<i>Ilustración 44: Tina de fermentación.</i>	173
<i>Ilustración 45: Tinajas de fermentación.</i>	173
<i>Ilustración 46: Mosto fermentado</i>	174
<i>Ilustración 47: Tina de fermentación controlada.</i>	174
<i>Ilustración 48: Tina y alambique rústicos (susceptibles de contaminación)</i>	175
<i>Ilustración 49: destilación, uso de agua para enfriamiento (generación de co2)</i>	175
<i>Ilustración 50: Destilación controlada, (control de gases CO2)</i>	176
<i>Ilustración 51: Contenedores para reposo</i>	176
<i>Ilustración 52: barricas de madera de roble, propias para almacenaje y reposo de mezcal.</i>	177
<i>Ilustración 53: Diagrama de Construcción del ISUPP</i>	199
<i>Ilustración 54: Proceso general de inserción de datos a la RNA</i>	225
<i>Ilustración 55: Configuración de la RNA con lenguaje supervisado (capa de salida)</i>	227
<i>Ilustración 56: Comparación con la imagen de la activación de neuronas biológicas:</i>	228
<i>Ilustración 57: Modelo conceptual-teórico inicial de los ISUPP</i>	229

Ecuaciones:

<i>Ecuación 1: Construcción de ecuaciones de sustentabilidad, de los Indicadores FRI</i>	200
--	-----

Anexo A: Análisis de Fiabilidad con Alfa de Cronbach

A continuación se presentan los análisis de validez y fiabilidad del instrumento (cuestionario) en relación con los ITEMS seleccionados (Lind, 2012). El análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach, permitió obtener la validez del instrumento de obtención de datos, el cual estuvo constituido por un cuestionario de 81 preguntas y 51 ITEMS, aplicado a 18 productores de 6 Palenques artesanales, divididos en: 6 productores, 6 trabajadores y 6 jornaleros.¹⁴² De los registros obtenidos, se seleccionaron 36 preguntas, las cuales fueron significativas de los indicadores FRI, (factores, relaciones e impactos). Éstos indicadores constituyeron los ITEMS de medición, evaluación y pronóstico de la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero. A continuación, se muestran los resultados de validez y fiabilidad del instrumento.

- **Análisis de Fiabilidad con Alfa de Cronbach.**

Escala: Todas las Variables (factores, relaciones, impactos ambientales y proceso sustentable).

		N	%
Casos	Válidos	234	100.0
	Excluidos ^a	0	.0
	Total	234	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

La tabla de arriba, muestra 234 casos válidos y 0 excluidos. La de abajo, mostró una relación entre variables de .310 como Alfa de Cronbach. Este resultado reflejó la diversidad de información así como la necesidad de analizarlos por grupos de ITEMS.

Alfa de Cronbach	N de elementos
.310	37

¹⁴² La población de estudio estuvo formada por 61 Palenques artesanales registrados al año 2015, en la página web www.comercam.com.mx, del Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. De estos Palenques, se seleccionaron al azar el 10% de ellos (6 Palenques), los cuales cumplen todos con las características definidas en el capítulo V.

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
1-¿Cuántos mg/kg de pesticida aplica en el proceso?	92.50	39.410	-.340	.417
2-¿Cuántos Kg de fertilizante aplica en al proceso?	93.50	36.860	-.179	.362
3-¿Qué % de medidas de seguridad aplica en el personal por el uso de los F.?	94.53	35.263	.029	.309
4-¿Cuántos trabajadores se contratan por 1 lote de 3000 lts?	95.42	35.387	-.021	.318
5-¿Cuántos lts. diesel utiliza en el arado para la siembra de agave para un lote de 3000 lts?	94.58	28.631	.339	.204
6-¿Cuántos kilos de madera se utilizan en el horneado y en la cocción, por cada lote de 3000 lts de mezcal?	96.71	34.731	.132	.297
7-¿Cuántas plantas de agave prepara por cada lote de 300 lts de mezcal?	96.65	34.728	.124	.297
8-¿Cuántos litros de agua se utilizan en el macerado y en la fermentación por cada lote de 3000 lts de mezcal?	96.68	36.202	-.129	.327
9-¿Cuántos kilos de metanol por lote, se producen?	93.65	31.566	.146	.277
10-¿Cuál es el precio por litro al que se compra en un lote de 3000?	95.35	31.300	.118	.287
11-¿Cuántos litros-kg de gas metano se generan por cada lote de 3000 lts?	93.12	35.359	-.087	.352
12-¿Cuántos barriles de roble blanco utiliza en el reposo para un lote de 3000 lts?	96.53	35.383	.009	.311
13-¿Qué porcentaje de homologación por litro, de acuerdo a la NOM-070, realiza en un lote de 3000 lts?	95.96	34.573	-.024	.330
14-¿Cuál es el precio por litro al que se vende en un lote de 3000?	95.22	28.131	.358	.193
15-¿Cuántos grados de alcohol considera para cada lote producido?	96.51	36.174	-.123	.327
16-¿Cuántos grados de metanol produce por cada 3000 lts?	96.86	35.864	-.071	.318
17-¿Qué tipo de mezcal produce para las 3 zonas de mercado?	96.74	32.693	.528	.251
18-¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?	92.73	32.095	.304	.252
19-¿Cuántos litros de diesel utiliza en la preparación de la tierra para la producción de 3000 lts?	96.69	33.914	.278	.279
20-¿Cuál es el costo por barril que utiliza para el reposo?	93.57	34.752	.076	.302
21-¿Cuántas plantas de otros agaves prepara por lote al año?	94.97	31.033	.374	.230
22-¿Cuántas plantas de otros agaves prepara por lote al año?	94.25	32.522	.242	.264
23-¿Cuál es el % de gas metano producido por cada lote de 3000 lts?	94.31	35.510	-.049	.325
24-¿Cuántos litros de mezcal adulterado produce en un lote de 3000 lts?	96.81	35.117	.078	.304
25-Por desconfianza en la calidad del mezcal, ¿cuántos litros no se consumen en un año?	93.07	32.785	.110	.291
26-Por pérdida de competitividad, ¿qué porcentaje de litros de mezcal no se consumen en un año?	96.71	36.483	-.179	.332
27-Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?	97.04	35.685	.000	.310
28-Al cortar plantas de agave, se dejan de absorber 76.2 Kg de CO2 por cada lote de 1000 litros; ¿cuántos litros produce por cada lote?	93.31	34.602	.168	.294
29-Al cortar plantas de agave se pierden de 50 a 60 kgs de nitrógeno por ha, ¿Cuántas hectáreas utiliza para un lote de 3000 litros?	97.04	35.685	.000	.310
30-¿Cuántos kilos de pesticida aplica para un lote de 3000 lts?	96.83	34.031	.313	.280
31-Por cada árbol cortado, se pierde la absorción de 1.5 litros de agua en promedio, ¿cuántos árboles se cortan para la producción de un lote de mezcal?	96.99	35.163	.181	.301
32-¿Cuántos litros de agua utiliza en la producción de 3000 lts?	96.80	34.124	.278	.283
33-Para cada lote de 3000 litros de mezcal, se cortan 720 plantas de agave en promedio, ¿cuántas plantas se cortan en un lote?	95.26	34.273	.054	.306
34-¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión total en el 1er lote de venta?	92.71	35.632	-.077	.336
35-¿Cuál es el costo de inversión total por un lote de 3000 lts de mezcal?	95.54	37.958	-.322	.366
36-¿Cuál es el monto de recuperación por la inversión en 6 barriles de madera de roble para el reposo de un lote de 3000 lts?	96.60	35.408	.005	.312
37-Proceso sustentable	97.64	34.883	.097	.301

ESCALA: TODAS LAS VARIABLES

VARIABLES intercomparadas de: Grado de Sustentabilidad (ISUPP), Importancia otorgada a la Sustentabilidad (Dimensiones Otorgadas) y Asignación de Sustentabilidad sugerida (Dimensiones Sustentables). Variables intergrupos de: factores, relaciones e impactos ambientales.

ESCALA: Por Variables Intercomparadas de factores, relaciones, impactos ambientales; importancia y asignación de sustentabilidad.

A) Factores asociados a la producción: FUP y FUF

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	234	100.0
	Excluidos ^a	0	.0
	Total	234	100.0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.860	2

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
1-¿Cuántos mg/kg de pesticida aplica en el proceso?	4.53	1.048	.767	.
2-¿Cuántos Kg de fertilizante aplica en al proceso?	5.53	1.503	.767	.

Ítem:

1-FUF

2-FUP

Descriptor:

Factor uso de fertilizantes

Factor uso de pesticidas

Interpretación:

El Alfa de Cronbach entre los elementos FUP y FUF, fue de .860, lo que reflejó una asociación muy importante en el uso y aplicación de fertilizantes y pesticidas, en el proceso de producción; determinando la validez y fiabilidad del instrumento.

B) Factores asociados a la producción: FERN pesos y FPH pesos

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	234	100.0
	Excluidos ^a	0	.0
	Total	234	100.0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.784	2

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
10-¿Cuál es el precio por litro al que se compra en un lote de 3000?	2.82	2.082	.646	.
14-¿Cuál es el precio por litro al que se vende en un lote de 3000?	2.69	2.360	.646	.

Ítem:

10-FERN pesos

14-FPH pesos

Descriptor:

Factor explotación de recursos naturales, valor en pesos

Factor producción homologada, valor en pesos

Interpretación:

El Alfa de Cronbach entre los elementos FERN pesos y FPH pesos, fue de .784, lo que reflejó una asociación muy importante en las acciones de explotación de recursos naturales como son las plantas de agave, como de las acciones de homologación del producto, mezcal. Lo anterior determinó la validez y fiabilidad del instrumento.

C) Relaciones decisionales asociadas con el Trinomio sociedad-economía-medioambiente: RCC alc y RCC mtnol.

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	252	100.0
Casos Excluidos ^a	0	.0
Total	252	100.0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.575	2

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
15-¿Cuántos grados de alcohol considera para cada lote producido?	2.67	1.376	.415	.
16-¿Cuántos grados de metanol produce por cada 3000 lts?	3.69	2.221	.415	.

Ítem:

15-RCCalc

16-RCCmtnol

Descriptor:

Relación cultura de consumo. Valor de alcohol

Relación cultura de consumo. Valor de metanol

Interpretación:

El Alfa de Cronbach entre los elementos RCC alc. y RCC mtnol., fue de .575, lo que reflejó una asociación muy importante en cuanto a las decisiones que se toman en el proceso de producción, en la determinación de grados de alcohol y de metanol. Lo anterior también determinó la validez y fiabilidad del instrumento.

D) Relaciones decisionales asociadas con el Trinomio sociedad-economía-medioambiente: RPM lts y RPA lts-gas metano (lts-kgs)

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	252	100.0
	Excluidos ^a	0	.0
	Total	252	100.0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.555	2

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
18-¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?	4.73	.200	.401	.
23-¿Cuál es el % de gas metano producido por cada lote de 3000 lts?	5.46	.361	.401	.

Ítem:

18-RPMlts

23-RPA lts-gas metano

Descriptor:

Relación producción para el mercado. Valor en litros

Relación producción adulterada. Valor de gas-litros de metano (puede ser medido en kg. también)

Interpretación:

El Alfa de Cronbach entre los elementos RPM lts y RPA lts-gas-metano, fue de .555, lo que reflejó una asociación muy importante en cuanto a las decisiones que se toman en el proceso de producción, en la determinación de producción de litros de mezcal para el mercado por lote. Sin embargo en la investigación se encontró que la producción de gas metano, no se controla. Se determinó la validez y fiabilidad del instrumento.

E) Impactos ambientales: DC y UDRNlts.

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	252	100.0
	Excluidos ^a	0	.0
	Total	252	100.0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.942	2

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
25-Por desconfianza en la calidad del mezcal, ¿cuántos litros no se consumen en un año?	4.73	.200	.892	.
28-Al cortar plantas de agave, se dejan de absorber 76.2 Kg de CO2 por cada lote de 1000 litros; ¿cuántos litros produce por cada lote?	4.68	.219	.892	.

Ítem:

25-DC

28- UDRNIts

Descriptor:

Desconfianza en la calidad del producto, mezcal. Valor en registros.

Uso y desgaste de recursos naturales. Valor en litros

Interpretación:

El Alfa de Cronbach entre los elementos DC y UDRNIts, fue de .942, lo que reflejó una alta asociación entre la producción de mezcal y la pérdida de la confianza del producto. Se observó el grave problema que sufre el sector mezcalero, por causa de los factores y relaciones decisionales con el Trinomio. Se determinó la validez y fiabilidad del instrumento.

F) Impactos ambientales: DC, PC, IVO, UDRNIts, UDRNhas, UDRNkgs-pest, CAESarb,

CAESIts, CRRNR

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	252	100.0
	Excluidos ^a	0	.0
	Total	252	100.0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.471	9

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
25-Por desconfianza en la calidad del mezcal, ¿cuántos litros no se consumen en un año?	14.34	2.680	.219	.434
26-Por pérdida de competitividad, ¿qué porcentaje de litros de mezcal no se consumen en un año?	17.64	2.797	.149	.461
27-Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?	17.98	3.258	.000	.479
28-Al cortar plantas de agave, se dejan de absorber 76.2 Kg de CO2 por cada lote de 1000 litros; ¿cuántos litros produce por cada lote?	14.25	2.802	.172	.452
29-Al cortar plantas de agave se pierden de 50 a 60 kgs de nitrógeno por ha, ¿Cuántas hectáreas utiliza para un lote de 3000 litros?	17.98	3.258	.000	.479
30-¿Cuántos kilos de pesticida aplica para un lote de 3000 lts?	17.77	2.586	.385	.380
31-Por cada árbol cortado, se pierde la absorción de 1.5 litros de agua en promedio, ¿cuántos árboles se cortan para la producción de un lote de mezcal?	17.92	3.106	.132	.464
32-¿Cúantos litros de agua utiliza en la producción de 3000 lts?	17.73	2.666	.291	.410
33-Para cada lote de 3000 litros de mezcal, se cortan 720 plantas de agave en promedio, ¿cuántas plantas se cortan en un lote?	16.20	1.549	.383	.363

Ítem:

25-DC

26-PC

27-IVO

28-UDRNlts

29-UDRNhas

30-UDRNkgs-pest

31-CAESabr

32-CAESlts

33-CRRNR

Descriptor:

Desconfianza en la calidad del producto, mezcal. Valor en registros.

Pérdida de competitividad. Valor en

Impactos visuales y olfativos. Valores de visualización y de olfato

Uso y desgaste de recursos naturales. Valor en litros

Uso y desgaste de recursos naturales. Valor en hectáreas

Uso y desgaste de recursos naturales. Valor en kilos

Consumo de agua y erosión de suelos. Valor en número de árboles

Consumo de agua y erosión de suelos. Valor en número de litros

Consumo de recursos renovables y no renovables. Valores en número de plantas

Interpretación:

El Alfa de Cronbach entre los elementos DC, PC, IVO, UDRNlts, UDRNhas, UDRNkgs-pest, CAESarb, CAESlts y CRRNR, fue de .471, lo que reflejó una asociación importante en cuanto a la generación de impactos ambientales que se producen a causa de los Factores de la producción y de las Relaciones decisionales con el Trinomio sociedad-economía-medioambiente. La relación que se presenta entre los diversos impactos, refleja la fragilidad del medioambiente ante las actividades humanas. Se determinó la validez y fiabilidad del instrumento.

Alfa de Cronbach, índices ISUPP

G) ISUPP del proceso de producción e ISUPP de los factores, relaciones e impactos.

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	252	100.0
Casos Excluidos ^a	0	.0
Total	252	100.0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
.608	.609	4

- a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Matriz de covarianzas inter-elementos

	40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción	37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción
40-Grado del Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción	.228	.105	.162	.092
37-Índice de Sustentabilidad de los Factores del Proceso de Producción	.105	.242	.037	-.031
38-Índice de Sustentabilidad de las Relaciones del Proceso de Producción	.162	.037	.239	.026
39-Índice de Sustentabilidad de los Impactos Ambientales del Proceso de Producción	.092	-.031	.026	.226

Ítem:

40-ISUPP

37-ISUPP factores

38-ISUPP relaciones

39-ISUPP impactos ambientales

Descriptor:

Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción. Índice general.

Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción, de los Factores asociados a la producción.

Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción, de las Relaciones decisionales asociadas a la sociedad, la economía y el medioambiente.

Índice de Sustentabilidad del Proceso de Producción, de los Impactos ambientales.

Interpretación:

El Alfa de Cronbach que se obtuvo entre los elementos ISUPP general e ISUPP's de los Factores, Relaciones e Impactos ambientales, fue de .609; lo que reflejó una alta asociación entre los elementos del grado del Índice de sustentabilidad general del proceso de producción artesanal del agave mezcalero y los índices de sustentabilidad de los factores, relaciones e impactos. Se comprobó la validez y fiabilidad del instrumento.

Anexo B: Vista de variables analizadas con Alfa de Cronbach, en SPSS V.21

VISTA DE VARIABLES PARA LOS ANÁLISIS DE ALFA DE CRONBACH Y DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES					
No_de_casos	Numérico	Factores Indicadores e Impactos	Ninguna	Nominal	Entrada
Personal_Palenque	Numérico	Personal del palenque	{1, Productor}...	Nominal	Entrada
Etapa	Numérico	Modelo de Negocio	{1, Producto}...	Nominal	Entrada
Fase	Numérico	Fase del Modelo	{1, Prod.Siembra}...	Nominal	Entrada
FUP	Numérico	1-¿Cuántos mg/kg de pesticida aplica	{1, 0 mg/kg}...	Nominal	Entrada
FUFkg	Numérico	2-¿Cuántos Kg de fertilizante aplica e	{1, 0 kg}...	Nominal	Entrada
FUFms	Numérico	3-¿Qué % de medidas de seguridad ap	{1, 10 a 30%}...	Nominal	Entrada
FUEpe	Numérico	4-¿Cuántos trabajadores se contrata	{1, 1 a 3 personas}...	Nominal	Entrada
FUEdisel	Numérico	5-¿Cuántos lts. diesel utiliza en el ara	{1, 0 lts}...	Nominal	Entrada
FUEkgs	Numérico	6-¿Cuántos kilos de madera se utiliza	{1, 100 a 200 kgs}...	Nominal	Entrada
FERNptas	Numérico	7-¿Cuántas plantas de agave prepara	{1, 500 a 700 ptas. de agave}...	Nominal	Entrada
FERNlts	Numérico	8-¿Cuántos litros de agua se utilizan e	{1, 100 a 200 lts}...	Nominal	Entrada
FERNkgs	Numérico	9-¿Cuántos kilos de metanol por lote	{1, 1000 kgs}...	Nominal	Entrada
FERNpesos	Numérico	10-¿Cuál es el precio por litro al que s	{1, 50 a 150 pesos}...	Nominal	Entrada
FERNgas	Numérico	11-¿Cuántos litros-kg de gas metano	{1, 1 a 500 kg-lt}...	Nominal	Entrada
FERNbrl	Numérico	12-¿Cuántos barriles de roble blanco u	{1, 1 a 3 barriles}...	Nominal	Entrada
FPHporcen	Numérico	13-¿Qué porcentaje de homologación	{1, 0% homologación}...	Nominal	Entrada
FPHpesos	Numérico	14-¿Cuál es el precio por litro al que s	{1, 50 a 70 pesos-lt}...	Nominal	Entrada
RCCalc	Numérico	15-¿Cuántos grados de alcohol consis	{1, 35% alcohol}...	Nominal	Entrada
RCCmntol	Numérico	16-¿Cuántos grados de metanol prod	{1, 0 a 100 kg metanol}...	Nominal	Entrada
RZC	Numérico	17-¿Qué tipo de mezcal produce para	{1, Tipo I 100% agave}...	Nominal	Entrada
RPMlts	Numérico	18-¿Cuántos litros de mezcal produce	{1, 500 lts}...	Nominal	Entrada
RPMdisel	Numérico	19-¿Cuántos litros de diesel utiliza en	{1, 1 a 3 lts disel}...	Nominal	Entrada
RPMpesos	Numérico	20-¿Cuál es el costo por barril que uti	{1, 1 a 3 mil pesos}...	Nominal	Entrada
RSOMptas	Numérico	21-¿Cuántas plantas de otros agaves	{1, 100 plantas}...	Nominal	Entrada
ROOMptas	Numérico	22-¿Cuántas plantas de otros agaves	{1, 0 plantas}...	Nominal	Entrada
RPAltsmtno	Numérico	23-¿Cuál es el % de gas metano prod	{1, 1000 lts}...	Nominal	Entrada
RPAporcen	Numérico	24-¿Cuántos litros de mezcal adultera	{1, 0 litros}...	Nominal	Entrada
DC	Numérico	25-Por desconfianza en la calidad del	{1, 100 a 200 lts}...	Nominal	Entrada
PC	Numérico	26-Por pérdida de competitividad, ¿q	{1, 1 a 20%}...	Nominal	Entrada
IVO	Numérico	27-Por cada lote de mezcal producido	{1, 1 tonelada}...	Nominal	Entrada
UDRNlts	Numérico	28-Al cortar plantas de agave, se deja	{1, 1000 lts}...	Nominal	Entrada
UDRNhas	Numérico	29-Al cortar plantas de agave se pierd	{1, 1 hectárea}...	Nominal	Entrada
UDRNkgspst	Numérico	30-¿Cuántos kilos de pesticida aplica	{1, 1 a 5 kilos-pesticida}...	Nominal	Entrada
CAESarb	Numérico	31-Por cada árbol cortado, se pierde	{1, 1 árbol}...	Nominal	Entrada
CAESlts	Numérico	32-¿Cuántos litros de agua utiliza en l	{1, 100 a 200 lts}...	Nominal	Entrada
CRRNR	Numérico	33-Para cada lote de 3000 litros de m	{1, 100 a 300 plantas}...	Nominal	Entrada
Rlvtas	Numérico	34-¿Cuál es el monto de recuperación	{1, 100,000 pesos}...	Nominal	Entrada
Rling	Numérico	35-¿Cuál es el costo de inversión tota	{1, 1 a 50 mil pesos}...	Nominal	Entrada
Rlbrl	Numérico	36-¿Cuál es el monto de recuperación	{1, 10 mil pesos}...	Nominal	Entrada
ISUPP_Factores	Numérico	37-Índice de Sustentabilidad de los Fa	{0, No sustentable}...	Nominal	Entrada
ISUPP_Relaciones	Numérico	38-Índice de Sustentabilidad de las Re	{0, No sustentable}...	Nominal	Entrada
ISUPP_Impactos_Am	Numérico	39-Índice de Sustentabilidad de los In	{0, No sustentable}...	Nominal	Entrada
ISUPP_General	Numérico	40-Grado del Índice de Sustentabilidad	{0, No sustentable}...	Nominal	Entrada
DIMENotorS	Numérico	41-¿Qué importancia otorga a la soci	{1, 1 a 10%}...	Nominal	Entrada
DIMENotorE	Numérico	42-¿Qué importancia otorga a la eco	{1, 1 a 10%}...	Nominal	Entrada
DIMENotorM	Numérico	43-¿Qué importancia otorga al medic	{1, 1 a 10%}...	Nominal	Entrada
DIMENSustS	Numérico	44-Dimensión por Principios Sustenta	{1, 1 a 10%}...	Nominal	Entrada
DIMENSustE	Numérico	45-Dimensión por Principios Sustenta	{1, 1 a 10%}...	Nominal	Entrada
DIMENSustM	Numérico	46-Dimensión por Principios Sustenta	{1, 1 a 10%}...	Nominal	Entrada

Anexo C: Tabla de base de datos

La siguiente tabla, corresponde sólo a los Productores de los seis Palenques Artesanales, con las cinco etapas y catorce fases del Modelo de Negocio aplicado (se omiten dos tablas similares de Trabajadores y Jornaleros, por razones de espacio) y muestra la vista de los índices de los Indicadores FRI, de las Dimensiones otorgadas a la sociedad, la economía y el medioambiente, así como de las Dimensiones de Principios Sustentables sugeridos para el Trinomio. Estos datos se utilizaron en las pruebas de validez y confiabilidad con el Alfa de Cronbach, así como para los análisis y obtención de los pronósticos de sustentabilidad con Redes Neuronales Artificiales, RNA.

No casos	Productores, Trabajadores y Jornaleros	TIPO	ETAPA	FASE	ISUPP* Sustentabilidad Factores	ISUPP* Sustentabilidad Relaciones	ISUPP* Sustentabilidad Impactos Amb.	ISUPP* Sustentabilidad total	Dimensión otorgada Sociedad	Dimensión otorgada Economía	Dimensión otorgada M. Ambiente	Dimensión sustentable Sociedad 30%	Dimensión sustentable Economía 30%	Dimensión sustentable M. Ambiente 40%
1	Productor 1	1	1	1	0	0	1	0	4	5	1	2	3	5
2	Productor 2	1	1	1	0	0	0	0	4	4	2	2	4	4
3	Productor 3	1	1	1	1	0	1	1	5	4	1	3	3	4
4	Productor 4	1	1	1	0	0	0	0	4	4	2	3	2	5
5	Productor 5	1	1	1	0	0	1	0	3	6	1	3	3	4
6	Productor 6	1	1	1	1	0	0	0	2	6	2	2	3	5
7	Productor 1	1	1	2	1	1	0	1	4	4	2	2	4	4
8	Productor 2	1	1	2	0	0	1	0	4	5	1	3	3	4
9	Productor 3	1	1	2	0	0	1	0	3	4	3	3	2	5
10	Productor 4	1	1	2	0	1	1	1	3	6	1	3	3	4
11	Productor 5	1	1	2	0	0	0	0	4	5	1	2	3	5
12	Productor 6	1	1	2	0	0	0	0	4	4	2	2	4	4
13	Productor 1	1	2	3	0	1	0	0	5	4	1	3	2	5
14	Productor 2	1	2	3	0	1	1	1	4	4	2	3	3	4
15	Productor 3	1	2	3	0	0	1	0	3	6	1	2	4	4
16	Productor 4	1	2	3	0	1	1	1	2	6	2	3	3	4
17	Productor 5	1	2	3	0	0	0	0	4	4	2	3	2	5
18	Productor 6	1	2	3	1	1	1	1	4	5	1	3	3	4
19	Productor 1	1	2	4	0	0	0	0	4	5	1	3	2	5
20	Productor 2	1	2	4	0	0	1	0	4	4	2	3	3	4
21	Productor 3	1	2	4	1	1	0	1	5	4	1	2	4	4
22	Productor 4	1	2	4	1	1	0	1	4	4	2	3	3	4
23	Productor 5	1	2	4	0	0	1	0	3	6	1	3	2	5
24	Productor 6	1	2	4	0	0	1	0	2	6	2	3	3	4
25	Productor 1	1	2	5	0	1	1	1	4	4	2	2	3	5
26	Productor 2	1	2	5	0	0	0	0	4	5	1	2	4	4
27	Productor 3	1	2	5	0	0	0	0	3	4	3	3	3	4
28	Productor 4	1	2	5	0	1	0	0	3	6	1	3	2	5
29	Productor 5	1	2	5	0	1	1	1	4	5	1	3	3	4
30	Productor 6	1	2	5	0	0	1	0	4	4	2	2	3	5
31	Productor 1	1	3	6	0	0	1	0	5	4	1	3	2	5
32	Productor 2	1	3	6	0	1	1	1	4	4	2	3	3	4
33	Productor 3	1	3	6	0	0	0	0	3	6	1	2	4	4
34	Productor 4	1	3	6	0	0	0	0	2	6	2	3	3	4
35	Productor 5	1	3	6	0	1	0	0	4	4	2	3	2	5
36	Productor 6	1	3	6	0	1	1	1	4	5	1	3	3	4
37	Productor 1	1	3	7	0	0	1	0	4	5	1	2	3	5
38	Productor 2	1	3	7	0	1	1	1	4	4	2	2	4	4
39	Productor 3	1	3	7	0	0	0	0	5	4	1	2	3	5
40	Productor 4	1	3	7	1	1	1	1	4	4	2	2	4	4
41	Productor 5	1	3	7	0	0	0	0	3	6	1	2	3	5
42	Productor 6	1	3	7	0	0	1	0	2	6	2	2	4	4

No casos	Productores, Trabajadores y Jornaleros	TIPO	ETAPA	FASE	ISUPP* Sustentabilidad Factores	ISUPP* Sustentabilidad Relaciones	ISUPP* Sustentabilidad Impactos Amb.	ISUPP* Sustentabilidad total	Dimensión otorgada Sociedad	Dimensión otorgada Economía	Dimensión otorgada M. Ambiente	Dimensión sustentable Sociedad 30%	Dimensión sustentable Economía 30%	Dimensión sustentable M. Ambiente 40%
43	Productor 1	1	4	8	1	1	0	1	4	4	2	3	3	4
44	Productor 2	1	4	8	1	1	0	1	4	5	1	3	2	5
45	Productor 3	1	4	8	0	0	0	0	3	4	3	3	3	4
46	Productor 4	1	4	8	1	1	0	1	3	6	1	2	3	5
47	Productor 5	1	4	8	1	0	0	0	4	5	1	2	4	4
48	Productor 6	1	4	8	1	0	0	0	4	4	2	3	3	4
49	Productor 1	1	4	9	1	1	0	1	5	4	1	3	2	5
50	Productor 2	1	4	9	0	1	0	0	4	4	2	3	3	4
51	Productor 3	1	4	9	0	0	0	0	3	6	1	2	3	5
52	Productor 4	1	4	9	0	0	0	0	2	6	2	2	4	4
53	Productor 5	1	4	9	1	0	0	0	4	4	2	3	3	4
54	Productor 6	1	4	9	1	0	0	0	4	5	1	3	2	5
55	Productor 1	1	4	10	1	0	0	0	3	4	3	3	3	4
56	Productor 2	1	4	10	0	0	0	0	5	3	2	2	3	5
57	Productor 3	1	4	10	1	0	1	1	3	4	3	2	4	4
58	Productor 4	1	4	10	1	1	0	1	5	3	2	3	3	4
59	Productor 5	1	4	10	0	0	0	0	3	4	3	3	2	5
60	Productor 6	1	4	10	1	1	0	1	5	3	2	3	3	4
61	Productor 1	1	4	11	1	0	0	0	3	4	3	2	4	4
62	Productor 2	1	4	11	1	0	0	0	5	3	2	3	3	4
63	Productor 3	1	4	11	1	1	0	1	4	3	3	3	2	5
64	Productor 4	1	4	11	0	1	0	0	3	6	1	3	3	4
65	Productor 5	1	4	11	0	0	0	0	4	3	3	2	3	5
66	Productor 6	1	4	11	0	0	0	0	4	4	2	2	4	4
67	Productor 1	1	4	12	1	0	0	0	4	3	3	3	3	4
68	Productor 2	1	4	12	1	0	0	0	3	6	1	3	3	4
69	Productor 3	1	4	12	1	0	0	0	4	3	3	3	2	5
70	Productor 4	1	4	12	0	0	0	0	2	6	2	3	3	4
71	Productor 5	1	4	12	1	0	1	1	3	4	3	2	3	5
72	Productor 6	1	4	12	0	0	1	0	5	3	2	2	4	4
73	Productor 1	1	4	13	0	0	1	0	4	5	1	3	3	4
74	Productor 2	1	4	13	0	0	0	0	4	4	2	3	2	5
75	Productor 3	1	4	13	0	0	0	0	5	4	1	3	3	4
76	Productor 4	1	4	13	0	0	0	0	4	4	2	2	3	5
77	Productor 5	1	4	13	0	0	1	0	3	6	1	3	2	5
78	Productor 6	1	4	13	0	0	1	0	2	6	2	2	4	4
79	Productor 1	1	5	14	0	1	1	1	4	5	1	3	3	4
80	Productor 2	1	5	14	0	0	0	0	4	5	1	3	2	5
81	Productor 3	1	5	14	1	1	1	1	4	4	2	3	2	5
82	Productor 4	1	5	14	0	0	0	0	5	4	1	3	3	4
83	Productor 5	1	5	14	0	0	1	0	3	4	3	3	3	4
84	Productor 6	1	5	14	1	1	0	1	5	3	2	2	3	5

Anexo D: Cuestionario 1 (etapa 1 de la investigación, semiestructurado)

<i>Criterios de selección:</i>	<i>Anotar con una "X" si cumple la selección</i>
1. Sólo productores asociados y registrados ¹⁴³ en la COMERCAM, A.C., en los últimos 5 años (2011-2015)	
2. Que se produzca en Palenques artesanales	
3. Que se produzca de manera artesanal y comercialice el agave mezcalero, de conformidad con la NOM-070-SCFI-1994	
4. Que la experiencia en la producción del mezcal, tenga más de 40 años de antigüedad	
5. Palenques artesanales con cuatro trabajadores productores o jornaleros como mínimo (incluyendo la familia)	
6. Producción de mezcal con las clases de agave Angustifolia Haw y/o Tosalá	
7. Producción del mezcal en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca (valles centrales).	

Señor Productor, agradecemos y rogamos a usted responder todas las preguntas del presente cuestionario, de manera clara y veraz; el cual tiene la finalidad analizar, medir y evaluar la sustentabilidad del proceso productivo artesanal del agave mezcalero, para lograr hacer propuestas de mejora en sus procesos, llevándolas al desarrollo sustentable.

- 1.- ¿Qué superficie en hectáreas tiene cultivada con agave?
- 2.- ¿Tuvo que desmontar dicha superficie?
Si () No ()
- 3.- ¿Realizó quema de pastizales o bosque en el desmonte?
Si () No ()
- 4.- En dicha superficie ¿Solamente se siembra agave?
Si () No ()
- 5.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 4) Describa que otros cultivos se realizan en las tierras
- 6.- ¿Ha tenido algún beneficio tener otro cultivo además de agave?
Si () No ()
- 7.- Describa dichos beneficios
- 8.- ¿Cómo es el suelo dónde se cultiva mejor el agave?

¹⁴³ Al cierre del año 2011, existían 303 productores asociados, pero sólo 61 registrados en la COMERCAM, A.C., en 2015. Informe y datos disponibles en: http://www.crm.org.mx/PDF/INF_ACTIVIDADES/INFORME2014.pdf y <http://www.crm.org.mx/>

Pedregoso () Arenoso () Tierra negra () Fangoso ()

9.- El cultivo de agave ¿requiere de una fuente de agua permanente (ej. Pozo, presa, riego, etc.)?

Si () No ()

10.- ¿Qué cantidad de agua necesita un agave?

Mucha () Regular () Poca ()

11.- ¿La humedad es un factor que beneficia o afecta al agave?

Si () No ()

12.- Describa brevemente el punto anterior

13.- ¿Qué plagas afectan a la planta?

14.- ¿Cómo detectan actualmente si una planta fue atacada por alguna plaga?

15.- Actualmente ¿Se utiliza alguna medida de prevención contra las plagas?

Si () No ()

16.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 15) Describa brevemente el tipo de prevenciones que se utilizan

17.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 15) Describa los resultados de la aplicación de dichos cuidados

18.- (Contestar solamente si respondió No en la pregunta 15) Describa brevemente el por qué no se utilizan prevenciones actualmente

19.- ¿Cuál es el rango de edades cuando un agave ya es apto para utilizarse para la fabricación de mezcal?

20.- ¿Existen características que demuestran que un agave ya es apto para utilizarse en la fabricación de mezcal?

Si () No ()

21.- Describa brevemente las características antes mencionadas

22.- ¿Se utilizan fertilizantes o insecticidas químicos?

Si () No ()

23.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 22) Dichos fertilizantes ¿Afectan de alguna forma el suelo o la calidad del mezcal?

Si () No ()

24.- Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 22) Describa brevemente en qué afecta

25.- ¿Qué cuidados necesita una planta de agave antes de que ésta sea utilizable para producir mezcal?

26.- Los desechos sólidos de la producción mezcalera ¿Qué fin tienen?

Basura () Composta (fertilizante orgánico) () Otro ().-

26a.-¿Reciben un tratamiento previo, antes de ser tirados?

27.- (Contestar solamente si respondió Otro en la pregunta 24) Describa brevemente que fin tienen los desechos

28.- ¿Existen desechos líquidos en la producción de mezcal?

Si () No ()

29.- (Contestar si su respuesta fue Si en la pregunta 28) Mencione qué se hace con esos desechos

30.- ¿En la actualidad utiliza algún aparato o dispositivo que ayude triturar el agave, o a medir el grado de alcohol en la producción de mezcal?

Si () No (), cuál _____

31.- (Contestar solamente si respondió Sí en la pregunta 30) Describa qué aparatos o dispositivos son los que utiliza actualmente en esa tarea.

32.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 30) ¿Qué resultados se han obtenido en la utilización de dichos aparatos?

33.- (Contestar solamente si respondió No en la pregunta 30) Describa brevemente el motivo por el cual no utiliza algún aparato.

34.- ¿En la actualidad ocupa alguno de estos aparatos?

Computadora () Teléfono celular inteligente () Tablet () Ninguno de los anteriores ()

35.- ¿Estaría dispuesto a utilizar un aparato que mida cuándo una planta tiene la edad suficiente para producir mezcal?

Si () No ()

36.- Describa brevemente el porqué de su respuesta

37.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 35) ¿Qué características tendría que tener dicho aparato?

38.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 35) ¿Qué precio tendría que tener dicho aparato para que usted lo compre?

Menos de \$10,000 () De \$10,000 a \$20,000 () De \$20,000 a \$30,000 () Más de \$30,000 ()

39.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 35) En caso de que el aparato cumpliera con sus expectativas ¿Lo adquiriría?

Si () No ()

40.- Describa brevemente él por qué de su respuesta en el punto anterior

41.- Además de mezcal ¿Comercializan algún otro producto que venga del agave?

Si () No ()

42.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 41) Describa cuáles productos son

43.- ¿Actualmente se realizan ventas de su producto a otros estados del país?

Si () No ()

44.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 43) ¿Las ganancias de dichas ventas le satisfacen?

Si () No ()

45.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 43) ¿En la actualidad participa algún intermediario?

Si () No ()

46.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 45) ¿Qué porcentaje tiene de comisión el intermediario?

De 0 a 15% () De 16 a 25% () De 25 a 30% () De 31 a 40% () Más de 40% ()

47.- ¿Han considerado la exportación a otro país?

Si () No (), dónde _____

48.- (Contestar si respondió Si en la pregunta 47) ¿Cómo considera la aceptación de la bebida en el extranjero?

Excelente () Buena () Regular () Mala () Muy Mala ()

49.- (Contestar si respondió Si en la pregunta 47) ¿Qué países son los que solicitan más la bebida?

50.- (Contestar si respondió Si en la pregunta 47) ¿En dónde considera que se vende mejor el mezcal?

Mercado local (estado de Oaxaca y alrededores) () Interior de la república () Extranjero ()

51.- (Contestar si respondió Si en la pregunta 47) ¿Ha recibido alguna ayuda financiera por parte del gobierno estatal o federal?

Si () No ()

52.- (Contestar si respondió Si en la pregunta 51) Describa el programa de ayuda y la institución que se lo otorgo

53.- ¿Manejan algún tipo de difusión o publicidad?

Si () No ()

54.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 53) Describa cómo es la estrategia de difusión y que herramientas emplean (Carteles, internet, redes sociales, etc.)

55.- (Contestar solamente si respondió Si en la pregunta 53) ¿Qué resultados han obtenido con esa estrategia de difusión?

56.- El mezcal que ustedes producen ¿Cómo lo clasificarían?

Ancestral () Artesanal () Semiartesanal () Industrializado ()

57.- ¿Utilizan horno de piedra o autoclave para cocer las piñas?

Horno de piedra () autoclave ()

58.- ¿Cuál de estas opciones emplean para el triturado de las piñas?

A mano () Tracción animal () Maquinaria ()

59.- ¿Utilizan alguna levadura u otros azúcares para el proceso de fermentación?

Si () No ()

59º-Si contesto sí, ¿qué tipo de levaduras?

59ª-¿Qué cuidados higiénicos se utilizan en este proceso?

59b-¿Qué normas utiliza?

60.- ¿Considera que la venta del mezcal ha representado algún beneficio para la comunidad? Describa su respuesta

60.- ¿Qué insumos utiliza para la producción del mezcal?

61.- Rangos de costos

a- 100 a 500 pesos b- 501 a 1000 c- 1001 a 1500 d- más de 1501

62.- Frecuencia de uso de insumos

a- Mensual b- trimestral c- semestral d- anual e- por lote f- otro _____

63.- ¿Qué cuidados ambientales consideran en la producción del mezcal?

64.- ¿Qué impactos ambientales o contaminantes observa en la producción?

65.- ¿Qué otros impactos ambientales observa?

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Anexo E: Análisis por cruzamiento de datos; obtención de Indicadores FRI (factores, relaciones e impactos ambientales)

A partir de la aplicación del cuestionario 1 de manera abierta y en contacto con los encuestados, para obtener datos generales de la problemática y situación que guardan sus Palenques y el proceso productivo, sus respuestas fueron utilizadas para determinar y definir variables o factores asociados a la producción y relaciones con la sociedad, la economía y el medioambiente. El conjunto de variables, se utilizaron para la elaboración del segundo cuestionario, semiestructurado.¹⁴⁴

Tabla: Determinación de factores asociados a la producción y relaciones asociadas al Trinomio (sociedad-economía-medioambiente)¹⁴⁵

Factores	Relaciones	Herramienta de medición (operatividad de la variable)	Observaciones/Pregunta
Superficie cultivada		Cuestionario	1
Desmante		Cuestionario	2
Quema de pastizal		Cuestionario	3
Siembra del agave		Cuestionario	4
	Siembra otros cultivos	Cuestionario	5
	Beneficio otros cultivos	Cuestionario	6
	Tipo de beneficios	Cuestionario	7
Características del suelo		Cuestionario y sensor	8
Fuente de agua		Cuestionario	9
Cantidad de agua		Cuestionario	10
Impacto de la humedad		Cuestionario y sensor	11
Qué impactos		Cuestionario	12
Plagas		Cuestionario	13
Detección de plagas		Cuestionario y sensor	14
Medidas de prevención de plagas		Cuestionario	15
Qué medidas		Cuestionario	16
Resultados de las medidas de prevención		Cuestionario	17
	Razones para no prevenir	Cuestionario	18

¹⁴⁴ Las visitas en campo, tuvieron distintos días de duración.

¹⁴⁵ Las relaciones se definieron como actos decisionales por parte de los Productores, inherentes a la vinculación con la sociedad, la economía y el medioambiente.

Factores	Relaciones	Herramienta de medición (operatividad de la variable)	Observaciones/Pregunta
Edad apta del agave		Cuestionario	19
Evidencias de la edad		Cuestionario	20
Características de la edad del agave		Cuestionario	21
Uso de fertilizantes e insecticidas		Cuestionario	22
Afectación al suelo y a la calidad del agave		Cuestionario y muestras para laboratorio	23
Cuáles afectaciones		Cuestionario	24
Cuidados de la planta de agave		Cuestionario	25
Desechos sólidos	Desechos sólidos	Cuestionario y fotografías, muestras	26
Tratamiento de desechos	Tratamiento de desechos	Cuestionario	26a
Fin de los desechos	Fin de los desechos	Cuestionario	27
Desechos líquidos		Cuestionario y fotografías, muestras	28
Aplicación de los desechos líquidos	Aplicación de los desechos líquidos	Cuestionario	29
Instrumentos de medición		Cuestionario y fotografías, densidad de basura	31
Beneficios	Beneficios	Cuestionario	32
No se utilizan trituradores	No se utilizan trituradores	Cuestionario	33
	Utilización de dispositivos de medición benéficos	Cuestionario y observación de campo	35
	Razones	Cuestionario	36
	Características benéficas	Cuestionario y observación de campo	37
	Precio razonable	Cuestionario	38
	Aceptación de compra	Cuestionario	39
	Razones	Cuestionario	40
	Comercialización otros productos agave	Cuestionario	41
	Cuáles	Cuestionario	42
	Ventas de exportación	Cuestionario, estados financieros	43
	Suficiencia de utilidades	Cuestionario	44
	Intermediarios	Cuestionario	45
	Porcentaje de intermediación	Cuestionario	46

Factores	Relaciones	Herramienta de medición (operatividad de la variable)	Observaciones/Pregunta
	Aceptación agave en el extranjero	Cuestionario	48
	Países con mayor aceptación	Cuestionario	49
	Criterios de localidades mayor ventas de exportación	Cuestionario	50
	Apoyos financieros gubernamentales	Cuestionario	51
	Cuál	Evidencias	52
	Publicidad o difusión	Cuestionario	53
	Forma, tipos de publicidad	Cuestionario Evidencias	54
	Resultados de publicidad	Cuestionario	55
Tipo de producción de mezcal I o II		Cuestionario	56
Horno de piedra		Cuestionario y observación	57
Trituración manual, animal, maquinaria		Cuestionario y observación	58
Uso de levaduras o azúcares	Uso de levaduras o azúcares	Cuestionario y observación, muestras	59
Tipos		Cuestionario y muestras	59.0
Cuidados higiénicos	Cuidados higiénicos	Cuestionario, observación y muestras	59a
Normas		Cuestionario	59b
	Beneficios social venta del mezcal	Cuestionario y observación	60

Con la información anterior, se seleccionaron con los productores, trabajadores y jornaleros, seis factores, seis relaciones y nueve impactos ambientales para medir la el grado de sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero, a través del modelo de negocio con las etapas de: producto, mercado, organización, producción y finanzas; e interpretados y pronosticados con Redes Neuronales Artificiales, para lograr hacer propuestas de desarrollo sustentable.

Anexo F: Cuestionario 2 (etapa 2 de la investigación)

Cuestionario semiestructurado no. 2: Medición de la Sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero.
Fecha de aplicación: octubre – diciembre de 2013
Encuestador: Mtro. Alejandro Olivares Chapa.
Grupo encuestado: 18 productores de 6 Palenques artesanales de agave mezcalero, asociados y sugeridos por la COMERCAM, A.C.
Región: Santiago Matatlán, Oaxaca.
Método: Dirigido de caso colectivo semiestructurado y transversal.

<i>Criterios de selección de los encuestados:</i>	<i>Anotar con una "X" si cumple la selección</i>
1. Sólo productores asociados y registrados ¹⁴⁶ en la COMERCAM, A.C., en los últimos 5 años (2011-2015)	
2. Que se produzca en Palenques artesanales	
3. Que se produzca de manera artesanal y comercialice el agave mezcalero, de conformidad con la NOM-070-SCFI-1994	
4. Que la experiencia en la producción del mezcal, tenga más de 40 años de antigüedad	
5. Palenques artesanales con cuatro trabajadores productores o jornaleros como mínimo (incluyendo la familia)	
6. Producción de mezcal con las clases de agave Angustifolia Haw y/o Tobalá	
7. Producción del mezcal en la región de Santiago Matatlán, Oaxaca (valles centrales).	

¹⁴⁶ Al cierre del año 2011, existían 303 productores asociados, pero sólo 61 registrados en la COMERCAM, A.C., en 2015. Informe y datos disponibles en: http://www.crm.org.mx/PDF/INF_ACTIVIDADES/INFORME2014.pdf y <http://www.crm.org.mx/>

Instrucciones: Rellene las casillas con los datos que se piden en las columnas. Gracias.

<i>Etapas y fases del Modelo de Negocio (plan de negocios adaptado)</i>	<i>Fases del proceso de producción artesanal del agave mezcalero</i>	<i>Indicadores: Factores asociados a la producción</i>	<i>Indicadores: Relaciones asociadas al Trinomio (sociedad, economía, medioambiente)</i>	<i>Variables de los indicadores: Impactos ambientales</i>	<i>Índices de los indicadores (ISUPP)</i>
<i>ETAPA I- Producto</i>					
<ul style="list-style-type: none"> <i>Siembra</i> 		Uso de pesticidas Uso de fertilizantes Uso de la tierra para otros fines Uso de energía eléctrica	Cultura de consumo Producción para el mercado Sobre oferta de agave mezcalero Sobre oferta de otros magueyes	Uso y desgaste de recursos naturales Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> <i>Corte</i> 		Uso de energía eléctrica Uso de la tierra para otros usos	Cultura de consumo sin control Zonas de consumo con diferentes grado de demanda Producción para el mercado	Uso y desgaste de recursos naturales Impactos visuales y olfativos Consumo de agua y erosión de suelos Consumo de recursos renovables y no renovables Abandono de palenques Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
<i>ETAPA II- Mercado/fases</i>					
<ul style="list-style-type: none"> <i>Demanda</i> 		Uso de la tierra para otros fines Producción homologada	Cultura de consumo sin control Zonas de consumo con diferentes grado de demanda	Uso y desgaste de recursos naturales Consumo de agua y erosión de suelos Consumo de recursos renovables y no renovables Abandono de palenques Aumento de palenques que compiten con el mezcal Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> <i>Oferta</i> 		Uso de pesticidas Uso de fertilizantes Uso de la tierra para otros fines	Cultura de consumo Producción para el mercado Sobre oferta de agave mezcalero Sobre oferta de otros magueyes	Uso y desgaste de recursos naturales Consumo de agua y erosión de suelos Consumo de recursos	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales

<i>Etapas y fases del Modelo de Negocio (plan de negocios adaptado)</i>	<i>Fases del proceso de producción artesanal del agave mezcalero</i>	<i>Indicadores: Factores asociados a la producción</i>	<i>Indicadores: Relaciones asociadas al Trinomio (sociedad, economía, medioambiente)</i>	<i>Variables de los indicadores: Impactos ambientales</i>	<i>Índices de los indicadores (ISUPP)</i>
<p><i>ETAPA III-Organización</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Palenque artesanal</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Precio</i> 		Producción adulterada	renovables y no renovables Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	
		Uso de la tierra para otros fines Uso de pesticidas Uso de fertilizantes	Zonas de consumo con diferentes grados de demanda Producción para el mercado	Abandono de palenques Aumento de palenques que compiten con el mezcal Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
	<ul style="list-style-type: none"> <i>Personal</i> 	Uso de energía eléctrica Explotación de recursos naturales	Zonas de consumo con diferentes grados de demanda Producción para el mercado	Uso y desgaste de recursos naturales Impactos visuales y olfativos Consumo de agua y erosión de suelos Aumento de palenques que compiten con el mezcal Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
		Uso de la tierra para otros usos	Cultura de consumo Zonas de consumo con diferentes grados de demanda Producción para el mercado Sobre oferta de agave mezcalero Sobre oferta de otros magueyes	Abandono de palenques Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
<p><i>ETAPA IV-Producción</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Insumos</i> 	Uso de pesticidas Uso de fertilizantes Uso de la tierra para otros usos Explotación de recursos naturales	Cultura de consumo Producción para el mercado Zonas de consumo con diferentes grados de demanda Sobre oferta de agave mezcalero Sobre oferta de otros magueyes	Uso y desgaste de recursos naturales Impactos visuales y olfativos Consumo de agua y erosión de suelos Consumo de recursos renovables y no renovables Desconfianza en la calidad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales	

<i>Etapas y fases del Modelo de Negocio (plan de negocios adaptado)</i>	<i>Fases del proceso de producción artesanal del agave mezcalero</i>	<i>Indicadores: Factores asociados a la producción</i>	<i>Indicadores: Relaciones asociadas al Trinomio (sociedad, economía, medioambiente)</i>	<i>Variables de los indicadores: Impactos ambientales</i>	<i>Índices de los indicadores (ISUPP)</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Proceso</i> 		Uso de energía eléctrica Explotación de recursos naturales Uso de la tierra para otros fines	Cultura de consumo Zonas de consumo con diferentes grados de demanda Producción para el mercado Producción adulterada	Pérdida de competitividad Uso y desgaste de recursos naturales Impactos visuales y olfativos Consumo de agua y erosión de suelos Abandono de palenques Aumento de palenques que compiten con el mezcal Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tecnología:</i> 		Explotación de recursos naturales Uso de energía eléctrica	Producción para el mercado	Uso y desgaste de recursos naturales (maderas y plantas) Impactos visuales y olfativos Abandono de palenques Aumento de palenques que compiten con el mezcal	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Corte</i> 		Explotación de recursos naturales Uso de energía eléctrica	Cultura de consumo Zonas de consumo con diferentes grados de demanda Producción para el mercado	Uso y desgaste de recursos naturales Impactos visuales y olfativos Consumo de agua y erosión de suelos Consumo de recursos renovables y no renovables Abandono de palenques Aumento de palenques que compiten con el mezcal Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Macerado</i> 		Explotación de recursos naturales	Cultura de consumo sin control	Impactos visuales y olfativos Abandono de palenques	Definidos y determinados en la matriz de factores,

<i>Etapas y fases del Modelo de Negocio (plan de negocios adaptado)</i>	<i>Fases del proceso de producción artesanal del agave mezcalero</i>	<i>Indicadores: Factores asociados a la producción</i>	<i>Indicadores: Relaciones asociadas al Trinomio (sociedad, economía, medioambiente)</i>	<i>Variables de los indicadores: Impactos ambientales</i>	<i>Índices de los indicadores (ISUPP)</i>
<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Contenedores o barricas</i> ○ <i>Horno</i> ○ <i>Alambique</i> ○ <i>Reposado</i> 		Uso de energía eléctrica	Producción para el mercado	Aumento de palenques que compiten con el mezcal	relaciones e impactos ambientales
		Producción homologada	Cultura de consumo sin control Producción para el mercado	Impactos visuales y olfativos Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
		Uso de energía eléctrica Explotación de recursos naturales (maderas)	¿Qué relaciones con el Trinomio se consideran?	Impactos visuales y olfativos Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
		Explotación de recursos naturales	Cultura de consumo Producción para el mercado Producción adulterada	Impactos visuales y olfativos Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
		Producción homologada	Cultura de consumo Producción para el mercado Producción adulterada	Impactos visuales y olfativos Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aspectos ambientales</i> 	Uso de la tierra para otros fines Explotación de recursos naturales	Cultura de consumo sin control Sobre oferta de agave mezcalero Sobre oferta de otros magueyes	Uso y desgaste de recursos naturales Impactos visuales y olfativos (basura) Consumo de agua y erosión de suelos Consumo de recursos renovables y no renovables Abandono de palenques Aumento de palenques que compiten con el mezcal Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales	
<i>ETAPA V-Finanzas</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Inversión inicial</i> 	Explotación de Recursos Naturales	Producción para el mercado	Uso y desgaste de recursos naturales	Definidos y determinados en la matriz de	

Etapas y fases del Modelo de Negocio (plan de negocios adaptado)	Fases del proceso de producción artesanal del agave mezcalero	Indicadores: Factores asociados a la producción	Indicadores: Relaciones asociadas al Trinomio (sociedad, economía, medioambiente)	Variables de los indicadores: Impactos ambientales	Índices de los indicadores (ISUPP)
<ul style="list-style-type: none"> Tasas productivas o de ganancias 			Sobre oferta de agave mezcalero Sobre oferta de otros magueyes Producción adulterada	Impactos visuales y olfativos Consumo de agua y erosión de suelos Abandono de palenques Aumento de palenques que compiten con el mezcal Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad	factores, relaciones e impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> TIR 	Explotación de Recursos Naturales	Producción para el mercado Sobre oferta de agave mezcalero Sobre oferta de otros magueyes Producción adulterada	Uso y desgaste de recursos naturales Impactos visuales y olfativos Consumo de agua y erosión de suelos Abandono de palenques Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad Porcentaje en la recuperación de inversiones	Definidos y determinados en la matriz de factores, relaciones e impactos ambientales	
<ul style="list-style-type: none"> VAN 	Explotación de Recursos Naturales?	Producción para el mercado Sobre oferta de agave mezcalero	Uso y desgaste de recursos naturales	Definidos y determinados en la matriz de factores,	

<i>Etapas y fases del Modelo de Negocio (plan de negocios adaptado)</i>	<i>Fases del proceso de producción artesanal del agave mezcalero</i>	<i>Indicadores: Factores asociados a la producción</i>	<i>Indicadores: Relaciones asociadas al Trinomio (sociedad, economía, medioambiente)</i>	<i>VARIABLES DE LOS INDICADORES: Impactos ambientales</i>	<i>Índices de los indicadores (ISUPP)</i>
			<i>Sobre oferta de otros magueyes Producción adulterada</i>	<i>Impactos visuales y olfativos Consumo de agua y erosión de suelos Abandono de palenques Aumento de palenques que compiten con el mezcal Desconfianza en la calidad Pérdida de competitividad Porcentaje en la recuperación de inversiones</i>	<i>relaciones e impactos ambientales</i>

Anexo G: Cuestionario 3 (etapa 3 de la investigación)

Cuestionario número 3, correspondiente a la etapa III de la investigación; mencionado en el Capítulo 6.3

Preguntas organizadas en una matriz de 81 filas:

No.	Preguntas estructuradas aplicadas a expertos: productores, trabajadores y jornaleros de seis Palenques (tres por cada uno)																		
1	¿Cuántos miligramos por kg de pesticidas aplica en el proceso de siembra?																		
2	¿Cuántos kilos de fertilizante por ha aplica en el proceso?																		
3	¿Cuántas plantas de agave siembra por cada lote de 300 lts de mezcal?																		
4	¿Cuántos litros de diesel por hora utiliza en el arado para la siembra de agave para un lote de 3000 lts?																		
5	¿Cuántas plantas de agave corta para un lote de 3000 lts de mezcal?																		
6	¿Qué porcentaje de homologación por litro, de acuerdo a la NOM-070, realiza en un lote de 3000 lts?																		
7	¿Cuántas plantas de agave de más, siembra por ha al año?																		
8	¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?																		
9	¿Qué tipo de mezcal produce para las 3 zonas de mercado?																		
10	¿Cuántos grados de alcohol considera para cada lote producido?																		
11	¿Cuántas plantas de otros agaves siembra por lote al año?																		
12	¿Cuántos litros de mezcal homologado produce para el mercado, por lote?																		
13	Por desconfianza en la calidad del mezcal, ¿cuántos litros no se consumen en un año?																		
14	Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?																		
15	Al cortar plantas de agave, se dejan de absorber 76.2 Kg de CO2 por cada lote de 1000 litros; ¿cuántos litros produce por cada lote?																		
16	Por cada árbol cortado, se pierde la absorción de 1.5 litros de agua en promedio, ¿cuántos árboles se cortan para la producción de un lote de mezcal?																		
17	Para cada lote de 3000 litros de mezcal, se cortan 720 plantas de agave en promedio, ¿cuántas plantas se cortan en un lote?																		

No.	Preguntas estructuradas aplicadas a expertos: productores, trabajadores y jornaleros de seis Palenques (tres por cada uno)										
18	Al cortar plantas de agave se pierden de 50 a 60 kgs de nitrógeno por ha, ¿Cuántas hectáreas utiliza para un lote de 3000 litros?										
19	¿Cuál es el precio por litro al que se vende en un lote de 3000?										
20	En la homologación del mezcal de acuerdo a la NOM-070, ¿cuál es el % de homologación en un lote de 3000?										
21	¿Cuál es el precio por litro al que se compra en un lote de 3000?										
22	¿Cuál es el grado de alcohol que produce en un lote de 3000 lts?										
23	¿Qué tipo de mezcal produce en la homologación del mezcal?										
24	¿Cuántos litros de mezcal adulterado produce en un lote de 3000 lts?										
25	¿Cuál es el monto total de ventas por un lote?										
26	Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?										
27	Para cada lote de 3000 litros de mezcal, se cortan 720 plantas de agave en promedio, ¿cuántas plantas se cortan en un lote?										
28	¿Cuántos trabajadores se contratan para la producción de un lote?										
29	¿Cuántas plantas de agave prepara por cada lote de 300 lts de mezcal?										
30	La aplicación de fertilizantes que no son orgánicos, requieren de medidas de seguridad, ¿cuál es el porcentaje de medidas que se aplican por cada lote?										
31	¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?										
32	Cuántas plantas de agave, prepara por ha. al año?										
33	¿Cuántas plantas de otros agaves prepara por lote al año?										
34	Al cortar plantas de agave, se dejan de absorber 76.2 Kg de CO2 por cada lote de 1000 litros; ¿cuántos litros produce por cada lote?										
35	Para cada lote de 3000 litros de mezcal, se cortan 720 plantas de agave en promedio, ¿cuántas plantas se cortan en un lote?										
36	Al cortar plantas de agave se pierden de 50 a 60 kgs de nitrógeno por ha, ¿Cuántas hectáreas utiliza para un lote de 3000 litros?										
37	¿Cuántos litros de agua se utilizan en el macerado, por cada lote de 3000 lts de mezcal?										
38	¿Cuántos litros de agua se utilizan en la fermentación, por cada lote de 3000 lts de mezcal?										
39	¿Cuántos kilos de madera se utilizan en la cocción, por cada lote de 3000 lts de mezcal?										

No.	Preguntas estructuradas aplicadas a expertos: productores, trabajadores y jornaleros de seis Palenques (tres por cada uno)									
40	¿Cuántos kilos de madera se utilizan en el horneado, por cada lote de 3000 lts de mezcal?									
41	¿Cuántos kilos de metanol por lote, se producen?									
42	¿Qué porcentaje de homologación por litro, de acuerdo a la NOM-070, realiza en un lote de 3000 lts?									
43	¿Cuántos barriles de roble blanco utiliza en el reposo para un lote de 3000 lts?									
44	¿Cuántos litros-kg de gas metano se generan por cada lote de 3000 lts?									
45	¿Cuántos grados de alcohol considera para cada lote producido?									
46	¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?									
47	¿Qué tipo de mezcal produce para las 3 zonas de mercado?									
48	¿Cuál es el costo pagado por madera para un lote de mezcal?									
49	¿Cuántos grados de metanol produce por cada 3000 lts?									
50	¿Cuántos litros de mezcal adulterado produce en un lote de 3000 lts?									
51	¿Cuál es el costo por barril que utiliza para el reposo?									
52	¿Cuál es el % de gas metano producido por cada lote de 3000 lts?									
53	¿Cuántos litros de agua utiliza en la producción de 3000 lts?									
54	Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?									
55	¿Cuál es el costo de inversión total por un lote de 3000 lts de mezcal?									
56	¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión total en el 1er lote de venta?									
57	¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión total en el 2o lote de venta?									
58	¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión total en el 3er lote de venta?									
59	¿Cuál es el monto de recuperación del costo de la inversión en madera para un lote de 3000 lts?									
60	¿Cuál es el costo de inversión total por un lote de 3000 lts de mezcal?									
61	¿Cuántos litros de mezcal no se han vendido en promedio, en los últimos 3 años?									
62	¿Cuál es el monto de recuperación por la inversión en 6 barriles de madera de roble para el reposo de un lote de 3000 lts?									

No.	Preguntas estructuradas aplicadas a expertos: productores, trabajadores y jornaleros de seis Palenques (tres por cada uno)													
63	Por cada lote de mezcal producido, ¿cuántas toneladas de basura o bagazo se genera?													
64	¿Cuántas plantas de agave siembra por cada lote de 300 lts de mezcal?													
65	¿Cuántos litros de diesel por hora utiliza en el arado para la siembra de agave para un lote de 3000 lts?													
66	¿Cuántos miligramos por kg de pesticidas aplica en el proceso de siembra?													
67	¿Cuántos kilos de fertilizante por ha aplica en el proceso?													
68	¿Cuántos litros de mezcal produce por cada lote?													
69	¿Cuántos litros de diesel utiliza en la preparación de la tierra para la producción de 3000 lts?													
70	¿Qué tipo de mezcal produce para las 3 zonas de mercado?													
71	¿Cuántas plantas de agave de más, siembra por ha al año?													
72	¿Cuál es el costo de inversión total por un lote de 3000 lts de mezcal?													
73	¿Cuántos kilómetros recorre aplicando diesel para el sembrado de plantas de agave para un lote de 3000?													
74	¿Cuántos kilos de pesticida aplica para un lote de 3000 lts?													
75	Por pérdida de competitividad, ¿qué porcentaje de litros de mezcal no se consumen en un año?													
76	¿Qué importancia otorga a la sociedad?													
77	¿Qué importancia otorga a la economía?													
78	¿Qué importancia otorga al medioambiente?													
79	Dimensión por Principios Sustentables a la Sociedad, sugerida													
80	Dimensión por Principios Sustentables a la Economía, sugerida													
81	Dimensión por Principios Sustentables al Medio Ambiente, sugerida													

Glosario:

C

Contaminación ambiental (impacto).- La palabra contaminación procede del latín contaminatĭo y hace referencia a la acción y efecto de contaminar. Este verbo, por su parte, se utiliza para denominar a la alteración nociva de la pureza o de las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos, físicos o biológicos, o por la combinación de varios agentes, en lugares, formas y concentraciones (Rodríguez, 2010), capaces de ser nocivos para la salud, seguridad, o bienestar de una población (Enkerlin, Cano, Garz, & Vogel, 1997), (Kirk-Othmer, 1984, 3d Edition) (Enkerlin, Cano, Garz, & Vogel, 1997) (Pepper, Gerba, & brusseau, 1996) .

D

Desarrollo sustentable.- “Aquel que permite mantener un equilibrio entre el desarrollo (crecimiento) socioeconómico y la calidad en los recursos naturales (capital natural), garantizando la reproducción social como mínimo en su propia generación y en las futuras”. (SAGARPA & SIAP, 2011-12), (PNUMA, 2012), (López L. V., Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable, 2008) (Escobar, 2007).

Desequilibrio en la sustentabilidad.- Aquellas acciones humanas descoordinadas, desarmonizadas o descompensadas, que no satisfacen las necesidades del presente y comprometen la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas (Rodríguez, 2010) (Moreno, 2010).

E

Evaluación sustentable de la producción.- Establecimiento de medidas de valoración cuantitativas y cualitativas sustentables para la producción (González C. O., Noviembre, 2008), (Douma, Giourga, Loumou, & Polychronaki, 2010) (CEPAL., 2001).

Enfoque sistémico y de procesos de producción.- Perspectiva u orientación interdisciplinaria y procesos de producción, (Bertalanffy, 1976).

F

Factores asociados a la producción.- Insumos y materias primas directas e indirectas utilizadas en el proceso de producción artesanal del agave mezcalero.

I

Indicador sustentable.- Comportamiento(s) que se presenta(n) en función de un elemento(s) o variable(s) que de manera conjunta mide(n) la(s) característica(s) del objeto o fenómeno de estudio, (Soto, 2009), (Moreno, 2010). En esta investigación es, el desequilibrio en la sustentabilidad del proceso de producción artesanal del agave mezcalero.

Indicadores FRI.- Indicadores de sustentabilidad constituidos por, factores o variables asociados a la producción; relaciones de tipo decisional con la sociedad, la economía y el medioambiente; e impactos ambientales, causados a la naturaleza.

Impactos ambientales.- Efectos negativos causados a la naturaleza (incluyendo el ser humano), como: pobreza, contaminación, desgaste de los recursos naturales, producción de gases de efecto invernadero, y agotamiento de los recursos renovables y no renovables, entre otros.

M

Modelo de Negocio.- Estructura de trabajo administrativa, económica, productiva y financiera, sustentada en el conocimiento y/o manejo de productos o servicios, el mercado, la organización, la producción y las finanzas, para la optimización de los recursos humanos, técnicos y financieros de una organización.

P

Propuesta de negocio sustentable.- Planteamiento metodológico a través de un modelo de negocio (producto-mercado-organización-producción-finanzas) para el desarrollo sustentable en el proceso de producción.

Proceso de producción de agave mezcalero.- Conjunto de actividades planificadas que involucran recursos humanos, naturales, materiales, técnicos y financieros para la transformación o producción, en diversas etapas y actividades (Mood, 1995), de agave mezcalero para la producción de mezcal; orientado a la satisfacción de los consumidores, (México, Gobierno del Estado de Oaxaca, Banco Mundial, 2012).

R

Red Neuronal Artificial.- Es un sistema compuesto por muchos procesadores simples que operan en paralelo, (Haykin, S, 1994). Sistema clasificador de patrones, que utiliza entradas,

salidas, capas ocultas con un lenguaje aprendizaje supervisado. Es una emulación de la programación en software, del funcionamiento del cerebro humano.

Relaciones asociadas al Trinomio, sociedad-economía-medioambiente.- Relaciones de tipo decisional que ejercen los productores en los Palenques artesanales, con la sociedad de consumo, los elementos en la economía y con los recursos naturales del medioambiente.

S
Sustentabilidad o sostenibilidad.- “Aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”, (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 1992).

T
Tecnología de la información.- Herramientas electrónicas para la transmisión de la información. Se definen teóricamente como innovaciones en microelectrónica, computación (hardware y software). Telecomunicaciones y optoelectrónica, microprocesadores, semiconductores, fibra óptica que permiten el procesamiento y acumulación de enormes cantidades de información, además de una rápida distribución de la información a través de redes de comunicación (Cobo, 2009).