



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD LEÓN
VULNERABILIDAD Y RESPUESTA AL CAMBIO GLOBAL

“LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA SOCIO-ECOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE LEÓN, DERIVADO DE LOS CAMBIOS PRODUCTIVOS Y CULTURALES EN EL SUBSISTEMA AGRÍCOLA”

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:
GERARDO ERIC HERNÁNDEZ RUIZ

DRA. SUSANA SUÁREZ PANIAGUA TUTORA PRINCIPAL
ENES LEÓN

DR. JAIRO AGUSTÍN REYES PLATA MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR
ENES LEÓN

DRA. ADRIANA SANDOVAL MORENO MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR
UNIDAD ACADÉMICA DE ESTUDIOS REGIONALES

DR. AARON, REDMAN (REVISOR)
ARIZONA STATE UNIVERSITY

DR. ISAÍAS DANIEL, HINOJOSA FLORES (REVISOR)
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

LEÓN GUANAJUATO, MARZO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

M. en C. Ivonne Ramírez Wence

**Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 86 del 13 de diciembre de 2022, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, del alumno **Hernández Ruiz Gerardo Eric** con número de cuenta **412085877**, con la tesis titulada “La vulnerabilidad del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, derivado de los cambios productivos y culturales en el subsistema agrícola”, bajo la dirección de la Dra. Susana Suárez Paniagua.

PRESIDENTE: DR. ISAÍAS DANIEL HINOJOSA FLORES VOCAL:
DR. AARON REDMAN
SECRETARIO: DR. JAIRO AGUSTÍN REYES PLATA VOCAL:
DRA. ADRIANA SANDOVAL MORENO VOCAL:
DRA. SUSANA SUÁREZ PANIAGUA

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Cd. Universitaria, Cd. Mx., 2 de junio de 2023.



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador**

Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

Agradecimientos

Muchas gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad León y al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad por brindarme un espacio para aprender y reflexionar acerca de la sostenibilidad hídrica.

Mi agradecimiento al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías por el apoyo económico que me brindó. Entiendo que los recursos fueron limitados en el contexto COVID y sin embargo nunca me faltó su contribución.

Toda mi gratitud y admiración a la Dra. Susana Suárez Paniagua quien es la tutora principal de este trabajo. Muchas gracias por confiar en mí, muchas gracias por su paciencia y sobre todo muchas gracias por compartir conmigo sus saberes.

Mi agradecimiento también a los miembros del comité tutor de este trabajo. Al Dr. Jairo Agustín Reyes Plata por su apoyo antes y durante los estudios del posgrado, y a la Dra. Adriana Sandoval Moreno por transmitirme su vocación para buscar soluciones a los problemas del agua.

Le agradezco a los revisores por el tiempo dedicado a la tesis y por sus pertinentes recomendaciones. Le agradezco además al Dr. Aaron Redman por acercarnos a las Ciencias de la Sostenibilidad en la licenciatura, y al Dr. Hinojosa por su disponibilidad y apertura para contribuir con sus conocimientos.

Les agradezco a todos los profesores y a todas las profesoras que, durante los estudios del posgrado me enseñaron a buscar por los medios científicos estados de vida más sostenibles.

A mis entrañables colegas Adriana, Lidia, Montserrat y Karla les agradezco por enriquecer las clases desde sus enfoques profesionales.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mi sagrada Familia.

A mis queridas abuelitas Guillermina Mayo Gonzales y Graciela Gonzales Lira, por sus consejos colmados de cariño

A mis padres Gerardo Eric Hernández Gonzales y Estrella Guillermina Ruiz Mayo por fomentar en mi hábitos y costumbres de amor al prójimo

A mis queridos hermanos y a mis queridas hermanas Erica, Aldo, Carlos, Alelí y Xiadani, por compartir sus alegrías

Y a mis tres amores Cynthia, Quetzal y Coral por darle sentido a la vida.

LA GRACIA DE DIOS SEA SU FORTALEZA

J. Jesús Salazar Álvarez

ÍNDICE

Introducción.....	9
Capítulo 1. Marco teórico.....	18
1. Problemas del orden socio-ecológico en el contexto global	
1.1 De una domesticación de las plantas con fines rituales a una agricultura industrializada.	
1.2 Los sistemas socio-ecológicos desde el enfoque de la sostenibilidad.....	20
1.2.1 Antecedentes del concepto.	
1.2.2 El análisis de vulnerabilidad desde la sostenibilidad.	
1.3 El pensamiento latinoamericano hacia la sostenibilidad.....	24
1.3.1 La importancia de reescribir la historia en la región.	
1.3.2 La compensación económica como factor que vulnera los socio-ecosistemas.	
1.4 El sistema agroindustrial global al amparo de la ciencia y la tecnología.....	27
1.4.1 La dinámica de producción de alimentos global como factor que vulnera los recursos hídricos de los sistemas socio-ecológicos.	
1.4.2 El enfoque sociocultural de la ciencia y la tecnología.	
1.5 La concepción simbólica de la cultura.....	33
1.5.1 El concepto de las representaciones sociales.	
1.5.2 Transiciones culturales y vulnerabilidad del agua de los sistemas socio-ecológicos.	
1.6 La insostenibilidad del orden socio-ecológico.....	45
1.6.1 Hacia una relación socio-ecológica más sostenible con el agua.	

Capítulo 2. El sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.....51

2.1 Antecedentes del Acuífero del Valle de León.....52

2.1.1 Localización.

2.1.2 Profundidad del nivel estático.

2.1.3 Disponibilidad media anual subterránea.

2.2 Determinantes y componentes del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.....57

2.2.1 Determinantes biofísicas.....57

2.2.1.1 Fisiografía.

2.2.1.2 Hidrografía.

2.2.2 El subsistema agrícola.....61

2.2.2.1 Los usuarios del agua.

2.2.2.2 Características socio demográficas.

2.2.2.3 Conformación de las unidades de producción.

2.2.2.4 Características productivas.

2.2.2.5 Tecnologías y manejo del agua.

2.2.3 Determinantes sociopolíticas.....75

2.2.3.1 Ley de Aguas Nacionales LAN

2.3 Flujos de entrada de agua al sistema80

2.4 Flujos de salida de agua del sistema.....81

2.5 El sistema socio-ecológico del acuífero de Valle de León.....82

Capítulo 3. La vulnerabilidad del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.....86

3.1 La dinámica de producción de alimentos global y la compensación económica como agentes perturbadores del subsistema agrícola.....	88
3.1.1 Los cambios en el subsistema agrícola.	
3.1.2 Factores adversos en el subsistema agrícola derivados del impulso de la dinámica de producción de alimentos global.	
3.1.3 Lógica de producción y vulnerabilidad del subsistema agrícola.	
3.2 Cultura e insostenibilidad socio-ecológica.....	102
3.2.1 La insostenibilidad del orden socio-ecológico.	
3.2.2 Tablero de insostenibilidad socio-ecológica.	
3.3 La vulnerabilidad del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.....	113
Conclusiones.....	117
Metodología.....	122
Bibliografía.....	125
Índice de ilustraciones, tablas y gráficos.....	134

Resumen.

En la tesis se analiza la insostenible extracción de agua del acuífero del Valle de León como consecuencia de un cambio en la apropiación, significación y valoración del vital líquido en el subsistema agrícola. Consideramos que dicha insostenibilidad hídrica ha sido ocasionada por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de las compensaciones económicas, toda vez que el impulso de estos agentes estresantes ha desestabilizado los referentes históricos, sociales e ideológicos de los productores agrícolas y esto se han traducido en pautas y comportamientos que vulneran al sistema socio- ecológico del acuífero del Valle de León.

El estudio se llevó a cabo siguiendo el proceso cualitativo propuesto en la metodológica de Hernández Sampieri (2010), así como en las fases del modelo conceptual de las investigaciones transdisciplinarias elaboradas por Lang (2012). Bajo estos preceptos se formuló de manera colaborativa el planteamiento del problema, así como un soporte teórico con el método vertebrado a partir de un índice general en torno a la pregunta de investigación. Una vez desagregados los conceptos teóricos en variables, indicadores e ítems, diseñamos y aplicamos entrevistas estructuradas a una muestra no probabilística que, posteriormente fueron tabuladas en un tablero de insostenibilidad socio-ecológica, analizadas y presentadas en formato de tablas estadísticas en las que se muestran los resultados observados (frecuencias) en términos de porcentajes y proporciones.

Sobre las conclusiones que presentamos destaca el hecho de que el problema de investigación que analizamos durante la tesis, no se adapta ni explica de manera precisa con modelos lineales-rationales o mediante enfoques analíticos de ecuaciones causa efecto, ni con leyes lógicas positivistas. Si bien logramos establecer que la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica han incentivado un cambio en el subsistema agrícola, y que este cambio se ha traducido en pautas y comportamientos de insostenibilidad socio-ecológica, también tenemos claro que este proceso de transición ha sido impulsado además por otros factores que pueden ser materia de conocimiento en una investigación futura.

Abstract

This thesis project analyzes the unsustainable water extraction from the Valle de León aquifer because of a change in the appropriation, significance, and value given to the vital element in the agricultural subsystem. It is believed that water unsustainability has been caused by global food production and economic compensation as the impulse of these stressing agents has destabilized the historical, social, and ideological referents of agricultural producers. Therefore, patterns and behaviors that outrage the Valle de León aquifer socio-ecological system have arisen.

The study was carried out following the qualitative process from the methodology by Hernández Sampieri (2010). It relies on the conceptual model of transdisciplinary research phases proposed by Lang (2012). Under these precepts, the approach to the problem was collaboratively formulated and theoretically supported with a vertebrate method from a general index related to the research question.

Once the theoretical concepts were disaggregated into variables, indicators, and items, structured interviews were designed and applied to a non-probabilistic sample. The interviews were later tabulated on a socio-ecological unsustainability board, analyzed, and presented in statistical tables where results (frequencies) are observed in percentages and proportions.

Regarding the conclusions, it is important to point out that the research problem analyzed during the thesis project was neither adapted nor explained with linear-rational models, through analytical approaches of cause-and-effect equations, nor with positivist logical laws. Even when it was established that global food production and economic compensation have encouraged a change in the agricultural subsystem and that this change has been translated into patterns and behaviors of socio-ecological unsustainability, it is also clear that this transition process has been driven by other factors that may be the subject of knowledge in future research.

Introducción.

Para la comunidad científica la evidencia sobre el calentamiento del sistema terrestre como consecuencia de las actividades antropogénicas es inequívoca. Dicho cambio climático tiene que ver con el calentamiento del sistema terrestre como resultado de la concentración de gases en la atmósfera como el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso en cantidades sin precedentes en los últimos 8,000, 000 de años, que han repercutido en términos de salud, alimentación, pérdida de hogares de miles de personas y una gran cantidad de ecosistemas Organización de las Naciones Unidas UN (2020).

En este escenario, el ciclo hídrico es uno de los elementos más importantes dentro del sistema climatológico. A través de este sistema se pueden revertir las altas temperaturas en el planeta ya que controla la interacción entre la atmósfera y la superficie terrestre proporcionando de esta manera mecanismos de retroalimentación para el transporte, almacenamiento e intercambio de masa y energía Abbott, (2019). Durante este ciclo el agua circula a través de sus diferentes estados (líquido, sólido y gaseoso) en la superficie y atmósfera de la tierra. Este proceso continuo en el que intervienen diversos factores ambientales como el aire y la energía solar, regulan la temperatura del planeta a través de las etapas de evaporación, condensación, precipitación y recolección del agua.

Lamentablemente el estado que guarda el ciclo hídrico en el Antropoceno es alarmante. Según el documento de debate sobre el rol del agua en la agenda de desarrollo post (2015) y los objetivos de desarrollo sostenible, se estima que la extracción de agua se ha triplicado en los últimos 50 años y el uso ha incrementado en casi todos los países. Por lo tanto, para el año 2050 la mitad de la población mundial vivirá en zonas de gran estrés hídrico según El Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2020).

En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2020), estima que “el 70% del agua subterránea que se extrae en el mundo son utilizados en la producción agrícola de alimentos, fibras, ganadería y cultivos industriales”. Por lo tanto, la intensiva extracción de aguas subterráneas en los últimos años ha sido ocasionada por factores que impulsan la oferta del vital líquido, así como su capacidad para proporcionar riego flexible para apoyar la agricultura generadora de

riqueza, que es una de las principales impulsoras del cambio climático Springmann y Clark, (2018).

En consecuencia, los bienes que ofrece el agua en todo el planeta como son la capacidad de amortiguación de los acuíferos a la hora de regular el régimen de cantidad y calidad de los sistemas de aguas subterráneas, los servicios culturales relacionados con las actividades de ocio, tradiciones e incluso los servicios que el agua y los mantos acuíferos ofrecen a otros subsistemas como los suelos y la regulación climática están en riesgo.

Por consiguiente, el papel del agua en el desarrollo humano y la sostenibilidad ambiental ha sobresalido en los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM) dedicando el objetivo 6 al agua y al saneamiento, como parte del objetivo general de lograr la sostenibilidad hídrica y al mismo tiempo revertir los efectos del cambio climático desde las escalas locales.

En el caso de América Latina y el Caribe, dos de las principales prioridades para mitigar los riesgos asociados a la crisis hídrica, tiene que ser en primer término, la construcción y fortalecimiento de las capacidades institucionales de una manera más formal para gestionar los recursos hídricos y garantizar la integración sostenible del agua y un uso en condiciones socioeconómicas óptimas, y en segundo lugar, se tiene que hacer un gran esfuerzo para garantizar la plena realización del derecho humano al agua y saneamiento en el contexto del desarrollo de la agenda post-2015 (UN, 2020).

Por su parte y de manera congruente con los tratados internacionales que se han firmado y ratificado por el Gobierno de México, a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el año 2002 se publicó la NOM 011 para determinar la disponibilidad de agua dentro del territorio nacional.

Aunado a esto, el Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del Agua (SINA) a través de estudios como el de las estadísticas del agua en México en sus versiones 2016, 2018 y 2019, han procurado la gestión del agua subterránea con el enfoque de cuencas hidrológicas, de tal forma que las zonas con mayores presiones humanas sobre el vital líquido actualmente se tienen bien identificadas. Cabe agregar que estas zonas de extracción intensiva se localizan en su

mayoría en el norte y centro de la República, en territorios que se caracterizan por climas semiáridos y semidesérticos.

Dentro del territorio nacional, el estado de Guanajuato es uno de los lugares en los que la extracción de agua de los acuíferos se ha intensificado en las últimas décadas debido a un acelerado crecimiento en los sectores agropecuario,¹ industrial² y urbano³ que crecen por encima de la media nacional. En este escenario y de acuerdo con la Comisión Estatal del Agua del Estado de Guanajuato, (CEAG) los tres acuíferos (Rio Turbio, Silao-Romita y Valle de León) que abastecen de agua la subregión #5 conformada por los municipios de Romita, Silao de la Victoria, Purísima, San Francisco del Rincón y León, tienen un estatus de déficit hídrico.

En lo que se refiere al acuífero del Valle de León, el último informe sobre la disponibilidad media anual de agua dio a conocer que el volumen total de recarga para el año 2019 fue de 124.4 hm³/año, y el volumen de extracción fue de 196.1 hm³/año, de los cuales, 125.1 hm³/año (63.8%) son para uso agrícola, 64.1 hm³ (32.7%) es para uso público-urbano, 4.2 hm³ (2.1 %) para servicios, 1.9 hm³ (1.0%) para uso industrial y 0.8 hm³ (0.4%) uso doméstico-pecuario CONAGUA (2020).

Esta situación en la que los flujos de salida de agua son mayores a los flujos de entrada/recarga natural de agua al acuífero, se suma a la lista de los problemas vinculados con la inadecuada gestión del acuífero del Valle de León, como son el uso ineficiente del agua, la contaminación de cuerpos superficiales y deficiencia en la infraestructura de saneamiento, la alteración en los procesos ecosistémicos en las microcuencas e incremento de riesgos, así como el déficit de espacios naturales y áreas

¹ Para el periodo 2016, la participación sectorial del PIB en la actividad primaria del estado de Guanajuato presento un 3.43% y la media nacional fue de un 3,33%. Consultado en internet el día 31 de marzo de 2023 en: [cefp0222018.pdf](#)

² En diciembre de 2016 Guanajuato incrementó su actividad industrial en 11.3% mientras que en Querétaro y San Luis Potosí y Baja California Sur reportó una caída del 2.5, 1.3 y 13.9% respectivamente. Consultado en internet el 31 de marzo de 2023 en: [Crece actividad industrial en Guanajuato, por encima de la media nacional – Boletines Dependencias](#)

³ De acuerdo con el índice de urbanización, Guanajuato pasó del 69.7% en 2005, al 69.9% en 2010. Lo que resulta significativo, es la variación en el periodo de 2010 a 2015, pasando de 69.9% a 71% en 2015. Adicionalmente, la tasa de crecimiento de la población promedio anual nacional es de 1.38%, y para Guanajuato es de 1.59%. Consultado en internet el día 31 de marzo de 2023 en: [Concentración de la población \(guanajuato.gob.mx\)](#)

verdes y la pérdida de biodiversidad de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial PMDUOET (2015).

Ante la compleja y problemática situación sobre la gestión del agua del acuífero del Valle de León, las autoridades y los usuarios del agua se han esforzado en diseñar planes y proyectos entre los que destacan la construcción de la Presa el Zapotillo y los programas estatales para la sostenibilidad del agua en el campo. Al respecto de estas estrategias, advertimos en el caso de la construcción de la Presa el Zapotillo que, durante el año 2021 las autoridades Federales decidieron cancelar el proyecto que abastecería de agua al municipio de León y amortiguaría las presiones humanas sobre el acuífero.

Por otra parte, después de analizar los programas Estatales sobre el tipo de política para la sostenibilidad con base en el trabajo de Guevara (2020), encontramos que, si bien estos programas implican una sencillez administrativa, por otra parte, no estimulan la creatividad y flexibilidad de los usuarios del agua, es decir que estos programas buscan solucionar el problema de manera organizativa en vez de orientar las pautas y comportamientos de los usuarios.

La suma de factores adversos que hemos enunciado en torno a la inadecuada gestión del agua nos propuso el reto de abordar el siguiente planteamiento del problema de investigación. “La insostenible extracción de recursos hídricos del acuífero del Valle de León, como consecuencia de un cambio en la apropiación, significación y valoración del agua en el sector agrícola, ahora centrado en la compensación económica e influenciada por una dinámica global que vulneran la transición a un sistema socio-ecológico más sostenible en el periodo 2011-2021”.

Así planteado el problema de investigación, el objetivo general de la tesis es analizar la insostenible extracción de recursos hídricos del acuífero del Valle de León, como consecuencia de un cambio en la apropiación, significación y valoración del agua en el sector agrícola, consideramos que dicho cambio ha sido impulsado por la dinámica global de producción de alimentos y una lógica de las compensaciones económicas y este hecho ha vulnerado la estabilidad hídrica del sistema socio-ecológico.

Para concretar este objetivo general, trabajamos en dos objetivos específicos que son los siguientes: en primer lugar, determinar si la compensación económica y la influencia de la agricultura global están asociadas o no, a los cambios en apropiación, significación y valoración del agua por parte de los productores agrícolas, y en el mismo sentido determinar si estos cambios contribuyen o no, a la insostenible extracción de recursos hídricos del acuífero del valle de León.

El segundo objetivo específico tendrá que ver, por lo tanto, con la identificación de pautas y comportamientos de insostenibilidad socio-ecológica en torno a la relación del sector agrícola y sus procesos productivos (con énfasis en el elemento agua), para estar en posibilidad de dar cuenta del sentido en que dichas prácticas vulneran la transición a un sistema socio-ecológico más sostenible.

En este orden de ideas, el presente trabajo consta de tres capítulos a través de los cuales respondemos a la siguiente pregunta de investigación: ¿los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua en los productores agrícolas que han sido impulsados por la dinámica global de producción de alimentos y la lógica de la compensación económica son factores que vulneran la sostenibilidad hídrica del sistema socio ecológico del acuífero del valle de León? Lo que buscamos responder con esta pregunta de investigación es si el impulso de la dinámica global de producción de alimentos y la lógica de las compensaciones económicas, han modificado las estructuras históricas, sociales e ideológicas sobre la forma de apropiar, valorar y significar el agua en los productores, y si en consecuencia de este cambio cultural y productivo, pautas y comportamientos humanos han ocasionado una insostenible extracción de agua del acuífero del Valle de León.

A fin de responder esta pregunta de investigación desde la perspectiva de las Ciencias de la Sostenibilidad, en el primer capítulo estructuramos un marco teórico que nos permitió comprender la pertinencia de considerar el carácter fundamental de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad. Bajo este supuesto entendimos que la comprensión y análisis del tema de investigación tiene que abarcar la interacción de los procesos globales con las características ecológicas y sociales locales.

Al amparo de la revisión teórica que hicimos en el primer capítulo, comprendimos que la transición que se ha dado de la domesticación de las plantas con fines rituales a la dinámica global de producción de alimentos contemporánea tiene que ser vista como un problema del orden socio-ecológico en el contexto global Duran (2010). Esto se debe a que la situación de insostenibilidad hídrica que actualmente padecemos ocurre en la interfaz de la interacción humano/medio bajo presiones que ocurren en diferentes escalas espaciales y temporales.

En este orden de ideas, recurrimos también al concepto de vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos desde la perspectiva de la sostenibilidad, y encontramos que este concepto surgió como alternativa para comprender los problemas asociados a las crisis ambientales Turnel (2013). En el marco de la vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos, vimos a través de la perspectiva de la resiliencia ecológica, que el análisis de los factores estresantes reside en un sistema multifacético con conexiones en diferentes escalas espacio/temporales Eakin (2006) y en consecuencia fue importante hacer una revisión sobre la situación que guardan los territorios de América Latina desde la Ecología Política.

Al amparo de las redes académicas y las investigaciones multidisciplinarias que se fueron construyendo en torno a la Ecología Política en nuestro continente, comprendimos la importancia de analizar los procesos contemporáneos de significación, valoración y apropiación de la naturaleza. Esto se debe a que los problemas y conflictos distributivos no pueden ser resueltos por la vía de compensaciones económicas, que a través de normas impuestas mediante las fuerzas del capital buscan resolver problemas como los ocasionados por la dinámica de producción de alimentos global sobre los recursos hídricos en las escalas locales Leff (2003).

En este sentido y toda vez que la dinámica de producción de alimentos es uno de los factores que ha vulnerado y propiciado la inestabilidad de los sistemas socio-ecológicos de América Latina, destinamos un apartado en el marco teórico para comprender en qué consistía dicha influencia sobre nuestros territorios. En principio, nos queda claro que una de las características de esta dinámica de producción de alimentos global, es la

especialización en los procesos productivos que se ha logrado gracias a la ciencia y la tecnología Suárez (2007).

Encontramos que dicha especialización dio un vuelco enorme a finales del siglo pasado con la introducción de herramientas impulsadas por combustibles fósiles que, dicho sea de paso, han sido los grandes impulsores del calentamiento global. Aunado a esto, descubrimos que las semillas mejoradas, los pesticidas y plaguicidas se suman a la lista de paquetes tecnológicos que han propiciado el deterioro y agotamiento de los socio-ecosistemas del continente una vez que los productores los insertan en sus procesos de producción Duran (2010).

Para entender en qué sentido y bajo qué circunstancias la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica impulsaban a los productores a modificar sus procesos productivos y consecuentemente su pautas y comportamientos, fue indispensable hacer una revisión sobre la concepción simbólica de la cultura y el concepto de las representaciones sociales. A través de esta reflexión, entendimos el proceso a través del cual las novedades incómodas (paquetes tecnológicos) pueden vulneran las condiciones históricas, sociales e ideológicas de los productores y consecuentemente la forma de apropiar, valorar y significar los sistemas de soporte de vida Giménez (2005)

Reflexionamos en la parte final del marco teórico sobre la sostenibilidad e insostenibilidad del orden socio-ecológico, con el objetivo de tener claro en qué sentido las pautas y comportamientos humanos, que han sido el resultado de un nueva forma de apropiar, significar y valorar los sistemas terrestres bajo la influencia de la dinámica de producción de alimentos y la lógica de la compensación económica, vulneran la transición del sistema del acuífero del Valle de León a un estado más sostenible.

Una vez que respondimos a la pregunta de investigación con los diferentes aportes y perspectivas de las Ciencias de la Sostenibilidad, así como los de la concepción simbólica de la cultura, consideramos pertinente destinar el segundo capítulo a estructurar un sistema socio-ecológico para el acuífero del Valle de León. A través del segundo capítulo logramos determinar entre otras cosas, que el sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León tenía que ser visto como un sistema complejo y dinámico,

ya que sus componentes no responden de manera lineal a las diferentes fuerzas sociales y biofísicas internas o externas al sistema.

Para determinar dichas cualidades y características del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, fue importante conocer los antecedentes del acuífero, así como su localización, la profundidad del nivel estático y la disponibilidad media anual subterránea. En el mismo sentido, delimitamos la estructura del sistema a partir de las determinantes biofísicas (fisiografía e hidrografía), las características del subsistema agrícola (los usuarios del agua, las características sociodemográficas, la conformación de las unidades de producción, las tecnologías y el manejo el agua) y las determinantes socio políticas (Ley de Aguas Nacionales, en adelante LAN, 2004).

En la última parte del capítulo dos, diseñamos un esquema en el que incorporamos las determinantes sociales, ambientales, así como las del subsistema agrícola y los flujos de entrada y salida de agua. Además, incluimos en dicho esquema los atributos de la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, ya que la suma de estos elementos interactúa dentro del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

Al amparo del marco teórico y el esquema del sistema socio-ecológico del acuífero de Valle de León que diseñamos en el capítulo dos, en el tercer y último capítulo explicamos en qué sentido y bajo qué circunstancias los cambios culturales y productivos que han sido orientados por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, vulneran la transición a un sistema más sostenible.

Es importante señalar que, para el desarrollo del tercer capítulo nos apoyamos en la evidencia que obtuvimos en el trabajo de campo que se llevó a cabo en las comunidades rurales de Los Sauces, Los Ramírez, El Ramillete, La Arcina, San José del Consuelo, Santana del Conde, La Laborcita, Duarte entre otras. El trabajo se llevó a cabo en estas localidades ya que concentran a los productores agrícolas que extraen agua del acuífero del Valle de León para la producción de alimentos. Con base en esta información, identificamos cuales eran los cambios significativos que a juicio de los productores habían sido impulsados por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica en los últimos diez años.

Al haber identificado en que consistían dichos cambios, estos fueron analizados a través de un tablero de insostenibilidad socio-ecológica basándonos en el trabajo de Leonardo Boff publicado en el año 2013. A grandes rasgos, este análisis relacionó las pautas y comportamientos humanos que fueron el resultado de la forma de apropiarse, significar y valorar el agua con el impulso de la dinámica de producción de alimentos y la racionalidad económica sobre la naturaleza con alguna de las seis causas de insostenibilidad socio-ecológica (visión de la tierra como baúl de recursos, Antropoceno ilusorio, el imposible progreso ilimitado, la visión compartimentada de la realidad, el individualismo y la dinámica de competitividad y la primacía del desperdicio sobre el cuidado).

Una vez que identificamos en qué sentido las pautas y comportamientos humanos contribuían a la insostenibilidad del orden socio-ecológico, concluimos el capítulo tres explicando bajo qué circunstancia las relaciones e interacciones que surgen en la relación de los productores y el agua, impiden la transición a un sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León más sostenible.

Capítulo 1. Marco teórico

1.- Problemas del orden socio-ecológico en el contexto global.

1.1 De la domesticación de las plantas con fines rituales a la agroindustria.

La relación del homo sapiens con los elementos del sistema terrestre ha gestado una diversidad de culturas, de las cuales ha surgido una compleja y cambiante apropiación, significación y valoración del entorno a través del tiempo. Una de las expresiones de esta relación es la domesticación de las plantas. Sobre el inicio de este vínculo socio-ecológico, Dietrich, (2012) y Piperto, (2011) han señalado que las actividades de cultivar el entorno abastecían las demandas comunitarias de energía y estas eran empleadas para reproducir festividades y actos religiosos. Para Duran (2011), la agricultura que se desarrollaba en el mundo siguió estas prácticas milenarias hasta 1900 y posteriormente la agricultura se desarrolló bajo nuevos preceptos.

Hay quienes consideran que las prácticas humanas han experimentado un cambio radical hacia un imperialismo cultural. Para Young (1999) por ejemplo, dicho imperialismo “han conllevado a la universalización de la experiencia y la cultura de un grupo dominante, y en su imposición a través de normas” (p.105). Esta universalización ocurre a escala planetaria como resultado entre otras cosas de la compensación económica, que como se expondrá más adelante, se refiere al impulso de una racionalidad en la que se estima en términos exclusivamente monetarios la domesticación de las plantas despojando de valor y sentido los atributos del patrimonio cultural y natural con el cual la humanidad ha co-evolucionado Leff (2004).

Cabe añadir que, con el surgimiento de la racionalidad centrada en la acumulación de capital, la milenaria práctica de domesticar las plantas comenzó a modificar sus procesos a través de paquetes científicos y tecnológicos, con lo cual se dio lugar a una agricultura industrializada que, con el impulso de los combustibles fósiles que revolucionó la milenaria práctica de la domesticación de las plantas Duran (2010).

Esta agricultura industrializada que inició en el año 1900 ha prosperado exponencialmente en los últimos años, debido a que fomenta la especialización, la inversión, la innovación y es en términos económicos más rentable. Sin embargo, esta

agricultura ha traído consigo factores adversos que examinamos en un apartado más adelante. Por ahora diremos que los humanos al intentar complementar o reemplazar las propiedades de los sistemas terrestres para acelerar los procesos de producción de alimentos, ha desajustado las propiedades que mantuvieron estable la relación de la especie humana con los medios biofísicos y esta situación ha traído consigo consecuencias no intencionadas que se han traducido en problemas complejos como el que a continuación referiremos Defries (2017).

El cambio climático es uno de estos problemas complejos asociado a los cambios en la forma de producir alimentos. Sobre este tema se ha publicado informes de notables cuerpos académicos como es el caso del reporte del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático IPCC. Investigaciones como ésta, han demostrado que el calentamiento del sistema climático, las altas concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera y los cambios en el ciclo de agua son inequívocos y lamentablemente el resultado de las pautas y comportamientos humanos IPCC (2014).

Para Sun (2016), los problemas del cambio climático tienen que ser vistos como problemas perversos porque “existe una desconexión entre las partes interesadas, que incluyen la comunidad científica, los políticos de varios países, las grandes corporaciones, las pequeñas y medianas empresas, las industrias, los activistas sociales, los consumidores y los medios de comunicación” (p.7).

Con base en esta aproximación a los problemas socio-ecológicos en el contexto global, encontramos que las consecuencias que han surgido como resultado de los cambios en la relación de los humanos con los elementos biofísicos al producir alimentos representan un problema complejo. Este tipo específico de problemas de acuerdo con Sun (2016) no tienen una fórmula definitiva para ser resueltos, ni tienen fin para las cadenas causales es decir que no hay regla de detención, por otra parte, no tiene soluciones verdadero-falso ni tampoco correctas o incorrectas. Sin embargo, una forma adecuada de aproximarse a estos problemas tiene que ver con el análisis de las relaciones entre las pautas humanas y los medios biofísicos. Por lo tanto, vale la pena referirnos enseguida al concepto de los sistemas socio-ecológicos desde el enfoque de la sostenibilidad ya

que este enfoque se ha planteado como un marco adecuado para conocer dichas relaciones.

2.- Los sistemas socio-ecológicos desde el enfoque de la sostenibilidad.

2.1 Antecedentes del concepto.

Para Jáuregui (2018) el concepto de sistema socio-ecológico surge como una “alternativa para atender los problemas complejos asociados con las crisis medio ambientales, toda vez que es ahí en donde se desarrollan las políticas sobre el uso del territorio” (p.2). Incluso existe un consenso creciente sobre el concepto de sistema socio-ecológico, en el sentido de que este es de gran utilidad como marco para entender las relaciones entre los sistemas integrados (social y ambiental) en la búsqueda de pautas de desarrollo más sustentables, es decir pautas que superen las adversidades que están contribuyendo al cambio climático Binder (2013).

Sobre el origen del concepto se dice que nació en el contexto de la era del Antropoceno, “como respuesta al cambio global y las crisis climáticas” (Jauregui,2018, p.4). Se puede decir que esta perspectiva se gesta con el objetivo de hacer frente a los problemas contemporáneos relacionados con las crisis climáticas, superando en principio las limitaciones de los enfoques disciplinarios, que, en su afán por comprender los fenómenos sociales o ambientales de manera disciplinar, perdían de vista las evidentes e innegables conexiones e interacciones entre ambas esferas de conocimiento.

Sobre la estructura de los sistemas socio-ecológicos, autores como Challenger (2014) ha propuesto que estos se componen de “un sistema social (y sus subsistemas y elementos), integrado a un sistema ecológico (y sus subsistemas y elementos), formando un conjunto inseparable, en el cual las relaciones recíprocas, entre los componentes y subsistemas conducen la evolución del sistema socio-ecológico como un todo” (p.20)

Por lo que entendemos, a diferencia de los enfoques disciplinarios que buscaban explicar los fenómenos exclusivamente desde sus campos de conocimiento, el concepto de sistemas socio-ecológicos promueve el dialogo entre los distintos saberes, para tener

una comprensión holística de las relaciones e interacciones que dan lugar a los problemas complejos como la crisis hídrica en el Antropoceno.

Para superar y hacer frente a estos problemas complejos, Jáuregui (2018) señala que los sistemas socio-ecológico tienen que ser entendidos como un “sistema adaptativo complejo, pues poseen propiedades emergentes y tienen la capacidad de recuperación, o bien la capacidad para continuar funcionando cuando ocurren perturbaciones intrínsecas o extrínsecas” (p.3).

Por lo tanto, la relevancia del concepto de sistemas socio-ecológicos ante los problemas complejos de las crisis climáticas en el contexto global, tiene que ver con el hecho de que incorpora al ser humano ya no como un actor externo a los ecosistemas, que solo los altera mediante presiones exógenas, sino que lo incorpora como otro de sus componentes (integral, inseparable y dependiente) que interviene internamente en su evolución Challenger (2014). Así, este concepto se plantea como la unidad de gestión idónea para alcanzar el desarrollo sustentable, mediante políticas públicas no predicadas exclusivamente en el nombre del crecimiento económico Gallopin (1989).

Después de reconocer la pertinencia de analizar los problemas socio-ecológicos en el contexto global, mediante unidades de gestión en las que se incorporen de manera simultánea atributos sociales y ambientales para aspirar a un desarrollo sostenible, vale la pena adentrarnos en las situaciones, factores y/o agentes que ponen en riesgo la estabilidad de estos sistemas.

2.2 El análisis de la vulnerabilidad desde las Ciencias de la Sostenibilidad.

Sin dejar de lado la indiscutible importancia de analizar de manera acoplada las esferas social y ambiental en torno a los problemas complejos, que han dado origen a las crisis ambientales, revisamos a continuación la perspectiva de la vulnerabilidad desde las Ciencias de la Sostenibilidad. La revisión a esta perspectiva es relevante toda vez que permitirá comprender en qué sentido y bajo qué circunstancias un sistema socio-ecológico puede ver amenazada su estabilidad por factores perturbadores externos y/o internos al mismo sistema.

Ésta revisión está centrada en el trabajo de Turnell (2003), titulado “A framework for vulnerability analysis in sustainability science” (marco para el análisis de vulnerabilidad en las ciencias de la sostenibilidad) ya que para este autor, los sistemas socio-ecológicos están expuestos a distintas vulnerabilidades, mismas que habiendo sido comparadas desde lo que él llama los tres linajes: i) riesgo/peligro, ii) política económica / política ecológica y iii) ecología resiliente)., se concluye que el de la ecología resiliente cobra un significado superior para anticipar, prevenir y afrontar las crisis socio-ambientales.

Para Tuner, (2013) el afrontamiento a la crisis socio-ecológicas debe iniciar respondiendo preguntas como las siguientes: ¿por qué y cómo cambia un sistema?, ¿cuál es la capacidad de responder al cambio?, ¿cuáles son los procesos importantes que controlan la habilidad de hacer frente y adaptarse? (p.368)

Respondiendo a estas interrogantes desde esta perspectiva de análisis de la vulnerabilidad, la capacidad de respuesta ante las amenazas puede incrementarse considerablemente ya que además de estudiar las cualidades de los agentes perturbadores, la ecología resiliente nos invita a indagar sobre las capacidades del sistema socio-ecológico para anticiparnos y hacer frente a los desastres.

En contraste con los enfoques antropocéntricos de vulnerabilidad como el político-económicos o bien el de riesgo y peligro, la perspectiva de la resiliencia ecológica le designa más importancia a los factores que promueven el cambio social y ambiental a una escala espacial amplia, y “reduce las actividades de los humanos a una de las diversas fuerzas impulsoras de dichos cambios, es decir, considera al género humano como solo una más de las especies afectadas por las perturbaciones” (Turnel, 2013,p.372).

En este orden de ideas, la vulnerabilidad del sistema socio-ecológico se registra no solo por la exposición a perturbaciones y tensiones, sino que reside además en la sensibilidad y la resistencia que experimenta el sistema. Para Turnel, (2013) el desarrollo del análisis de vulnerabilidad se basa en tres conceptos principales.

El primero de estos conceptos es el de los *derechos*. De acuerdo con Turnel (2013) “la diversidad que existe entre los sistemas mantiene diferentes sensibilidades a las

perturbaciones y estresores, y esta característica está fuertemente vinculada a los derechos grupales y de los individuos” (p. 8075). Por ejemplo, los derechos legales para ejercer la demanda de alimentos y otros bienes indispensables para la vida como el agua. A partir del análisis al acceso de estos derechos, podemos comprender por qué ciertas unidades sociales están en riesgo diferencial, toda vez que el acceso mismo a ciertos derechos, en ocasiones es inaccesible para determinadas personas.

El segundo concepto es el *afrontamiento* a través de la diversidad. Sobre este tema Turnell (2013) señala que, “las diferentes unidades sociales, desarrollan capacidades distintas para afrontar y estas diferencias pueden determinar el grado de respuesta al daño registrado y evitar potenciales daños en el futuro” (p. 8075). En este sentido la estrategia de la diversificación está destinada a minorizar los riesgos e incrementar las opciones frente a los agentes perturbadores. Estas estrategias se han utilizado en todo el planeta, en las diferentes culturales y clases económicas y se ha visto que en algunas situaciones para afrontar los daños potenciales ha tenido que ser a costa de un menor bienestar material.

En tercer lugar, la resiliencia representa un concepto importante para comprender el desarrollo de las vulnerabilidades. Para Turnell (2013) esto radica en “una forma recurrente de evaluar la capacidad de recuperación de un sistema es determinando la cantidad de cambio que puede soportar” (p.8075) es decir, cuánto estrés puede manejar el sistema, sin perder la estabilidad dentro de la misma configuración de estado natural o deseable.

Es oportuno decir que los tres conceptos que hemos examinado están asociados a la resiliencia y se han trabajado de manera interdisciplinaria en torno a los sistemas socio-ecológicos. Dichos trabajos se han desarrollado a partir de componentes claves como el de la capacidad adaptativa o la flexibilidad de los ecosistemas para aprender en respuesta a la perturbación de acuerdo con Turnell (2013).

Derivado del análisis de los elementos hasta aquí expuestos, se concluye en que las investigaciones deben estar conscientes de que el análisis de las vulnerabilidades de un sistema socio-ecológicos, reside en gran medida en un sistema multifacético con

conexiones que residen en diferentes escalas (espacio/temporales) y generalmente involucran procesos estocásticos.

Por lo tanto, para lograr un análisis más adecuado de la vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos, se tiene que hace uso de enfoques y métodos que consideren las características particulares de un lugar determinado. Es decir, que se tiene que direccionar los esfuerzos de los tomadores de decisiones e investigadores, “a la comprensión de los procesos de cambio, así como a la identificación del umbral y a los factores del sistema natural que permiten amortiguar las perturbaciones humanas” (Eaking, 2006, p.378).

Después de agotar el tema de la vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos desde la perspectiva de las Ciencias de la Sostenibilidad, entendemos que la estabilidad del sistema y de los componentes sociales y ambientales que lo integran, dependen de las capacidades de respuesta para afrontar las presiones que los agentes estresores ejercen para propiciar los cambios que perturban al sistema.

Por lo tanto, traeremos al debate a una de las perspectivas que ha dado cuenta de los factores que han propiciado crisis socio-ecológicas en nuestro continente. Para esta perspectiva la comprensión de los cambios en la apropiación significación y valoración de los elementos biofísicos, es una de las principales estrategias para anticiparse y superar las adversidades que nos conduzcan a un futuro más sostenible.

1.3 El pensamiento latinoamericano hacia la sostenibilidad.

La ecología política en América Latina es una de las perspectivas que ha procurado revertir las crisis socio-ecológicas mediante pautas de desarrollo sostenible considerando las características históricas sociales e ideológicas que nos definen. Sobre el surgimiento de la perspectiva en América Latina, Alimonda (2017) señala que, esta “se fue constituyendo a partir de la conformación de redes académicas latinoamericana, ubicadas en relación de continuidad con las tradiciones regionales de pensamiento crítico y con la problemática compleja de la construcción de la identidad de nuestras sociedades” (p.13).

1.3.1 La importancia de reescribir la historia en la región.

Para Pérez y Martín (2017) la Ecología Política en nuestro continente se propuso a reescribir la historia de la región a partir de investigaciones interdisciplinarias, a través de las cuales, “las relaciones sociedad naturaleza se explicarán mediante la interacción entre la historia ambiental y política, o bien, la geografía crítica y los estudios culturales. Todo ello con el fin de expandir el presente y diseñar futuros más sostenibles, que sean alternos al patrón occidental moderno” (p. 14).

Una de las razones por las cuales es importante reescribir la historia en nuestro continente tiene que ver de acuerdo con Galeano (1971) en que “este territorio permanece al servicio de otros, debido a sus fuentes y reservas de petróleo, acero, cobre, café y otras fuentes y materias primarias, además de alimentos que se dirigen a los países ricos que son quienes en última instancia ganan al consumirlos mucho más de lo que América latina gana al producirlos” (p.15).

Ante estas situaciones injustas y perversas, Alminda (2017) señala que la Ecología Política en la actualidad se ocupa en “analizar las estrategias propuestas por las ecotecnocracias internacionales, para que estas no perpetúen las brechas de desigualdades entre ricos y pobres” (p.175). Aunado a esto la Ecología Política en nuestro continente da cuenta de cómo la lógica del beneficio privado es una lógica de beneficios cortos y de infravaloración de las necesidades futuras que ha acentuado las desigualdades entre ricos y pobres.

Uno de los referentes latinoamericanos de la Ecología Política es el economista mexicano Enrique Leff. Para él, la deconstrucción del mundo globalizado, así como la crítica radical a los fundamentos ontológicos y metafísicos de la epistemología de occidente, son dos de los elementos que buscan superarse desde esta nueva perspectiva de plantear la política en nuestros territorios.

Leff (2003) considera que la Ecología Política es una “perspectiva científica que nace al amparo de la economía ecológica, con el propósito de analizar los procesos de significación, valoración y apropiación de los elementos biofísicos, ya que estos no

pueden ser resueltos por la vía de la valoración económica y mucho menos con la asignación de normas ecológicas a la economía” (p.19).

A partir de sus trabajos, el referido autor crítica la forma de politización de la naturaleza, toda vez que esta lógica entiende a la naturaleza desde una perspectiva exclusivamente económico, es decir, se estima a la naturaleza como un objetivo que puede ser apropiado, valorado y significado en términos exclusivamente monetarios.

1.3.2 La compensación económica como factor que vulnera los socio-ecosistemas.

En el marco de este enfoque de la Ecología Política, Leff (2003) ha planteado el concepto de la distribución ecológica, como una “categoría que da cuenta de las externalidades ambientales y los movimientos sociales que emergen de conflictos distributivos, en contraste con el concepto de la compensación económica que, a través de normas impuestas mediante la fuerza del capital, busca solucionar dichos problemas ambientales y distributivos” (p.17).

Esta categoría para Leff (2003) da cuenta de factores extraeconómicos mediante los cuales “están vinculadas la economía ecológica y la ecología política, en analogía al concepto de la distribución en economía, que desborda a la racionalidad ecológica al campo de la economía” (p.20). Sobre la distribución ecológica entendemos por lo tanto que busca poner en evidencia los procesos de valoración que rebasan la racionalidad de la economía en su afán de poner precios de mercado y costos a los sistemas de soporte de vida del planeta.

Para este investigador, esta categoría da cuenta de la “movilización de actores sociales por intereses materiales y simbólicos (de supervivencia, identidad, autonomía y calidad de vida), más allá de las demandas estrictamente económicas de propiedad de los medios de producción, de empleo, de distribución del ingreso y del desarrollo” (p.23) Derivado de este planteamiento consideramos que, desde una lógica de mercados globales, siempre se tengan buenas intenciones sobre la conservación de los sistemas terrestres en los territorios que se pretenden impulsar. Sin embargo, no se nota la

presencia de la sociedad, ni la presencia del estado en la mediación de los conflictos socio-ecológicos.

Entendemos por lo tanto que las políticas, planes y proyectos transnacionales (agentes perturbadores fuera del sistema) han incentivado una racionalidad (al interior del sistema) centrada en las compensaciones económicas en los territorios que conforman en Continente Americano. Y esta situación han traído consigo cargas desiguales de los costos ecológicos, así como distribuciones desproporcionales de las ganancias (económicas y sociales) obtenidas bajo dichos razonamientos. En consecuencia, las redes académicas en torno a la Ecología Política en América Latina han propuesto analizar los procesos de apropiación, significación y valoración de la naturaleza para transitar a estados más sostenibles.

En consecuencia, abordaremos a continuación lo referente a la dinámica global de producción de alimentos, ya que este tipo de agricultura es ejemplo claro de las repercusiones económicas, sociales y ambientales que han tenido las políticas, proyectos y planes diseñados bajo una lógica de compensaciones económicas en los sistemas socio-ecológicos de los países que integramos el continente.

1.4.1 El sistema agroindustrial global al amparo de la ciencia y la tecnología.

Este tipo de agricultura industrializada se ha ido especializando gracias a los avances científicos y tecnológicos, que son orientados por una racionalidad de compensaciones económicas y que han provocado la degradación de los sistemas de soporte de vida del planeta, aumentando también las brechas de desigualdad que se acoplan a las brechas productivas, las brechas de ingresos, laborales de acceso a la seguridad social, las de género, las territoriales y regionales. Bárcenas (2016) y Suárez (2007).

Sobre los cambios significativos de la agricultura industrializada a escala global, Mc Neil señalan que, “a finales del siglo pasado, se dio un giro radical debido a la mecanización de los procesos productivos, ya que estos introdujeron los tractores impulsados por combustibles fósiles y energía barata”, mismos que permitieron extraer agua de los acuíferos a grandes profundidades (Mc Neil, 2003, citado por Duran 2011 p.39).

A partir de la incorporación de dichos procesos mecanicistas e irreflexivos en torno a la producción agrícola, Suárez (2003) señala que esto derivó en una reestructuración productiva transnacional, que “radica en cambios en los patrones de cultivo, así como en los procesos productivos en los cuales se incrementa la importancia del capital y el uso de tecnologías que procuran el rendimiento económico” (p.110). Aunado a esto, los niveles de participación de los diferentes actores rurales en sus relaciones sociales se han visto disminuidos como consecuencia de dichas variaciones.

Para Duran (2011) esto se debe a que el sistema agrícola global se mantiene en la creencia de que el crecimiento es incesante y los procesos indeterminados, este modelo de producción plantea, además, que “la expansión del actual tipo de acumulación se da como el efecto de una burbuja aislada y autosostenida desconectada de los procesos culturales e históricos y de las realidades sociales y ambientales” (p.21).

Desafortunadamente esta dinámica ha causado de acuerdo con Suárez (2007) “la movilización de las fuerzas del capital y laboral, la conversión de las personas en consumidores potenciales y lo más importante, la reestructuración de los aparatos productivos de los distintos países y el que consoliden un sistema económico mundial” (p.85), que como hemos visto ha tenido repercusiones sociales y ambientales que no fueron presupuestadas debido entre otras cosas a la búsqueda constante y férrea del rendimiento económico.

Para (Harood, p.850, 2010, citado por Ervin 2011) esta dinámica global de producción de alimentos, además, “se contrapone a los principios de una agricultura sostenible en el sentido de que no considera la interrelación de todas las partes del sistema agrícola” como son el agricultor y su familia, las relaciones biológicas en el sistema, los consumidores y los productores. Por lo que hemos visto, el despliegue de este sistema de producción de alimentos ha conseguido cumplir los objetivos por los cuales fue diseñado (rentabilidad económica), sin embargo, hemos visto también que ha comenzado a desencadenar estragos en los elementos biofísicos que soportan la vida del planeta.

1.4.1 La dinámica de producción de alimentos global como factor que vulnera los recursos hídricos de los socio-ecosistemas

Después de describir algunas de las características de la dinámica de producción de alimentos global, vale la pena referirnos a las repercusiones que ha tenido este modelo de producción en el agua. Para Duran (2011) durante este siglo se ha multiplicado por diez el consumo de agua, “debido a la intensificación de los procesos productivos, asociados a la agricultura industrializada que es la que consume más del 50% de agua dulce del planeta” (p.39).

En el mismo sentido, Laats (2010) refiere que los factores que desestabilizaron las propiedades de autorregulación de los socio-ecosistemas después de construidos los megaproyectos como las presas, tienen que ver con el hecho de que “estas construcciones forman un obstáculo físico para las especies migratorias que, además, son afectadas por los cambios en la temperatura, calidad y el nivel del agua, fragmentando así poblaciones de peces, erosionando el patrimonio genético y alterando las comunidades de peces en el conjunto del ambiente en que viven” (p.14).

Por otra parte, con la construcción de las presas para abastecer la demanda de agua de la dinámica global de producción de alimentos, se bloquea el paso de la materia en suspensión y como consecuencia se generan inundaciones cuenca arriba y en las áreas río abajo, tienden a sentir una reducción en los niveles de agua generando de esta manera conflictos entre los productores por el control y acceso al vital líquido. Laats (2010)

Lamentablemente, las tragedias no terminaron con la construcción de las grandes presas, por el contrario, estas fueron el punto de partida de una serie de sucesos que en la actualidad continúan vulnerando a los socio-ecosistemas. Por ejemplo, al desarrollo de la agricultura industrializada también se le puede sumar de acuerdo con Duran (2010) “el deterioro de las aguas superficiales y de los acuíferos, como consecuencia del uso de nutrientes químicos sintéticos, herbicidas tóxicos y pesticidas” (p.40).

Por otro lado, la agricultura industrializada está íntimamente asociada con el uso de arados profundos, que destruyen la fertilidad del suelo. Al respecto Lampurlanés (2016)

ha demostrado a través de sus investigaciones, que “este tipo de labranza a largo plazo afecta el almacenamiento de agua del suelo y el rendimiento de los cultivos” (p.20).

Por si esto fuera poco, la lucha humana por el control del agua se ha intensificado y el problema de la gestión institucional del vital líquido según Lach (2005), ha derivado en que los tomadores de decisiones y “las corporaciones industriales que sustentan sus actividades en el agua, recurran desesperadamente a los datos de variaciones estacionales para que en el mejor de los casos su políticas y prácticas sean más sustentables, pero lamentablemente eso no ha sucedido” (p15).

En el mismo sentido, se ha buscado que, a través de la privatización de los servicios de agua y la sustitución de los mercados por el control de las agencias públicas, introduzcan disciplinas como la economía para tener una conservación sustancial del agua, pero también se ha observado que no son una solución idónea y mucho menos sostenible Lanch (2005).

Como resultado del análisis sobre las estrategias institucionales para mitigar los impactos negativos a la hidrosfera que están asociados a la industrializada forma de producir alimentos Lach (2005) ha concluido en que las agencias de agua en respuesta a dichos problemas son cada vez más desafiantes, lamentablemente “los organismos encargados de la gestión integral del agua responden de forma organizativa en lugar de orientar el comportamiento de los usuarios del agua” (p.17).

Nos queda claro después de revisar las características de la dinámica global de producción de alimentos, que la ciencia y la tecnología han sido los grandes aliados para orientar los cambios productivos que han degradado los sistemas terrestres en los países que integramos el continente. Sin embargo, el impulso de la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de las compensaciones económicas, no solo ha modificado los patrones productivos, sino que, además han impulsado un cambio en las estructuras culturales que orientan la acción de los productores.

Entendemos que sería más deseable y sostenible orientar el comportamiento de los usuarios del agua, en vez de responder de manera organizativa a la crisis hídricas y sociales que han sido ocasionadas por la dinámica global de producción de alimentos.

Pensamos que si los comportamientos que se han gestado con el impulso de la dinámica de producción de alimentos y la lógica de la compensación económica son los factores que han ocasionado problemas del orden socio-ecológico en el contexto global, tendríamos que ocuparnos en conocer los fundamentos que orientan dicho actuar.

Por lo tanto, verificamos a partir de este momento, en qué sentido y bajo que circunstancias los aportes científicos y tecnológicos de la dinámica global de producción de alimentos y la racionalidad centrada en las compensaciones económicas puede desestabilizar las condiciones históricas, sociales e ideológicas de los productores y consecuentemente los medios biofísicos. Para desarrollar dicho eje teórico, nos apoyaremos en un primer acercamiento al trabajo de Ladriere (1977) titulado El reto de la racionalidad, la ciencia y la tecnología frente a las culturas.

1.4.2 El enfoque sociocultural de la ciencia y la tecnología.

Para explicar las repercusiones socioculturales que surgen cuando la ciencia y la tecnología orientan los procesos humanos Ladriere (1977) parte del hecho de que “la ciencia y la tecnología son orientadas por los intereses y valores que constituyen los grupos sociales, es decir que estos valores son lo que en última instancia dan forma específica a los avances científico-tecnológicos” (p.22). Por lo tanto, es importante considerar que estas actividades científico tecnológico dominan el futuro de las sociedades modernas.

En el mismo sentido Chinoy (2006), añade que la ciencia y la tecnología “constituyen un germen de disturbio, que en la mayoría de los casos amenaza la estabilidad” (p.101). Para este autor uno de los peligros asociados con las innovaciones creadas por los humanos es que estas son apropiadas como útiles sin que se consideren posibles factores adversos, que en muchos casos resultan en tragedias que nunca fueron deseadas.

Para dar cuenta de cómo la ciencia y la tecnología propician la desestabilidad socio cultural Ladriere (1977), considera que es importante diferenciar en principio la ciencia de la tecnología. Para él, la ciencia es el resultado de los conocimientos comprobados,

así como los métodos mediante los cuales se logró dichos saberes y los criterios de valides. Es decir que, el objetivo general de la ciencia tiene que ver con el progreso del conocimiento, con el hecho de proporcionar conocimientos más profundos, necesarios y fiables que sustenten un carácter operativo al saber.

Por otra parte, la tecnología es definida como la acción que emplea los conocimientos y métodos científicos para orientar la acción humana y modificar el estado de los sistemas sobre los que se trabaja o en la producción de nuevos (Ladrieri, 1977, p. 26).

Una vez que define ciencia y tecnología, dicho autor, plantea como punto central en su trabajo, que ambas tienden a constituirse en sistemas autónomos, es decir que juntas (ciencia y tecnología) constituyen un superdominio o bien una superestructura única, en términos conceptuales y prácticos a la vez. Cabe señalar que el carácter de esta superestructura es dinámico, y, evoluciona en el sentido de la complejidad creciente, con relación a una integración más estrecha, y de autonomía cada vez más consolidada Santos (1977).

Por su parte, Suárez (2007) considera que dicha integración se debe a que “el conocimiento tiene un carácter más operativo que hermenéutico, ya que la ciencia y la tecnología están caracterizadas por ser sistémicas, organizadas socialmente y dirigidas a crear nuevos medios y procedimientos industriales y no a resolver problemas específicamente científicos” (p.45). En consecuencia, la ciencia y la tecnología han estado a disposición de la economía y debido a esto, el trabajo científico-técnico se ha convertido en un factor de poder y dominio de los países desarrollados.

Siguiendo con esta idea, Suárez (2007) señala que la racionalidad industrial contemporánea se sustenta de “la relación ciencia tecnología con nexos económicos impersonales contractuales, mediante métodos matemáticos racionales en la gestión que conducen a la generación de excedentes para la reinversión y un aumento sostenido de la producción” (p.46).

Derivado de la ruta que está siguiendo la relación entre la ciencia y la tecnología, Ladriere (1977) concluye, en que “la base de una extrema división del trabajo y el alto nivel de integración global, son el resultado de un modelo productivo y de organización de

carácter científico-tecnológico” (p.45), en la cual, los países en vías de desarrollo se encargan de la producción en gran escala de productos diversificados, que son los que sostienen en última instancia los rendimientos y utilidades de sistemas como el de la producción de alientos global.

Después de la aproximación al trabajo de Ladrieri (1977), entendemos que una de las cualidades de la ciencia y la tecnología es el disturbio en los planos socioculturales. En consecuencia, nos resulta pertinente revisar a continuación, como es que se constituyen las estructuras sociales y culturales ya que es ahí en donde se gestan las pautas y comportamientos de los humanos que han conducido a los problemas socio-ecológicos en el plano global.

1.5 La concepción simbólica de la cultura.

Para el desarrollo de este subtema, partiremos haciendo referencia a la concepción simbólica de la cultura, ¿cómo se define? y ¿en qué consiste? Posteriormente abordaremos el concepto de representaciones sociales, ya que este concepto es fundamental para comprender cómo es que las novedades incómodas (científicas y tecnológicas), al vulnerar las condiciones históricas, sociales e ideológicas de los grupos humanos, modifican las pautas y comportamientos de los grupos humanos y consecuentemente los elementos biofísicos del sistema terrestre.

En la parte final de este apartado, revisamos al amparo de la concepción simbólica de la cultura los conceptos de la apropiación, significación y valoración a través de un ejercicio retrospectivo sobre la histórica relación que las sociedades han tejido con el agua en el territorio de Guanajuato. Este ejercicio nos permita distinguir entre otras cosas, las transiciones socio-ecológicas a partir de las diferentes formas de apropiar, significar, y valorar el agua.

Para adentrarnos en lo referente a la concepción simbólica de la cultura, es de suma importancia definir en principio el concepto mismo de cultura. Esto se debe a que este concepto ha sido adoptado y dotado de significados en campos de conocimiento incluso

antagónicos. Por lo tanto, diremos que la definición a la que nos referiremos es la que ha sido desarrollada desde la antropología y la sociología.

Basándose en el trabajo de Geertz (1992) y Thompson (1990) Giménez (2005) considera que la cultura tendría que concebirse como “la organización social del sentido, como pautas de significado históricamente transmitidos y encarnados en formas simbólicas, en virtud de las cuales los individuos se comunican entre sí y comparten sus experiencias, concepciones y creencias” (p.67).

Las analogías que el concepto de cultura tiene con la agricultura son una forma adecuada de concebir este concepto. De acuerdo con Giménez (2005) la cultura “es la acción y efecto de cultivar simbólicamente la naturaleza interior y exterior a la especie humana, haciéndola fructífera en complejos sistemas de signos que organiza, moldea y confieren sentido a la totalidad de las practicas sociales” (p.68).

Esta concepción de la cultura “nos obliga a vincular los modelos simbólicos a los actores que los incorporan subjetivamente y los expresan en sus prácticas bajo la premisa de que no existe cultura sin actores ni actores sin cultura” Giménez (2005, p.80). Bajo esta perspectiva encontramos como formas objetivadas de la cultura los elementos por ejemplo de una indumentaria étnica o religiosa, monumentos notables, elementos gastronómicos, símbolos religiosos, es decir son un conjunto de elementos tangibles que poseen cualidades para que las sociedades constituyan su identidad.

Por el otro lado, cuando nos referimos a las formas simbólicas de la cultura encontramos por ejemplo las ideologías, las mentalidades, las actitudes, las creencias y el stock de conocimientos de un grupo determinado. Estas formas simbólicas de la cultura como veremos enseguida son las que dan sentido a las representaciones sociales como sistemas cognitivos contextualizados, que responden a una lógica y sentido social.

1.5.1 Representaciones sociales

Como referimos al inicio del apartado, una de las perspectivas sobre el sentido simbólico de la cultura es el de representaciones sociales. Este concepto de acuerdo con Giménez

(2005) pertenece a la sociología Durkheniana y ha sido traído nuevamente a la escena por autores como Abric Claude Jean, Moscovici Serge y Jodelet Denise.

Refiriéndose a las representaciones sociales, Abric señala que estas constituyen “un conjunto de informaciones, creencias, opiniones y actitudes a propósito de un objetivo determinado”, (Abric, p.19 1994, citado por Giménez 2005) es decir que este concepto hace referencia, a los significados y valores que, a través del tiempo, un objeto adquiere dentro de un entramado social específico.

Por lo tanto, las representaciones constituyen un bagaje cultural socialmente construido que cumplen con funciones como cohesionar al grupo. Dicho en palabras de (Jodelet p. 36 1989, citado por Giménez (2007), las representaciones son “una forma de conocimiento socialmente elaborado y compartido, que tiene una intencionalidad práctica y contribuye a la construcción de una realidad común a un conjunto social específico.

Por lo tanto, Abric (1994) considera que no existe realidad objetivada por sí misma, para el “toda realidad es representada, es decir, apropiada por el grupo, reconstruida en su sistema cognitivo, integrada en su sistema de valores, dependiendo de su historia y del contexto ideológico que lo envuelve” (p.19). Entendemos por lo tanto que, esta realidad constituye para el individuo y el grupo, la realidad misma que es la que orienta la acción individual y colectiva.

Sobre las contribuciones previamente revisadas, Giménez (2005) concluye en que las representaciones sociales, “constituyen para los grupos humanos una realidad en la cual están organizados los significados de circunstancias contingentes y de factores generales, como pueden ser el contexto natural, social e ideológico” (p.82). Es decir, que la construcción de la realidad con la cual los grupos sociales determinan sus expectativas de vida está restringida por estructuras previamente establecidas y condicionadas por ideologías e historias socialmente construidas.

No podemos dar por agotado el tema de las representaciones sociales, sin antes exponer la tesis más interesante sostenida por la corriente de pensadores que hemos citado. Dicha tesis trata sobre la afirmación del carácter estructurado de las representaciones sociales. Esta estructura de las representaciones sociales de acuerdo con Giménez

(2005) “están conformadas por un núcleo central en el cual se encuentran las condiciones históricas e ideológicas más profundas del grupo” (p.84), estas pueden ser por ejemplo las fiestas patronales, la trasmisión de conocimientos de forma oral, las costumbres asociadas a la producción de alimentos o bien los cultivos con fines rituales

En el siguiente esquema exponemos la estructura de las representaciones sociales. En el centro se encuentran las condiciones históricas sociales e ideológicas del grupo, que para el caso de los productores agrícolas podrían estar constituidas por los procesos tradicionales de producción del campesinado.

En la segunda periferia es en donde chocan los elementos que constituyen al grupo social (estereotipos, creencias e informaciones) y las (novedades incómodas) que son las que vulneran las pautas sociales y culturales que modifican el actuar de los grupos sociales y consecuentemente las condiciones biofísicas del entorno.

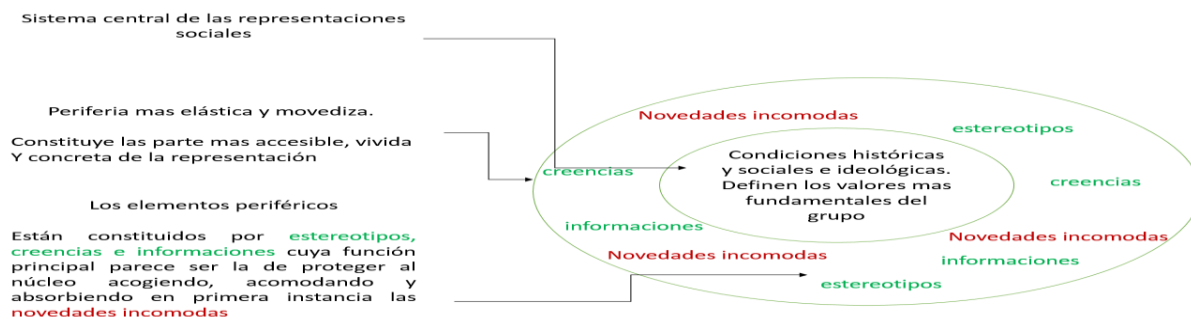


Ilustración 1 Representaciones sociales. Elaboración propia con información de Giménez (2005) p. 80-83

1.5.2 Transiciones culturales y vulnerabilidad del agua de los sistemas socio-ecológicos.

Hemos visto en el marco de la concepción simbólica de la cultura y través del concepto de las representaciones sociales, que las estructuras históricas, sociales e ideológicas que orientan las pautas y comportamientos humanos, están inmersas en una continua confrontación con agentes que tienden a perturbar la estabilidad sociocultural de los grupos humanos. Podemos establecer por lo tanto que las culturas no son estáticas, por el contrario, estas se moldean continuamente a partir de los encuentros e intercambios culturales.

Bajo este precepto revisaremos a continuación los conceptos de apropiación, significación y valoración a través de un ejercicio retrospectivo que permita distinguir las transiciones socio-ecológicas que han tenido lugar en lo que hoy es el estado de Guanajuato. Dicha revisión se basa en los vestigios históricos y arqueológicos que han surgido de la relación que los humanos han sostenido con el agua en los últimos 2,671 años.

A la luz de dicho patrimonio cultural, es posible distinguir 4 etapas socio-ecológicas, (Chupícuaro, Chichimecas, El granero de la Nueva España y La agricultura industrializada) con respecto a las diferentes formas de apropiar, valorar y otorgar significados al territorio y en particular al agua. Esta revisión a los antecedentes históricos nos permitirá asimilar cómo es que los cambios culturales, alteran las propiedades que regulan los sistemas de soporte de vida del planeta.

En este caso ¿cómo es que el agua ha ido adquiriendo diferente significado y valores como resultado de los encuentros culturales? y ¿cómo es que dichos cambios han vulnerado las condiciones históricas, sociales e ideológicas de los grupos humanos? Antes de emprender el recorrido histórico sobre el legado cultural, es preciso definir al amparo de la concepción simbólica de la cultura, los conceptos de apropiación, significación y valoración.

En lo que al concepto de apropiación se refiere, Moranta (2005) señala que es una “propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares”, es decir, una posibilidad para comprender en qué medida y a partir de qué tipo de características las personas están ligadas al medio natural que les rodea (p.281). En el mismo sentido se ha dicho que esta propuesta teórica implica una forma de entender la generación de los vínculos con los lugares, lo que facilita comportamientos ecológicamente responsables y la implicación y la participación en el propio entorno. Pol (2002)

Esta forma de entender los vinculo que las personas tienen con los lugares, se expresa de acuerdo con Giménez (2010), a partir de dos formas de apropiación. Por una parte, se habla de una apropiación utilitaria y exclusivamente material cuando “el territorio representa mercancía generadora de renta (valor de cambio), como fuente de recursos,

como medio de subsistencia, como ámbito de jurisdicción del poder, como área geopolítica de control militar, como abrigo y refugio” (p.46).

Dicho de otra forma, cuando los elementos biofísicos del sistema terrestre son poseídos como materia inerte, que puede ser manipulada para concretar los proyectos humanos.

Por el otro lado, se habla de una apropiación simbólica del territorio. Este tipo de apropiación tiene que ver, con la asignación de significados y valores al territorio. En el marco de esta apropiación simbólica, el territorio es visto como un lugar en el cual está inscrita la historia, la tradición, el repertorio de geo símbolos o bien como elementos de un recinto sagrado.

Lo destacable del concepto de apropiación, es que cuando los grupos sociales dejan de apropiarse simbólicamente los elementos biofísicos del sistema terrestre, prácticas como la sobre explotación de agua son más recurrentes. En cambio, Alarcón (2013) ha documentado que en las sociedades cuyos actos de apropiación simbólica son asociados con todas las cosas existentes (vivas y no vivas) mediante rituales agrícolas, festividades o actos chamánicos, las capacidades autorreguladoras del sistema de vida son más sostenibles.

Dejaremos por el momento el tema de la apropiación del territorio, para abordar el concepto de la significación. Este concepto nos parece importante, ya que, de acuerdo con Mead, (1982) mediante el proceso de otorgar significados a las cosas, los grupos humanos desarrollan la existencia y progreso del espíritu, la persona y la conciencia de sí mismos y del lugar que ocupan con respecto al medio biofísico que les rodea.

Para Mead (1982) “la significación surge y reside dentro del campo de la relación entre el gesto de un organismo humano dado y la subsiguiente conducta de dicho organismo, en cuanto es indicada a otro organismo humano por ese gesto” (p.114). Es decir que la significación de las cosas en los planos humanos transita por un proceso en que intervienen el gesto, la conducta y el acto final que es orientado por el gesto. A través de este proceso, las cosas adquieren un significado particular que corresponde a los valores culturales de un contexto determinado.

Esta triple relación es la base de la significación, porque la significación por sí misma, se sustenta en la relación de adaptación de un segundo organismo y la resultante de un acto social dado, de la misma forma en que esta es indicada por el gesto del primer organismo. Dicho en palabras de Mead, “la existencia de la significación depende del hecho de que la reacción de adaptación del segundo organismo se dirija hacia la resultante del acto social dado, tal como es iniciada e indicada por el gesto del primer organismo” (p.118).

Por su parte Bruner (1991) retomando el trabajo de Geertz, considera que “el significado depende no solo de un signo y de su referente, sino que también de un interpretante: una representación mediadora del mundo en función de la cual se establece la relación entre el signo y referentes” (p.77).

Por lo tanto, el significado así propuesto, depende críticamente de la capacidad humana para internalizar ese lenguaje y usar su sistema como interpretante de esa relación de representaciones. Para Bruner (1991) la única forma de concebir una biología del significado sería por referencia a un sistema precursor que prepare al organismo prelingüístico para entrar en tratos con el lenguaje. Dicho proceso de negociar y renegociar los significados mediante la interpretación narrativa es a juicio de Bruner “uno de los logros más sobresalientes del desarrollo humano en los sentidos ontogénicos, culturales y filosóficos” (p.75). Diremos para concluir que, “si el gesto indica efectivamente a otro organismo la conducta subsiguiente (o resultante) del organismo dado, entonces éste tiene significado en los planos de la inteligencia humana” (Mead,1982. p14).

El tercer concepto que revisaremos es el de la valoración. Sobre dicho concepto el planteamiento general es el siguiente, las conductas o acciones que un ser humano realiza están asociadas con la estima o importancia que tiene para realizarse en los planos sociales, es decir, que los impulsos humanos corresponden a ciertas cualidades asociadas con los valores que las personas otorgan a las cosas.

Ladrieri (1977) lo explica de esta manera “un valor es una cualidad que puede asociarse a un objeto, a una situación, a una acción y que hace que la realidad a la que afecta aparezca revestida de un precio más o menos importante, digno de ser buscada” (p.112).

bajo este supuesto, la valoración conlleva indicaciones para la acción humana y por lo tanto es normativo, es decir que funge como referente para direccionar las expectativas de los agentes vinculados a dicho valor.

Otro autor que ha contribuido a la definición de la valoración es Novo (1977), para él, “las acciones humanas sobre el entorno vienen definidas e impulsadas por los valores, que en un momento dado mantienen el grupo social que actúa, [y estos mismos] valores, se refieren tanto a la visión que las personas tienen de sí mismas, como a su percepción del papel que ocupan con relación a la naturaleza o el resto de los seres humanos” (p.35). Cabe decir que estos valores acoplados sistémicamente, forman parte del soporte explicativo de la acción ejercida por los seres humanos sobre el medio ambiente, y dichos valores culturales, son relevantes en el sentido que representan las actitudes comunes de aprobación y desaprobación, así como los juicios sobre lo bueno o lo malo, lo deseable o lo indeseable, o la apreciación de determinadas personas, situaciones y acontecimientos.

La importancia de la valoración así planteada radica en palabras de Chinoy (2006), en que esta representa “normas generales a las cuales los grupos sociales obedecen ya que estas son parte de su identidad” (p.43). Para concluir con esta idea es importante tener en cuenta que, en la medida en que los hombres tienen que tomar decisiones dentro de la vida social, es quizás inevitable que evalúen (valoren) su propiedad, sus leyes y hábitos, sus ideas y aún a ellos mismos y a los demás.

Una vez definida la apropiación, significación y valoración en el marco de la concepción simbólica de la cultura, daremos paso al análisis retrospectivo sobre los vestigios históricos y arqueológicos que dan cuenta de las transiciones socio- ecológicas como resultado de los cambios culturales.

Nos referiremos en primer lugar al pasado más lejano. Sabemos gracias a la evidencia arqueológica que, durante el periodo preclásico tardío entre el año 650 a.c y 450 d.c el territorio que hoy llamamos Guanajuato estuvo habitado por la cultura de Chupícuaro, a esta cultura y de acuerdo con Blanco (2010), se “le considera como la primera sociedad agrícola sedentaria” (p.21).

Sobre las pautas de apropiar, significar y valorar el agua en esta cultura, está bien documentada la relación que tenían con los bancos de arcilla del Río Lerma para fabricar alfarería, toda vez que este asentamiento humano, “se ubicó en el vértice de unión de los ríos Coroneo y Lerma” (p.20-25). Como resultado de las relaciones que estos pobladores tuvieron con los elementos biofísicos como el agua y la arcilla, estos lograron perfeccionarse en el arte de la alfarería. Para Blanco (2010) fue a partir de “las arcillas que este grupo social pudo desarrollar un estilo particular, mismo que se puede apreciar en las vasijas con formas de estribo o bien en las pequeñas cunas o figurillas que parecen juguetes” (p.24).

De acuerdo con Blanco, la transición de esta cultura Chupícuara a la de los Teochichimecas, se debió a una prolongada época de sequía y consecuentemente al colapso de la agricultura y el abandono del territorio (p.32).

En segundo lugar, nos referiremos a otra etapa cultural que de acuerdo con Blanco (2010) y Powell (2019) se establece del año 1000 o 1200 a finales de la década de 1530 y se ha denominado la cultura Chichimeca o también Teochichimeca. Sobre dicha etapa, Fray Bernardino de Sahagún y sus informantes indígenas mencionan en el Códice Florentino que los Teochichimecas “habitaban lejos y apartados del pueblo, que gustaban del juego de pelota y bailaban por la noche alrededor del fuego tomados de las manos” (p.33).

De acuerdo con Blanco (2010), en algunas historias de cronistas indígenas y frailes, los grupos nómadas salvajes del norte sufrieron “una lenta pero efectiva transformación en agricultores, debido entre otras cosas a las alianzas que se dieron con otros grupos como los toltecas” (p.37). Sobre la relación que esta cultura chichimeca y el líquido vital del agua establecieron, sabemos gracia a Blanco, que desarrollaron sistemas sofisticados para captar y cuidar el agua que requerían sus áridas tierras (p.26).

La transición de la cultura Chichimeca incluidas sus prácticas sobre el cuidado del agua, cambió después del encuentro con las incursiones de los españoles en la gran chichimeca. Como resultado de este encuentro, podemos establecer una tercera etapa histórica y cultural en Guanajuato que prosperó entre el año de 1550 al 1600 y le denominaremos el granero de la Nueva España.

Sobre esta etapa histórico-cultural, Powell (2019) señala que, durante los años de 1550, se gestó en el imaginario social de los grupos colonialistas españoles, la existencia de un nuevo territorio “El de los chichimecas” gracias a las incursiones de ganaderos y misioneros que cruzaron hacia occidente desde Querétaro, hacia el norte de Michoacán y el noroeste de Guadalajara (p.20).

Esta nueva etapa para Valencia (1998) inicio con los primeros asentamientos no indígenas en el estado a partir de 1526. Para dicho autor, el establecimiento de dichos asentamientos se debió a los hallazgos de betas de oro y plata en Guanajuato, así como “al incremento de los estímulos reales, además de la construcción de caminos para desplazar las riquezas de plata” (p.17).

En la consolidación de este proyecto colonialista, las fuentes de agua, así como los pastizales del territorio empezaron a ser apropiados, valorados y significados de acuerdo con las expectativas de la corona española. Con el objetivo de consolidar dicho proyecto de colonización, Powell (2019) señala que entre 1543 y 1544 “las concesiones virreinales de tierras en la provincia chichimeca se fueron incrementando, tal es el caso de las otorgadas a Martín Jofre para criar gusanos de seda, o al famoso conquistador Gil Gonzales para criar ganado (p.23).

Para Blanco (2010) la razón por la que el Bajío de finales del siglo XVII se ganó el apelativo de granero de nueva España, “radicaba en su estructura agrícola, que distaba mucho de las prevalecientes en otras regiones” (p.87-91). La particular conquista de Guanajuato se debió a su tipo de poblamiento, su ubicación estratégica y a la fertilidad de sus suelos de echo estas características le valieron para adquirir el sobrenombre de “Mesopotamia mexicana”. Aunado a esto, la existencia de los mercados minero y textil, permitieron según Blanco (2010) “la consolidación de formas de producción y distribución de recursos de tipo más capitalista, sobre todo porque la producción estaba orientada a demandas específicas, en expansión y con encadenamientos clave dentro de los distintos ciclos productivos” (87-91).

A diferencia de las estrategias chichimecas para captar agua de lluvia, en la etapa del granero de la nueva España las empresas agrícolas y ganaderas prevalecieron en la intendencia de Guanajuato bajo nuevos preceptos sobre los elementos biofísicos y se

inició con una paulatina desaparición de los centros de población indígena. Las cifras que demuestran el cambio en la composición del territorio de acuerdo con Blanco (2010) son que “para 1792, en Guanajuato había registrados un total de 50 pueblos, 421 haciendas y 889 ranchos, lo que muestra la importancia de las empresas agrícolas y ganaderas de medianas dimensiones” (p.87-88).

Después de esta breve revisión al patrimonio cultural asociado con el agua, nos permitiremos presentar a continuación una tabla en la que sintetizamos el proceso de transición socio-ecológica que se ha desarrollado debido a las diferentes formas de apropiación, valorar y significar los elementos biofísicos en los planos humanos. La tabla se presenta de la siguiente manera. En la primera columna encontramos el período que abarcó el grupo cultural, en la segunda columna incluimos el nombre que se les ha dado a estos grupos sociales, en la tercera columna las actividades culturales asociadas con el agua y finalmente en la cuarta columna algunos de los factores que vulneraron las condiciones de estabilidad sociocultural y propiciaron la transición socio-ecológica.

Transiciones socio-ecológicas

Período	Cultura	Actividades culturales asociadas con el agua	Factores que vulneraron las condiciones culturales y propiciaron la transición socio-ecológica
800 a.c-450	Chupícuaro	Alfarería y agricultura	Época de sequía y colapso de la agricultura.
1000-1350	Chichimecas	Agricultura, sistemas de captación de agua de lluvia	Las incursiones de la corona española.
1526-1939	Granero de la nueva España	Ganadería, Sistemas de riego con grandes inversiones, El río Lerma fungía como frontera natural.	La construcción de megaproyectos para regar. (Presa de Solís)
Actualidad	Insostenibilidad socio-ecológica	Dinámica de producción de alimentos globa.	Insostenible extracción de agua de los acuíferos.

Tabla 1 “Tradiciones culturales” Elaboración propia con datos de Blanco (2011) Powell (2019), Archivo General e Histórico municipal de Acámbaro, Guanajuato, (AGHMAG), Ríos (2010), Ochoa Et. al (1985) Valencia (1998) Darras (2008) Argueta (1997)

A partir de este ejercicio retrospectivo sobre las transiciones culturales que han vulnerado las condiciones de estabilidad de los socio-ecosistemas, observamos que con la

construcción de la presa de Solís que fue entre los años 1939 y 1949, se dio inicio a una nueva etapa cultural y consecuentemente, a una nueva forma de apropiar, valorar y significar los elementos biofísicos.

Esta nueva etapa de acuerdo con Boff (2013) representa un momento crítico para la humanidad que tiene que ver con *el sistema económico-financiero mundial* industrializado, consumista, despilfarrador y contaminante que logro hacer de la economía el eje articulador y constructor de las sociedades, además, *el libre mercado* es otro de los factores que han acentuado las crisis socio-ecológicas ya que se convirtió en la realidad central, sustrayéndose al control del estado y de la sociedad, transformándolo todo en mercancía.

Aunado a esto, *la injusticia mundial* que ha desgarrado el tejido social, desplazando a las periferias de las ciudades, a seres humanos marginados y excluidos de los bienes y servicios que garanticen las condiciones mínimas para su desarrollo. Por último, *la creciente decimación o disminución de la biodiversidad* es otro de los factores que nos permite definir la crisis en la que nos encontramos ya que está relacionada con el intensivo uso de agrotóxicos y pesticidas que devastan a los microorganismos (Bacterias, virus y hongos) que habitan en los suelos y garantizan la fertilidad de la tierra Boff (2013).

Los problemas socio-ecológicos en el contexto global que han surgido con la cultura de nuestros tiempos, han llevado a científicos, artistas, políticos, religiosos y representantes de comunidades indígenas a unir sus voces a través de documentos como la carta de la Tierra. En el preámbulo de este documento en particular, la diversidad de voces señala que “nos hallamos ante un momento crítico en la historia, en una época en la que la humanidad debe elegir su futuro” Por lo tanto, la elección es nuestra y tiene que ser entre formar una alianza global para cuidar la Tierra y cuidar unos de los otros o, por el contrario, arriesgarnos a ser destruidos y a destruir la diversidad de la vida” Carta de la Tierra (2000).

1.6.- La insostenibilidad del orden socio-ecológico.

¿Pero cómo llegamos al estado de insostenibilidad socio-ecológica que atenta contra nuestro presente y el futuro de las generaciones venideras? Para Boff (2013) son seis las causas que nos han puesto ante este insostenible escenario:

1.- La Visión de la tierra como cosa y baúl de recursos.

Esta causa tiene que ver con el desarrollo y espíritu científico que comenzó en el siglo XVI introduciendo la idea de los dualismos, ubicando a los humanos por un lado y por el otro lado la naturaleza. De este modo la tierra y los diferentes sistemas de soporte de vida, fueron vistos como una cosa meramente externa, una realidad sin espíritu y sin propósito que representa un depósito interminable de recursos para el desarrollo ilimitado de las expectativas humanas Boff (2013).

2.- El antropocentrismo ilusorio.

Esta causa tiene que ver con el hecho de que los humanos se han puesto al centro de todas las cosas, dicho de otra forma, los humanos consideran que los sistemas de vida terrestre tienen que girar en torno a sus planes y proyectos de vida. Los sistemas de soporte de vida bajo el antropocentrismo ilusorio están ahí para ser poseídos, administrados y subyugados a las expectativas humanas.

Se dice que es un antropocentrismo ilusorio, porque la idea de poner al ser humano al centro del cosmos es una ilusión, pues el homo sapiens es una de las especies más recientes en la historia y conformación del planeta como lo conocemos hoy. El problema de este hecho es que el ser humano bajo esta idea antropocentrista coloca a las personas fuera de la naturaleza como si no formara parte de ella Boff (2013).

3.-El proyecto de la modernidad: el imposible progreso ilimitado.

Esta tercera causa de sostenibilidad socio-ecológica tiene que ver con que los deseos, expectativas e ideales en los proyectos humanos no conocen límites. Sin embargo, la evidencia científica ha dado cuenta de que las capacidades de los sistemas de soporte de vida si tienen márgenes que sirven para mantener un estado de equilibrio en los sistemas terrestres, y por este motivo los proyectos de modernidad de los humanos no

son sostenibles. El desarrollo de esta lógica de acuerdo con Boff (2013) ha conducido a dos grandes problemas, por un lado, una acumulación desigual de los viene producidos y por otra parte una devastación de la tierra.

4.-La visión compartimentada, mecanicista de la realidad.

La causa de insostenibilidad socio-ecológica de la visión compartimentada, radica en el hecho de que la cosmovisión del ser humano ha perdido de vista la totalidad del sistema en que habitamos en beneficio de las partes. Para Boff, (2013) la fragmentación de la realidad y del sistema de soporte de vida del planeta, ha dado como resultado del desarrollo de ciencias específicas. El problema de esta causa radica en que se pierde de vista, que todo forma parte de un organismo inter- retro- relacionado que no se rige por relaciones mecánicas de causa efecto, sino por una compleja serie de factores que se influyen mutuamente para co-evolucionar.

5.- El individualismo y la dinámica de la competición.

La causa de insostenibilidad socio-ecológica del individualismo y la dinámica de competición radica en que estas son el motor fundamental de la acumulación capitalista. Para Boff (2013) el individualismo y la dinámica de competición se contraponen, son hostiles a la lógica de la naturaleza y de la vida humana, ya que estas están cimentadas en la cooperación y la interdependencia.

6.- La primacía del desperdicio sobre el cuidado, del capital material sobre el capital humano.

Boff (2013) señala que esta causa de insostenibilidad socio-ecológica tiene que ver con que el mundo se ha convertido en un supermercado en el cual se ofrece todo tipo de bienes materiales a quienes puedan adquirirlos. Esta situación ha dado como resultado una cultura de consumo, en la cual las dimensiones espirituales y profundamente humanas se dejaron al margen o simplemente quedan relegadas al ámbito de lo privado.

En el contexto de la insostenibilidad socio-ecológica en la que nos encontramos, se ha ido perfeccionando la perspectiva del Desarrollo Sostenible como medio para armonizar las expectativas humanas con los límites de la tierra, es decir, para proponer un plan de

acción global que ponga fin a los problemas sociales, económicos y ambientales que caracterizan a la cultura contemporánea.

6.1 Hacia una relación socio-ecológica más sostenible con el agua

Para autores como Kates, (2005) la perspectiva del Desarrollo Sostenible nace de las aspiraciones del mundo en la mitad del siglo XXI, “para encontrar la paz que las guerras habían perturbado, así como la libertad, el desarrollo y el cuidado de medio ambiente” (p.10), cabe agregar sobre esta perspectiva de desarrollo, que ha transitado por una serie de acuerdos y tratados internacionales por aproximadamente 50 años. A partir de esta disponibilidad e interés global por los problemas comunes, se han ido promulgando diferentes propuestas hasta llegar al plan de acción global para alcanzar los Objetivos del Desarrollo Sostenible como se muestra en la siguiente tabla.

PROCESOS DE TRANSICION DE LA PERSPECTIVA DEL DESARROLLO SOSTENIBLE		
CUANDO	DÓNDE	ACCIÓN
Estocolmo (1972)	Conferencia sobre Medio Ambiente Humano	Surge
Roma, (1987)	Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo	Define
Rio de Janeiro (1992)	Cumbre de la Tierra	Operativiza
New York (2000)	Cumbre del Milenio (ODM)	Complementa
Johannesburgo (2002)	Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible	Reinventa
Copenhague (2009)	Cumbre para el Cambio climático	Evalúa
Río+20 (2012)	Conferencia sobre Desarrollo sostenible	ODS
New York (2015)	Agenda 2030	Plan de acción global

Tabla 3. “Proceso de transición de la perspectiva del Desarrollo Sostenible” Elaboración propia con información de: FAO. (2021), ONU (2021), CEPAL. (2021), UN. (2021), UNAM (2021)

Sin lugar a duda el interés permanente las Naciones Unidas para hacer frente a los problemas socio-ecológicos que ha sido ocasionados por la cultura contemporánea es evidente e indiscutible. Sin embargo, las transformaciones culturales hacia la sostenibilidad representan retos complejos con los cuales las sociedades, los gobiernos y la misma academia tendrá que abordar, mediante un equipamiento de capacidades

específicas en los agentes que conforme el campo científico dedicado a la sostenibilidad Redman (2021).

Kates (2005), Newman (2015) y Roberts, (2001) como científicos de la sostenibilidad coinciden en que los problemas socio-ecológicos en el contexto global, requieren de una comprensión del carácter fundamental de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad mediante la negociación del conocimiento. Esto se debe entre otras cosas, al reconocimiento de los reduccionismos disciplinarios en las áreas económicas, social y ambiental que, de manera individual, están lejos de aportar un análisis integral y holístico en torno a los fenómenos en los cuales la sociedad y los medios que soportan la vida están interactuando.

Para Wikson (2006) en el área económica, por ejemplo “existe un creciente énfasis en el desarrollo de las economías del conocimiento que promuevan la generación de una comprensión dirigida a resolver las consecuencias de los problemas que se han originado bajo una perspectiva exclusivamente económica” (p.1047).

Por otro lado, desde los enfoques de las ciencias sociales se han incrementado los esfuerzos académicos, “en los llamados a una interacción con la población, que dicho sea de paso es cada vez menos comprometida, por lo que las investigaciones apuntan en direcciones más participativas, consultivas y deliberadas”. Ante el reconocimiento de las limitaciones de los enfoques económicos y sociales, las Ciencias de la Sostenibilidad se ha pronunciado, por la necesidad de una creciente demanda de investigación que tenga en cuenta los contextos complejos y las interacciones entre el sistema económico, natural y el social (Wikson, 2006, p. 1047).

Estas limitaciones de los enfoques disciplinarios para enmarcar los problemas de insostenibilidad del orden socio-ecológicos, se pueden lograr desde las Ciencias de la Sostenibilidad a través del proceso interactivo de negociación de valores, epistemologías y conocimiento, es decir a partir de un pluralismo epistémico. (Miller, 2008).

Otro de los planteamientos o recomendaciones que han surgido de los científicos de la sostenibilidad, tiene que ver con la importancia de vincular los procesos globales, con las características ecológicas y sociales de lugares y sectores particulares. Sobre este tema Eaking (2006) ha logrado establecer que “las repercusiones ambientales y sociales en lugares geopolíticamente delimitados, responden a lógicas y actividades que no son planeadas ni proyectadas por los agentes locales, que son en la mayoría de los casos quienes padecen dichos problemas socio-ecológicos” (p.371). Es decir que, para abordar un problema del orden socio-ecológico desde la perspectiva de las Ciencias de Sostenibilidad, es importante identificar no solo los escenarios locales, sino además monitorear los flujos de entrada y salida del socio-ecosistema a una escala más amplia.

Antes de concluir vale la pena agregar que las Ciencias para la Sostenibilidad son un intento de fortalecer el diálogo entre la sociedad y la ciencia y, por lo tanto, un servicio proporcionado por la ciencia a la sociedad Spangerberg (2011). Este planteamiento nos resulta valioso en el sentido de que el tiempo es un factor que juega en contra de los problemas complejos, por lo tanto, los esfuerzos tienen que ser mutuos. Sobre este tema McKenzie-Mohr (2011) ha encontrada a través de numerosos estudios que los programas educativos por si mismos tiene muy poca o nada de efecto en la adopción de comportamientos sostenibles. En consecuencia, el fortalecimiento de las relaciones entre los tomadores de decisiones, los cuerpos académicos y la sociedad organizada es un elemento indispensable para transitar a escenarios más sostenibles.

Una vez expuestos las diferentes perspectivas y conceptos teórico entorno a nuestra pregunta de investigación, daremos por agotado este primer capítulo señalando que la transición cultural de la agricultura con fines rituales a la agricultura industrializada implica un problema complejo del orden socio-ecológico en el contexto global.

Este tipo de problemas de acuerdo con los planteamientos que hemos examinado tiene que ser abordados mediante enfoques que analicen de forma simultánea las complejas y sistémicas relaciones entre las esferas económicas, social y ambiental. Para tal caso vimos que el concepto de los sistemas socio-ecológicos, así como el de la vulnerabilidad

socio-ecológica han ganado aceptación entre la comunidad científica dedicada a la transformación hacia la sostenibilidad.

Por otra parte, desde la perspectiva latinoamericana de la Ecología Política se propone reescribir la historia en la región a partir de pautas y comportamientos orientados por formas de apropiación, significación y valoración de la naturaleza distintas al modelo occidental ya que estas han sido algunas de las causas del colapso de los sistemas terrestre en los territorios que comprenden este continente.

En conclusión, la revisión que hicimos sobre la concepción simbólica de la cultura, las representaciones sociales y los conceptos de apropiación, significación y valoración nos permitieron comprender que, las pautas humanas están orientadas por un núcleo en el cual se concentran las ideologías de los grupos humanos. Diremos, por lo tanto, que los dilemas de insostenibilidad socio-ecológica que han resultado de la cultura contemporánea, se han llevado a la agenda pública global mediante diversos acuerdos y tratado incluso mediante un plan global de Objetivos para el Desarrollo Sostenible que tendrá que ser afrontado mediante enfoques y perspectivas científicas dedicadas a la sostenibilidad.

CAPÍTULO 2.

El sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

El concepto de los sistemas socio-ecológicos ha ganado gran aceptación en los últimos años debido a su utilidad en respuesta a los problemas complejos asociados a las crisis ambientales, como es el caso de la insostenible extracción de agua de los acuíferos. En este sentido, la finalidad del presente capítulo es estructurar un sistema socio-ecológico para el Acuífero del Valle de León a partir de los componentes biofísicos y sociales que giran en torno a la relación del subsistema agrícola y el agua.

En esta vía y siguiendo la recomendación sobre la importancia de dejar claros los límites geopolíticos del sistema socio-ecológico que se pretenda analizar, así como la escala mayor a la que el sistema opera, iniciaremos haciendo referencia a los datos que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) publicó en el año 2020 sobre el acuífero del Valle de León y el organismo de cuenca al que jurisdiccionalmente está inscrito.

Posteriormente nos referiremos a las determinantes biofísicas del sistema socio-ecológico del acuífero, que estarán representadas por la Fisiografía e Hidrografía. Estas determinantes son importantes porque como explicaremos más adelante inciden directamente en el flujo de entrada natural de agua al sistema.

Una vez descritas las determinantes biofísicas daremos paso a la descripción de los componentes del subsistema agrícola a partir de datos que nos permitan conocer a los usuarios, sus procesos de producción y sus respectivas unidades de trabajo. En el caso de los usuarios del agua, iniciaremos agrupándolos a partir de los volúmenes que tiene concesionados por parte de la CONAGUA, después explicaremos algunas de las características sociodemográficas de dichos productores, así como la forma en que están constituidas las unidades de producción según los títulos que amparen la tenencia de sus tierras.

En lo que se refiere a los procesos productivos de los agricultores, incluiremos un apartado en el que se describan los alimentos que actualmente cultivan, el tipo de riego, así como los paquetes tecnológicos que han adoptado con el objetivo de insertarse en una dinámica de producción de alimentos global e industrializada.

Una vez expuestos los componentes de subsistema agrícola, daremos paso a las determinantes sociopolíticas. Para este caso la Ley de Agua Nacionales (LAN), nos dará la pauta para conocer no solo a los agentes que interviene en la administración y gestión del agua, sino que además nos permitirá conocer cuáles son las facultades que tienen dichos agente político-administrativos para procurar la sostenibilidad de las aguas nacionales.

Revisamos también los volúmenes de entrada y salida de agua al sistema conforme a la Actualización de la Disponibilidad para el Acuífero del Valle de León en el periodo 2020. Mediante esta revisión, corroboraremos que actualmente los volúmenes de agua concesionados al sector agrícola por parte de la CONAGUA son mayores a los volúmenes de recarga natural del acuífero, es decir, que existe un déficit hídrico.

Siguiendo con esta secuencia, el presente capítulo finaliza con la presentación de un diagrama en el que agrupamos las determinantes que conforman la estructura del sistema socio-ecológico de acuífero de Valle de León. A través de este diagrama podremos determinar entre otras cosas, la complejidad del sistema, si este responde o no de manera lineal a las diferentes fuerzas sociales y ambientales ya sea internas o externas y si existe o no influencia mutua entre sus componentes.

2.1 Antecedentes sobre el acuífero del Valle de León.

El Acuífero del Valle de León, forma parte del organismo de cuenca VIII Lerma, Santiago, Pacífico. Esta región está ubicada en la zona centro-occidente y abarca un territorio de 191,500 kilómetros cuadrados integrado por los estados de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas CONAGUA (2020).

Para el año 2018 el sector agrícola sembró 1'393,320 hectáreas con algún tipo de riego, de esta cantidad, 389,908 se localizan en los distritos de riego y el resto en unidades de riego según la CONAGUA (2020).

En esta región existen de acuerdo con datos publicados por la CONAGUA (2020), 15 distritos de riego y para el ciclo 2012-2013 se cosecharon 386,515 hectáreas, con una producción de 7'166,858 toneladas. El valor de cosecha para este ciclo fue de 14 mil millones de pesos, destacan entre los cultivos la producción de maíz, sorgo y caña de azúcar.

En lo que a los volúmenes de agua concesionados se refiere, la CONAGUA publicó que actualmente esta región cuenta con 15,012 hectómetros cúbicos, de los cuales el 82% es utilizado en la agricultura y el nueve por ciento para el abastecimiento público urbano.

Después de revisar algunas las características de la región hidrológica Lerma-Santiago-Pacífico, que para los fines del presente capítulo representan la escala mayor a la que opera el sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, revisaremos a continuación los antecedentes del acuífero que nos atañe.

En principio es conveniente tener en cuenta que un acuífero es cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan y se almacena agua del subsuelo CONAGUA (2020). Estos cuerpos de agua han sido catalogados y estudiados por el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Aguas Subterráneas (SIGMA), en el caso del acuífero del Valle de León, este ha sido identificado con la clave 113 dentro del sistema que hemos referido.

2.1.1 Localización

El acuífero del Valle de León se localiza en el extremo centro occidental del estado de Guanajuato. Limita con el estado de Jalisco y se ubica entre los paralelos 20°52' y 21°22' de latitud norte y los meridianos 101°25' y 101°50' de longitud oeste, y cubre una superficie aproximada de 1,321 km². Limita también con el acuífero de Ocampo, al noreste con Cuenca Alta del Río Laja, al sur y sureste con Silao-Romita, al sur con La Muralla de acuerdo con datos publicados por la CONAGUA (2018).

2.1.2 Limites geopolíticos.

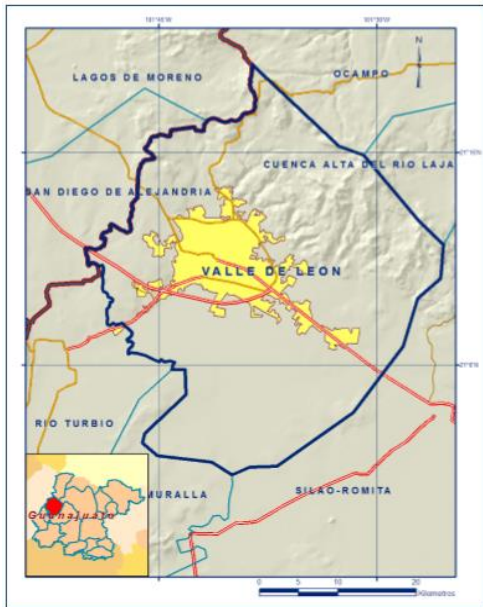


Ilustración 2 “Limites geopolíticos del acuífero del Valle de León” fuente: CONAGUA, (2018)

Geopolíticamente, el acuífero comprende casi la totalidad de la superficie municipal de León, porciones menores de Silao y Romita, así como pequeñas áreas de los municipios de San Francisco del Rincón, Guanajuato y San Felipe.

Este acuífero pertenece al consejo de Cuenca Lerma-Chapala y fue instalado el 28 de enero de 1993. La jurisdicción territorial pertenece a la Dirección Local que se encuentra en Guanajuato. CONAGUA (2020).

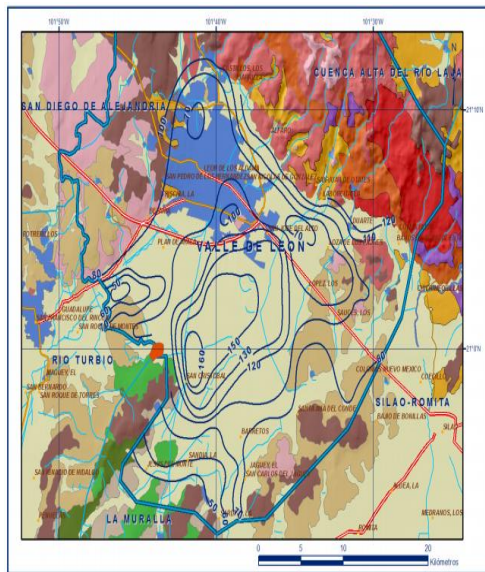


Ilustración 3 “Profundidad del nivel estático” Fuente: CONAGUA 2022

2.1.3 Profundidad del nivel estático.

Los valores más profundos del nivel estático van de los 120 a 160 m. y se registran en la porción central y al norte, hacia las estribaciones de la Sierra de Guanajuato. Por otra parte, en la zona urbana de León la profundidad al nivel del agua subterránea varía de 80 a 100 m.

Los niveles menos profundos, con valores de 50 a 70 m, se presentan en la región suroccidental del acuífero, entre las localidades Plan de Ayala y San Francisco del Rincón. Algunas de las comunidades en esta zona son: San Roque, El ramillete, Puerta de San German, San Antonio de la Paz y Estancia de los Sapos CONAGUA (2020).

2.1.4 Censo de aprovechamientos e hidrometría.

De acuerdo con los resultados del censo realizado por la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato en 2008 CEAG (2016), había 1416 captaciones del agua subterránea, de estos pozos 1037 son para uso agrícola, 229 para abastecimiento de agua potable, 95 para uso de servicios, 31 más para uso doméstico-pecuario y 15 para uso industrial.

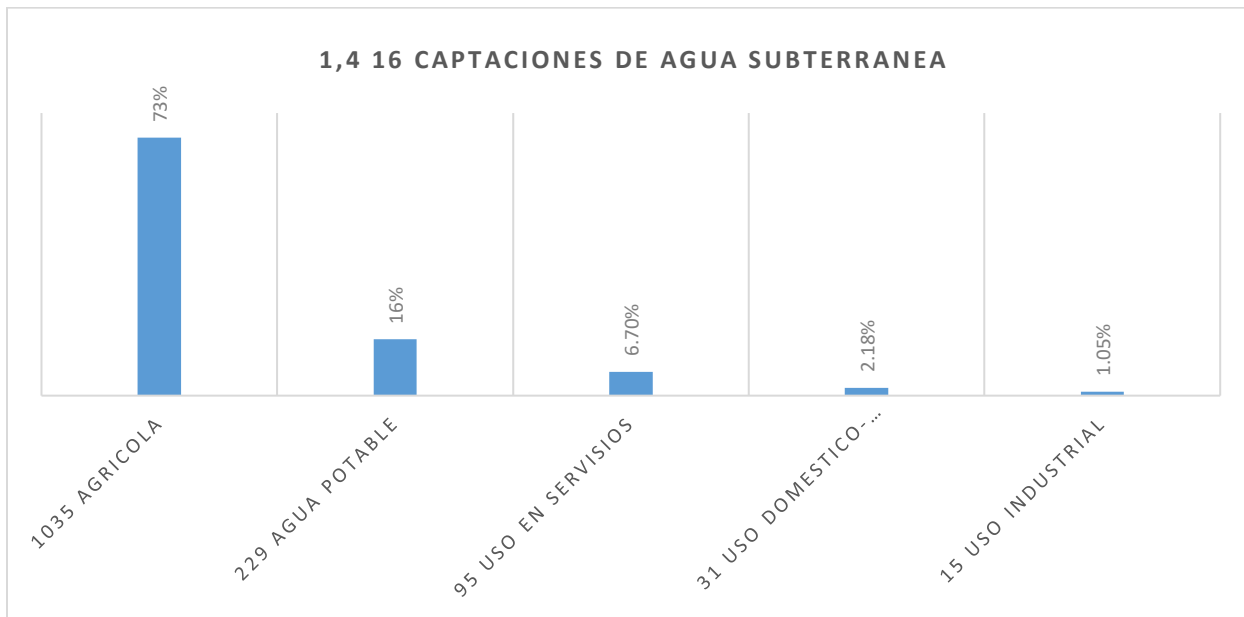


Gráfico 1. "Captaciones de agua subterránea" Elaboración propia con datos consultados en la CEAG, (2016)

Como se observa en el gráfico 1, el sector agrícola demanda el 73% del agua que se extrae del acuífero, esta agua se extrae mediante 1,035 pozos que en su mayoría se encuentran la zona norte y sur de la ciudad de León.

2.1.5 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA) para el acuífero del Valle de León.

Cabe hacer notar que para la CONAGUA (2020), la disponibilidad de aguas subterráneas se constituye a partir del volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, es decir corresponde al volumen de agua al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicionalmente a los volúmenes de extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, la disponibilidad de agua para el acuífero del Valle de León se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual (**R**), el valor de la descarga natural comprometida (**DNC**) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (**VEAS**).

$$\text{DMA} = \text{R} - \text{DNC} - \text{VEAS}$$

$$\text{DMA} = 124.5 - 0.0 - 176.376100$$

$$\text{DMA} = - 51.876100 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

En conclusión, este resultado muestra que no existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones. Por el contrario, el acuífero del Valle de León presenta un **déficit de 51'876,100 m3 anuales** que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero. CONAGUA (2020).

2.2 Determinantes y componentes del sistema socio-ecológico del Acuífero del Valle de León.

Una vez que revisamos las condiciones en torno al acuífero, en esta sección delimitaremos la estructura del sistema socio-ecológico del Acuífero del Valle de León, a partir de las determinantes biofísicas, la descripción del subsistema agrícola y las determinantes sociopolíticas. Es importante tener en cuenta que, si bien describiremos cada uno de estos componentes de manera separada, la suma de dichos componentes se integrara en la parte final del capítulo toda vez que forman parte del mismo sistema.

Por otra parte, reiteramos que este ejercicio atiende a las recomendaciones que han surgido desde la perspectiva de los sistemas socio-ecológicos en el sentido de la importancia que tiene Incorpora al ser humano ya no como un actor externo a los ecosistemas sino como otro de sus componentes integral, inseparable y dependiente que interviene internamente en su evolución Challenger (2014).

Es decir que esta perspectiva del sistema socio-ecológico, ha surgido en respuesta a las crisis ambientales y ha sido de gran utilidad al momento de analizar de manera simultánea las esferas social y ambiental, con el fin de comprender en un sentido más amplio el lugar que los humanos ocupamos en el planeta.

Por consiguiente, la delimitación de este sistema socio-ecológico para el acuífero del Valle de León, nos permitirá explicar por qué las pautas humanas y los volúmenes de agua tiene que ser analizados de manera simultánea, si pensamos adaptar en algún momento nuestras pautas de desarrollo con las capacidades hídricas de los acuíferos.

2.2.1 Determinantes biofísicas

Las determinantes biofísicas para el sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León son importantísimas, ya que de estas determinan los flujos de entrada de agua natural al sistema. La fisiografía por ejemplo nos permite explicar a través de las elevaciones, las rocas, el clima entre otros elementos, como y hacia donde fluye el agua en el municipio.

Por su parte la hidrografía permite conocer cuáles son las corrientes y cuerpos de agua naturales que escurren y se infiltran en el subsuelo. La hidrografía además da cuenta de los escurrimientos de aguas superficiales que se han modificado como resultado de las intervenciones humanas. En resumen, las determinantes biofísicas que a continuación presentamos forman parte del ciclo natural a partir del cual el agua es conducida y depositada en el manto acuífero del Valle de León.

2.2.1.1 Fisiografía.

De acuerdo con la clasificación del Instituto de Geografía Estadística e Informática (INEGI, 1997), el acuífero se encuentra en las provincias Eje volcánico y en la provincia fisiográfica Mesa Central, en las subprovincias Bajío Guanajuatense y Altos de Jalisco, y la discontinuidad llamada Sierra de Guanajuato pertenecientes a las provincias previamente enunciadas CONAGUA (2020).

Sobre la provincia del Eje Neovolcánico Ortega-Gutiérrez (1992), señala que ésta es una provincia cenozoica de origen volcánico formada en un ambiente tectónico de arco continental, este eje se caracteriza por una secuencia de rocas volcánicas de composición andesítica y basáltica producto de coladas de lava, conos cineríticos, domos de lava que se emplazaron en episodios sucesivos entre el Mioceno y el Cuaternario.

Por otra parte, y de acuerdo con la CONAGUA (2020), la provincia Mesa Central se caracteriza por presentar terrenos predominantemente planos, de los cuales destacan los valles extensos ubicados al oriente de los municipios de San Luis de La Paz y entre San José Iturbide y Doctor Mora. Las principales elevaciones de esta provincia están formadas por rocas volcánicas de tipo riolítico, que forman las serranías altas.

Sobre las subprovincias Bajío Guanajuatense la CONAGUA (2020) señala que, predominan los derrames basálticos, numerosos volcanes y lagos, cuya morfología, orientación y distribución sugieren que representan fosas tectónicas. Estas subprovincias presentan llanuras de aluviones y lomeríos asociados a mesetas (p.9)

Por su parte la subprovincia Altos de Jalisco se caracteriza por amplias mesetas de origen predominantemente volcánico de origen lávico y presenta mayor densidad de

topoformas degradativas, generada por disección hídrica y abundancia de valles profundos. (p.10).

Clima: con base en la clasificación de Köppen rectificada por García (1964) y consultada en CONAGUA (2018), en el área cubierta por el acuífero del Valle de León, predomina un clima semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, y una temperatura media anual que varía de 16.9 a 20 °C, en el que mayo y junio son los meses más calurosos del año. De manera más específica, se puede decir que en este territorio están presentes durante el ciclo anual, cinco tipos de clima, las cuales a continuación se presenta.

Clima semiseco semicálido, está presente en la porción central del área y se caracteriza porque la evaporación es mayor a las precipitaciones. La temperatura media anual para este clima en el área de acuífero es de 19°C, con un registro máximo de 24°C en el mes de mayo y un mínimo de 15°C en los meses de enero y diciembre CONAGUA (2020).

En lo que al Clima semicálido subhúmedo corresponde, este es el clima menos húmedo que se presenta en el estado de Guanajuato; comprende la parte inferior del área del acuífero. La precipitación media anual oscila entre los 700 a 800mm, siendo el mes de agosto el de mayores precipitaciones (160-170mm) y el mes de febrero el de menores precipitaciones (menos de 5mm). La temperatura media anual es de 19°C con registros de temperatura de hasta 24°C en el mes de mayo y la más baja de hasta 15°C CONAGUA (2020).

Sobre el clima templado subhúmedo, se registra en las partes topográficamente más altas del área en donde se localiza el acuífero, es decir en el flanco suroccidental de la Sierra de Guanajuato. La precipitación media anual de esta temperatura fluctúa entre los 700 y 800 mm, con mayor incidencia de lluvias en el mes de agosto (170-180mm) y la menor en febrero (5mm). El registro de la temperatura media anual para este clima es de 17°C, con una máxima de 22°C en el mes de mayo y una mínima de 13°C en el mes de enero CONAGUA (2020).

El Clima templado subhúmedo tiene una precipitación media anual que oscila entre los 700 y 800 mm y la temperatura media anual varía entre los 16 y 18°C con valores máximos en el mes de julio (120 a 130 mm) y el mes más seco es febrero con un valor

menor de los 10mm. El mes de mayo registra las temperaturas máximas de 21 a 22°C y el mes de enero el más frío con temperaturas de 11 a 12°C CONAGUA (2020).

Finalmente, el clima templado subhúmedo tiene una temperatura promedio de 12 a 18°C, el mes más frío se registran de 3 a 18°C y la del mes más caliente es mayor a los 6.5°C. La precipitación anual de este clima es de 1092mm, siendo el mes de febrero el más seco y julio el más húmedo con 228mm de precipitaciones CONAGUA (2020).

Con base en las características que hemos descrito, el estudio de la disponibilidad de agua para el acuífero del Valle de León realizado por la CONAGUA con datos de INEGI señala que los valores promedio anuales de precipitación, temperatura y evaporación potenciales son 615mm/año, 18.2°C y 615.6mm, respectivamente.

2.2.1.2 Hidrografía.

De acuerdo con la CONAGUA (2020) la principal corriente es la del río de los Gómez, que es en la actualidad el colector público de las aguas residuales de la ciudad de León Guanajuato, este cause sigue una dirección noroeste-suroeste, desde la presa El palote, ubicada al norte de la ciudad hasta la ciudad de San Pancho, donde se encuentra con el Río Turbio. Las afluentes principales de dicha corriente son el arroyo Los Castillos y Hacienda Arriba, los cuales a su vez reciben aportaciones de corrientes intermitentes que bajan desde la sierra de lobos. (p.21)

En algunos sitios el escurrimiento de las aguas superficiales ha sido modificado con la construcción de almacenamientos superficiales tal es el caso de la Presa el Palote, Presa San Juan de Otates, Presa la Laborcita y el Barril, por la adición de aguas negras a drenes naturales o por la construcción de oxidación sobre el cauce del río de los Gómez.

Es importante señalar que existen otros escurrimientos como los arroyos San Juan de Otates, La noria, las Joyas, Los Sauces, La tinaja, Alfaro y El Salto que descienden de la Sierra de Guanajuato hasta internarse en el Valle, donde algunos volúmenes de agua son interceptados por canales de riego y otro se infiltran en el subsuelo CONAGUA (2020).

Después de revisar las determinantes biofísicas que abastece y dota de agua al municipio de León, podemos decir que estas propiedades operaron y dotaron de agua regularmente el territorio que comprende el acuífero. Sin embargo y como veremos enseguida, el sector agrícola ha crecido a tal grado que, la demanda de agua ha superado las capacidades que pueden ser proporcionadas de manera natural por los procesos en los que intervienen estas determinantes biofísicas.

2.2.2 EL Subsistema agrícola.

Dentro de los límites geopolíticos que hemos descrito y a partir de las determinantes biofísicas que caracterizan al territorio en el que se localiza el acuífero del Valle de León, las actividades agropecuarias como la producción, comercialización, distribución y venta, son planteadas en este trabajo como un subsistema.⁴ Este subsistema, está especializado en abastecer de alimentos (energía) no solo a los humanos que habitan en la ciudad, estado y el país sino que además se ha tecnificado a tal grado que en la actualidad se exportan los alimentos para consumo de personas que viven fuera del territorio nacional.

Estas actividades agropecuarias como lo documentamos en el marco teórico han transitado por un proceso de aproximadamente 2671 años en los cuales la domesticación de las plantas y los animales se ha ido adaptando y prosperando gracias a los elementos biofísicos del territorio. Esta constante apropiación, significación y valoración de los elementos biofísicos en torno a la producción de alimentos, se ha centrado en la actualidad en las demandas humanas mediante procesos cada vez más tecnificados y especializados hasta llegar a lo que aquí definimos como el subsistema agropecuario.

Es importante tener en cuenta que en la actualidad el subsistema agrícola, representa una demanda del 52%⁵ del agua que se extrae del acuífero, esto quiere decir que este subsistema consume la mayor cantidad de agua y de ahí la importancia de conocer su

⁴ Entendemos como un subsistema el conjunto de elementos y procesos que forman un sistema que es parte de un sistema mayor. En este caso el subsistema agrícola forma parte del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

⁵ Comisión Nacional del Agua CONAGUA. Programa estatal hídrico de Guanajuato, 2015.

conformación, porque como lo hemos señalado las propiedades autorreguladoras del acuífero están amenazadas debido a la intensiva extracción que los productores hacen del vital líquido para abastecer las demandas humanas.

Por lo aquí señalado, durante este apartado describiremos algunos de los componentes del subsistema que nos invitan a pensar en las sistémicas y complejas relaciones de este subsistema con la insostenible extracción de agua.

En primer lugar, hablaremos de los usuarios del agua. Este componente del subsistema se dividirá en tres grandes grupos que nos permita conocer los volúmenes que tienen concesionados por parte de CONAGUA, de esta manera podremos establecer a los pequeños, medianos y grandes consumidores del agua que ese extrae del acuífero. En segundo lugar, revisaremos algunas de las características sociodemográficas para comprender cuales son los servicios y condiciones en que los usuarios viven como resultado de su actividad agrícola.

Posteriormente destinamos un apartado en el que analizamos la conformación de las unidades de producción, con relación a la superficie de tierras y sus respectivos títulos de propiedad. Agregamos además un apartado para describir cuáles son las características productivas en virtud de los productos que actualmente se cultivan, así como el número de hectáreas y unidades de producción destinadas a cada uno de los cultivos.

Finalmente presentamos un apartado en el que se exponen las tecnologías que se utilizan para hacer uso del agua, así como los agroquímicos que permiten a los productores sostener la demanda de alimentos para que los humanos subsistamos con el cultivo de sus tierras.

No está por demás remarcar que este subsistema agrícola, es dependiente de las determinantes biofísicas que previamente referimos en este trabajo, es decir que, si bien enlistamos a continuación una serie de componentes para describir el subsistema agrícola, no es posible comprender como funciona este subsistema, sin las reciprocas relaciones que se dan con los elementos biofísicos, particularmente con el agua.

2.2.2.1 Los usuarios del agua.

Dentro de los cambios que han surgido en torno a la relación del sector agrícola y los elementos biofísicos, podemos encontrar la creación de instituciones para regular y dotar de manera ordenada las propiedades de los ecosistemas, tal es el caso del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA).

Este registro forma parte del andamiaje institucional de la CONAGUA, de la cual ampliaremos en el apartado de determinantes socio políticos, sin embargo cabe señalar por el momento, que el objetivo de este REPDA es el de “proporcionar información y seguridad jurídica a los usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, a través de la inscripción de los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga, haciendo constar la titularidad de los derechos inscritos y los cambios en sus características” CONAGUA (2022).

En este sentido y con base a dicho REPDA, presentamos los resultados de una consulta sobre el organismo de cuenca “Lerma Santiago Pacífico”, en el Estado de “Guanajuato” respecto al acuífero “Del Valle de León” en el municipio de “León” y específicamente sobre los títulos que amparan exclusivamente el “Uso Agrícola”, a fin de conocer y establecer grupos de usuarios con relación a los volúmenes de agua que tienen permitido extraer del acuífero.

En el primer grupo se encuentran los usuarios de agua cuyos volúmenes concesionados son de 0.00 a 100,000 m³, en segundo lugar, los usuarios con un volumen que va de los 100,001 hasta 500,000 m³ y finalmente los usuarios cuyos volúmenes oscilan entre los 500,001-1, 000,000.m³.

Al amparo de este ejercicio, es posible estimar la distribución del agua entre los diferentes usuarios, así como precisar sobre los porcentajes que dichos volúmenes representan para el acuífero en cada uno de los grupos y sus respectivos usuarios.

Grupo de usuarios 1

De 0.00 a 100,000.00 m3 Concesionados	
Número de usuarios	Volumen de agua concesionado
592 usuarios	29,348,591.6 m3

Tabla 4 “Grupo de usuarios con volúmenes concesionados de agua de 0.00 a 100,000.00 m3” consultado en el REPDA, (2022)

Dentro de los 592 usuarios que se encuentran en el grupo 1 y cuyos volúmenes concesionados van de los 0 a los 100, 000,00 m3, logramos identificar tres segmentos. Estos son títulos concesionados a *ejidos*, títulos concesionados a Sociedades Anónimas de Capital Variable *S.A de C.V* y *títulos personales*.

En la siguiente tabla presentamos los respectivos volúmenes de agua concesionados a cada uno de los sectores del grupo uno.

Sectores que integran el grupo de usuarios 1

Sectores	Número de títulos	%	Volumen de agua
Ejidros	82	14%	4,138,367 m3
S.A. de C. V.	16	3%	748,680 m3
Títulos personales	494	83%	24,510,944 m3

Tabla 5 “Tipo de usuarios y volúmenes de agua concesionados dentro del grupo 1” Elaboración propia con datos del REPDA, (2022)

Grupo 2

El grupo 2 está conformado por usuarios del sector agrícola cuyos títulos para la extracción de agua del acuífero son de 100,001. m3 a los 500,000. m3. A continuación se presenta una tabla con dichos valores.

Grupo de usuarios 2

De 100,001 a 500,000. m3	
Número de usuarios	Volumen de agua concesionada
297 usuarios	50,977,215.60 m3

Tabla 6 “Grupo de usuarios con volúmenes concesionados de agua de 100,001.00 a 500,000.00m3” Elaboración propia con información consultado en el REPDA, (2021)

Dentro del grupo 2 logramos identificar los mismos sectores que se encontraban en el grupo uno. En la siguiente tabla se expresan los valores para este grupo.

Sectores que integran el grupo de usuarios 2

Sectores	Número de títulos	%	Volumen de agua
Ejidos	39	13%	6,023,000 m3
S.A. de C. V.	10	3%	2,072,085 m3
Títulos personales	248	84%	42,882,130 m3

Tabla 7. "Tipo de usuarios y volúmenes de agua concesionados dentro del grupo 2" Elaboración propia con información consultada en el REPDA (2022).

Grupo 3

En el tercer grupo se encuentran los usuarios con los mayores volúmenes concesionados de agua por parte de la CONAGUA, estos valores van de los 500,001a 1, 000,000.m3 como lo expresa la siguiente tabla.

Grupo de usuarios 3

De 500,001 a 1,000,000 m3	
Número de usuarios	Volumen de agua concesionado
6 usuarios	4,711,940

Tabla 8. "Grupo de usuarios con volúmenes concesionados de agua de 500,001.00 a 1, 000,000.00 m3" Elaboración propia con datos consultados en el REPDA, (2021)

A diferencia de lo que ocurre con el grupo 1 y 2, dentro del grupo tres la figura de los ejidos no cuenta con ninguna concesión de agua, a diferencia de los títulos personales y las S.A de C.V. como se muestra en la siguiente tabla.

Sectores que integran el grupo de usuarios 3

Sector	Número de títulos	%	Volumen de agua
S.A. de C. V.	2	40%	1,625,100 m3
Títulos personales	3	60%	3,086,840 m3

Tabla 9. "Tipo de usuarios y volúmenes de agua concesionados dentro del grupo 3" Elaboración propia con datos consultados en el REPDA, (2022)

Derivado de este ejercicio se presenta a continuación el total de concesiones otorgadas por la CONAGUA para cada grupo y los porcentajes que representan dichos volúmenes para la extracción de agua del Acuífero del Valle de León.

Numero de concesiones y volúmenes de agua concesionada por grupo.

GRUPO	NO. CONCESIONES	%	AGUA CONCESIONADA M3	%
1	592	66.14	29,348,591.6 m3	35.53
2	297	33.18	50,977,215.60 m3	60.46
3	6	0.018	4,711,940,00	5.86
TOTAL	895	100	80.325.807	100

Tabla 10. "Total de concesiones por grupo" Elaboración propia con datos obtenidos de la Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero del Valle de León (1113), Estado de Guanajuato CONAGUA (2020).

Los datos sugieren que actualmente existe un total de 80, 325,807.20 m3 de agua concesionado al sector agrícola y de los cuales el grupo 1 representa el 36.53%, el grupo 2 el 60.46 % y el grupo 3 el 5.86%.

En lo referente a los volúmenes concesionados a los diferentes sectores, presentamos el siguiente gráfico en el que se muestra, que los títulos personales son quienes tienen la mayor disponibilidad de agua, seguido de los ejidos y las S.A de C. V. respectivamente.

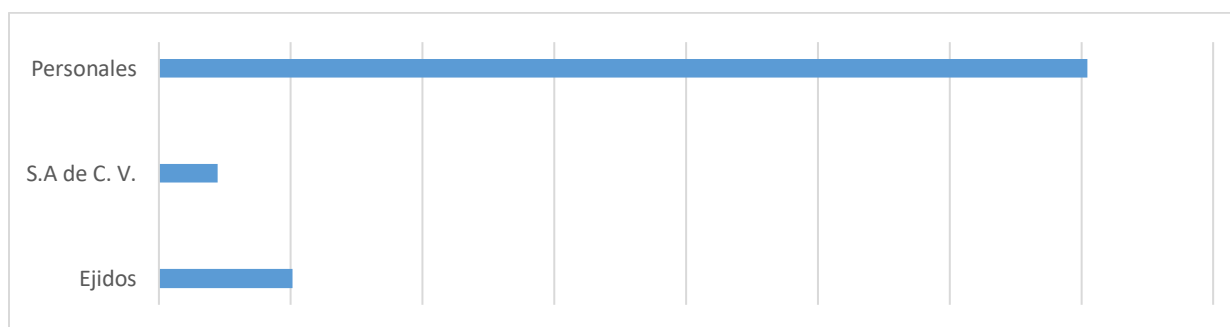


Gráfico 2. "Volúmenes concesionados de agua por sector" Elaboración propia con datos tomados en el REPDA, (2022)

Como se muestra en el gráfico, los títulos personales representan la mayor parte de los volúmenes concesionados, sin embargo, los ejidos han reducido sus concesiones de agua a diferencia de las S.A de C.V. que han incrementado su capacidad hídrica.

El incremento de agua concesionada al campo para este nuevo sector de las S.A de C.V, nos habla de un cambio significativo centrado en el hecho de que los productores se han despojado de sus derechos al agua, para dar paso a nuevas formas y usos del agua que estaba concesionada para la producción agrícola.

2.2.2.2 Características socio demográficas.

Las condiciones del hogar en el que habitan los productores agrícolas como son los servicios de agua, luz, drenaje, así como el origen de los ingresos económicos que sustentan el hogar, son datos que nos permite conocer el medio en que se desarrollan los productores que conforman el subsistema agrícola.

Para este fin nos basamos en el Censo Agrícola, Ganadero Y Forestal (CAGyF) publicado en el año (2007)⁶, dicho censo contabilizó un total de 4775 unidades de producción correspondientes al sector agrícola. De este total de unidades de producción, 4 007 contaban con agua entubada, 2 064 reportaron estar conectadas a la red de drenaje pública y 2 009 unidades agrícolas conectadas a una fosa séptica.

4,461 de estas unidades de producción, contaban con energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad. 4 134 unidades con gas para cocinar, 3 876 registraron algún tipo de sanitario, letrina, escusado o pozo ciego, 4 594 cuentan con piso de cemento, madera o algún otro tipo de recubrimiento. 4 592 productores refirieron tener en sus viviendas paredes de mampostería o tabique CAGyF (2007).

Sobre el origen de los ingresos con los cuales desarrollan sus actividades las 4811 unidades de producción que contabilizó el Censo Agrícola (2007), sabemos que 3 816 unidades percibieron ingresos de las actividades agropecuarias o bien forestales, 339 unidades reportaron ingresos de dinero del extranjero y 557 ingresos o apoyos gubernamentales.

⁶ Dentro de los censos Agrícolas más actuales (2017-2021) no se cuenta con información sociodemográfica sobre los usuarios del agua, por tal motivo presentamos los datos del Censo Agrícola 2007

De las 339 unidades de producción que recibieron dinero del extranjero, estos se reportaron de la siguiente forma: 8 de algún hermano o hermana, 296 de un hijo o hija, 3 del padre o la madre del productor, 19 del esposo o esposa y 7 de otro tipo de familiar. Los 11 restantes registraron ser de alguna otra fuente Censo Agrícola (2007).

Por otra parte, la relación entre el número de productores hombres y productores mujeres se reportó de la siguiente manera en el mismo Censo. De un total de 4 838 unidades encuestadas, 4 225 son hombres y de los cuales 18 hablan algún tipo de lengua indígena y de las 613 mujeres registradas únicamente 3 hablan lengua indígena.

En lo referente a la escolaridad, en 2007 se registraron 3 102 productores con estudios, divididos de la siguiente forma: 2 449 productores con nivel primaria, 406 con secundaria, 83 con preparatoria y se registraron 115 personas con algún otro tipo de estudios. Por último, pero no menos importante, los dependientes económicos de las unidades de producción según el sexo se registraron de la siguiente manera: 3168 hombres y 3161 mujeres eran menores de 18 años, y 2 637 hombres y 5 730 mujeres mayores de edad. En total suma 5 805 hombres dependientes económicamente del productor y 8 891 mujeres Censo Agrícola (2007).

2.2.2.3 Conformación de la unidad de producción.

Durante este apartado revisaremos cómo está conformadas las tierras destinadas a la producción de alimentos en el municipio de León Guanajuato, es decir conoceremos los títulos de propiedad que amparan el uso de la tierra por parte de los productores según la Actualización del Marco Censal Agrícola 2016.⁷

Para este caso iniciamos presentando en la siguiente tabla, los diferentes tipos de regímenes y derechos de tenencia sobre la tierra.

⁷ Los Censos más reciente no cuentan con información respecto de los títulos que amparan los regímenes y tenencia de la tierra por entidad federativa, por esta razón consultamos los datos publicados el año 2016.

Definiciones de los regímenes y derechos sobre la tierra.

Régimen/Derecho sobre la tierra	Definición
Ejidal	Tiene dos connotaciones, en la primera es considerado como el núcleo de población o persona moral con personalidad jurídica y patrimonio propios; la segunda, se refiere a las tierras sujetas a un régimen especial de propiedad social en la tenencia de la tierra.
Comunal	El uso común constituye el sustento económico de la vida en comunidad del ejido y están conformadas por aquellas tierras que no hubieren sido especialmente reservadas por la asamblea para el asentamiento del núcleo de población, ni sean tierras parceladas.
Privada	El derecho de propiedad privada es la facultad que tiene una persona para gozar y disponer de sus bienes libremente, con las limitaciones que fijen las leyes.
Pública	La propiedad pública se refiere al derecho que tiene el Estado Mexicano (Federación, Estados, Municipios), sobre bienes de dominio público que son aquellos bienes muebles e inmuebles que están sujetos a un régimen de derecho público, están fuera del comercio, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.
Parceladas/ parcería	El ejidatario puede aprovechar su parcela directamente o conceder a otros ejidatarios o terceros su uso o usufructo, mediante aparcería, mediería, asociación, arrendamiento o cualquier otro acto jurídico no prohibido por la ley, sin necesidad de autorización de la asamblea o de cualquier autoridad.

Tabla 11. "Definición de regímenes y derechos sobre la tierra" Elaboración propia con datos consultados en: Art. 27, fracc. VII; Ley Agraria arts. 9º-10; "Bienes ejidales" y "Tierras ejidales"): Información consultada en línea el 15-sep.-22 en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAgra.pdf>

Ya que revisamos las diferentes formas de posesión sobre la tierra, revisamos a continuación los datos publicados en la Actualización del Marco Censal Agrícola En adelante MCA (2016). Para el año que se publicó dicho Censo, se contabilizó una superficie de 29,825.60 hectáreas correspondientes al régimen ejidal distribuidas entre 11,959 terrenos.

En lo que corresponde al régimen de tenencia comunal de la tierra la extensión total de la superficie para el año 2016 fue de cero. Por su parte el régimen de propiedad privada registró una superficie total de 68,439.88 hectáreas divididas en 3, 832 terrenos. Dentro de la misma área de estudio, la propiedad pública registrada en el censo fue de 420 hectáreas divididas en 36 terrenos. MCA (2016).

En lo que se refiere a los derechos que existen sobre la tierra, La Actualización del Marco Censal Agrícola (2016) nos permiten conocer la forma en que los propietarios trabajan sus tierras, por ejemplo, los derechos de la tierra en calidad de *propia* representaron un total de 89,822.15 hectáreas distribuidas en 14, 231 terrenos. Por otra parte, los

derechos sobre la tierra que se trabaja *a medias o en parceria* presentaron un total de 855.62 hectáreas divididas en 298 terrenos. Los derechos sobre la tierra en calidad de *prestada* muestra una superficie de 3, 369 hectáreas divididas en 546 terrenos, finalmente *la concesión* de la tierra para la producción de alimentos registró un total de 497,71 hectáreas distribuidas en 22 terrenos.

Derivado de este apartado podemos observar que la tenencia y derechos sobre la tierra se ha redistribuido y concentrado en su mayoría en términos individuales y en menor proporción de manera colaborativa o comunal, esto se debe a nuestro juicio a la reforma al artículo 27 en el año de 1992, con la cual se permitió la venta del suelo ejidal y comunal con el objetivo de remplazar la venta ilegal de la tierra e incorporar dichos negocios clandestinos al desarrollo urbano ordenado. MCA (2016)

Este hecho se discutirá de manera más amplia en el siguiente capítulo, pero no podemos dejar de señalar que la transición de tierras ejidales a títulos de propiedad privada, son el resultado de una política planteada desde la lógica capitalista en la cual predomina el beneficio propio sobre el bien común.

2.2.2.4 Características productivas.

La preferencia de los productores por algún cultivo en particular influye también en los volúmenes de agua que se extraen del acuífero, producir agave por ejemplo no requiere la misma cantidad de agua que la alfalfa. En este apartado analizamos la huella hídrica de algunos de los cultivos, así como el número de terrenos y hectáreas que los productores destinan a los diferentes productos basándonos en el (Censo Agrícola, 2017) publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI y otras fuentes que han documentado lo referente a la huella hídrica en la agricultura.

Es importante señalar que, para el desarrollo del Censo previamente referido, se dividieron los cultivos en dos grupos. Por una parte, las superficies que utilizó el agua de temporal que fue de 21, 264.66 hectáreas y por otro lado la superficie cosechada con algún tipo de riego que fue de 7,520.58 hectáreas.

En la siguiente tabla presentamos la superficie de los cultivos que lograron cosecharse en el periodo 2016 con agua de temporal, así como el número de terrenos que se destinaron para cada cultivo.

Superficies y número de terrenos cultivados de temporal por producto.

Cultivo	Numero de terrenos	Superficie total ha
Avena	11	Sin información
Calabaza	15	143.77
Cebolla	11	7.96
Chile	1	1.17
Frijol	189	1 413.90
Maíz	4 831	17 601.61
Sorgo	493	1 766.04
Trigo	2	5.51
Agave	85	45.90
Aguacate	9	38.83
Alfalfa	34	206.36
Manzana	7	32.62

Tabla 12. "Cultivo, número de terrenos y superficie cosechada con agua de temporal". Elaboración propia con base en el Censo Agrícola (2017)

Por su parte, los cultivos que lograron cosecharse con algún tipo de riego, así como el número de terrenos que se destinaron para cada cultivo se presentan en la siguiente tabla.

Superficie y número de terrenos cultivados con sistema de riego por producto.

Cultivo	Número de terrenos	Superficie total ha
Avena	11	Sin información
Calabaza	9	11.36
Cebolla	309	535.80
Chile	41	40.27
Frijol	19	74.69
Jitomate	16	7.51
Maíz	1 624	4 264.99
Papa	4	52.46
Sorgo	213	853.49
Tomate de cáscara	13	ND
Trigo	6	19.56
Aguacate	12	43.08
Alfalfa	436	1 587.83
Manzana	1	0.78

Tabla 13. "Cultivo, número de terrenos y superficie cosechada con algún sistema de riego". Elaboración propia con base en el Censo Agrícola (2017)

Una vez que presentamos los productos, el número de terrenos y la superficie cosechada para cada uno de ellos, ya sea de temporal o con algún tipo de riego, presentamos a continuación una tabla en la que exponemos la huella hídrica de algunos de los comestibles. La idea es que podamos concluir este apartado señalando si los productos que prefieren cultivar los agricultores demandan un consumo bajo o alto de agua.

Huella hídrica por alimento.

Alimento	Huella hídrica / Litros de agua
1 kilo de trigo	1000 litros
1 kilo de Maíz	900 litros
1 kilo de aguacate	600 litros
Una manzana	70 litros
Una cebolla	14 litros
Un jitomate	13 litros
1 kilo de alfalfa	413 litros
1 kilo de sorgo	252 litros

Tabla 14. "Huella hídrica por alimento" Elaboración propia con datos consultados en línea el día 15 de septiembre de 2022 en: <https://revistamercados.com/que-alimentos-necesitan-mas-agua-en-su-produccion/>, https://www.researchgate.net/publication/317534921_Determina

Después de verificar los datos publicados sobre los cultivos cosechados en el periodo 2016 con aguas de temporal y revisando la tabla de la huella hídrica de los productos, podemos señalar que el maíz fue el alimento más cultivado seguido del sorgo y el frijol. Esto nos habla de un aprovechamiento por parte de los productores de las aguas de temporal en cultivos que tiene una demanda alta de agua.

De la misma forma los cultivos perenes regados con aguas de temporal como la alfalfa fue la que reportó una mayor área de hectáreas producidas, seguida del agave que por ser una cactácea, demanda menor cantidad de agua. En cuanto a los cultivos anuales cosechados gracias a un tipo de riego distinto al de temporal, se observa al maíz como el principal cultivo cosechado, seguido de la alfalfa y el sorgo, esto nos habla de una producción anual basada en alimentos que tiene una demanda alta de agua a excepción del agave.

2.2.2.5 Tecnologías y manejo del agua.

En este último apartado dedicado a los componentes del subsistema agrícola, analizamos las tecnologías que los agricultores utilizan en sus procesos productivos, ya

que a la luz de este componente también es posible dar cuenta de la indisociable relación que existe entre las propiedades biofísicas y la producción de alimentos.

Para este fin recurrimos a los datos publicados en el Censo Agrícola y Forestal (2007)⁸. Gracias a este estudio, podemos conocer lo referente a calidad del agua con la que se riegan los alimentos, el tipo de labranza que prefieren los productores, si estos productores utilizan o no fertilizantes, semillas genéticamente modificadas o algún tipo de insecticidas o pesticidas.

Partiremos señalando que en área de estudio que nos atañe, el referido Censo contabilizó un total de 4 570 unidades agrícolas distribuidas en 34 855.25 hectáreas, que se dividieron en dos grupos. Por un aparte las que cuentan con algún sistema de riego que sumaron un total de 1 140 unidades de producción, distribuidas en una superficie de 9 741.01 hectáreas, y por el otro lado las tierras que se cultivaron con agua de temporal compuestas de 3 850 unidades agrícolas correspondientes a 25 114.25 hectáreas.

En este tenor, las tecnologías empleadas para llevar el agua hasta los cultivos se componen de la siguiente forma. 148 unidades agrícolas utilizan canales recubiertos, 669 utilizan canales de tierra, 259 utilizan algún tipo de riego por aspersión, 19 sistemas de microaspersión y 33 unidades agrícolas utilizan el riego por goteo Censo Agrícola (2007).

Sobre las fuentes que abastecen de agua a las 1140 unidades agrícolas en el municipio de León que utilizan algún tipo de riego, el mismo Censo Agrícola reportó para el año 2007 que 50 se abastecen de un bordo u olla de agua, mientras que 458 extraen de pozos profundos el vital líquido, 18 cuentan con un pozo a cielo abierto para el riego de sus cultivos, 167 se benefician del agua de río, 16 del agua de un manantial y 397 de alguna presa Censo Agrícola (2007).

Respecto a la calidad del agua, el mismo Censo Agrícola señala que la calidad del agua con la que se riegan los cultivos se distribuye de la siguiente forma: 314 unidades de producción utilizan aguas negras, 133 aguas tratadas y 729 se benefician de aguas

⁸ Debido a que en los censos más actuales no se cuenta con información sobre este tema, nos basamos en el estudio publicado en el año 2007.

blancas. En lo que se refiere a las tecnologías empleadas para la labranza del suelo, se documentaron 2975 unidades de producción que utilizaban tracción mecánica, por otra parte, en 829 unidades de producción labraron la tierra únicamente con animales de trabajo, otras 576 unidades utilizaron ambas tracciones (Mecánica y animal) y sólo 38 unidades de producción usaron herramientas manuales.

Sobre el uso del tractor para las actividades agrícolas, el Censo Agrícola (2007) registró un total de 3,560 unidades rentadas de las cuales solamente una persona lo pide prestado y 606 personas cuentan con uno propio. Otras de las tecnologías empleadas en el subsistema agrícola para domesticar las plantas, es el uso de fertilizantes químicos. Sobre este tema el mismo Censo Agrícola documentó un total de 18 143.11 hectáreas en las cuales se implementaron este tipo de fertilizante.

Con respecto a las unidades de producción que utilizan algún tipo de semilla mejorada, se documentaron un total de 11 288.87, de las cuales 4 928.48 hectáreas utilizaron además algún tipo de abonos naturales. En lo que a los herbicidas se refiere, tenemos que, en el mismo año, 14 242.49 hectáreas utilizaron algún tipo de químicos para el control de las malas yerbas, y en una superficie mucho menor a 1 986.85 hectáreas se controlaron las plagas con herbicidas orgánicos Censo Agrícola (2007).

Finalmente, otra de las tecnologías que utilizan los productores es el de los insecticidas. Sobre este tema se registraron en el Censo Agrícola (2007) un total de 6 932.05 hectáreas que utilizaron algún químico para el control de los insectos, 539.48 ha emplearon insecticidas orgánicos y en una superficie de 192.18 ha se registraron el uso de la quema controlada, como método para erradicar a los insectos.

Derivado de los datos vertidos en este apartado dedicado a las tecnologías y el manejo del agua, podemos señalar que los productores han ido incorporando a sus procesos productivos cada día más los paquetes tecnológicos. Este hecho es muy relevante toda vez que, al adoptar dichos procesos tecnológicos, los productores alteran las propiedades que autorregulaban su relación con sus parcelas.

Dicho de otra forma, con el deseo de los productores de incrementar los rendimientos de sus producciones mediante procesos tecnológicos promovidos por la dinámica global de

producción de alimentos, las relaciones que hasta entonces mantuvieron con sus parcelas se desestabilizan.

Suponemos y es algo que corroboraremos en el siguiente capítulo, que el objetivo de incorporar tecnologías tiene que ver con su deseo de mejorar la calidad y cantidad de productos para lograr insertarse en las cadenas globales de distribución y comercialización de alimentos, ya que es ahí en donde encuentras las mejores utilidades económica. Sin embargo, con el cambio en su lógica de producción y consecuentemente en las relaciones e interacciones con las propiedades ecosistémicas, factores como la insostenible extracción de agua surgen como amenazas que vulnera las capacidades autorreguladoras del sistema-socio ecológico del acuífero del Valle de León.

2.2.3 Determinantes sociopolíticas.

Considerando que México es una nación independiente con un sistema de gobierno democrático, nos parece oportuno incluir como determinante sociopolítica al sistema socio ecológico del acuífero del Valle de León, la Ley de Agua Nacionales (LAN), ya que como ampliaremos en breve, esta Ley regula lo concerniente a la gestión de las aguas dentro del territorio nacional.

Durante este apartado identificaremos a los agentes que faculta la LAN para la conservación, el control, la calidad, y concesión entorno a los bienes hídricos nacionales. Esta LAN nos permitirá conocer las escalas utilizadas para regular el orden social con respecto a los bienes hídricos nacionales.

Consideramos que a partir de esta determinante podemos comprender en alguna medida, cómo funciona el subsistema político y social que intervienen en la gestión del agua, es decir, cómo y cuáles son las prescripciones normativas que tienen la función de regular en términos humanos los bienes y servicios hídricos en el sector agrícola.

2.2.3.1 Ley de Aguas Nacionales. (LAN).

El origen de la legislación en materia de las aguas nacionales deriva de la Constitución Política Mexicana, tal y como lo establecen los primeros artículos de la Ley Reglamentaria. En estos artículos se establece que dicha Ley es de observancia general en todo el territorio que comprenden los Estados Unidos Mexicanos. En el Artículo primero se refiere que las 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 LAN (2023).

Por su parte el artículo 2 de la misma LAN señala que sus disposiciones son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Lo referente a la definición que la Ley establece para las aguas nacionales, así como a las aguas subterráneas se encuentran en el párrafo quinto del artículo tercero.

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (2023), son propiedad de la nación “las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional, las de los ríos y sus afluentes directos o indirecto, las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley”.

Identificamos en éste primer momento que los acuíferos son materia de regulación por parte de la Ley Nacional de Aguas, por lo que cualquier duda o disenso que se origine por el cumplimiento, aprovechamiento, así como de interpretación normativa, estará sujeta a la misma para la solución de las controversias que pudieran suscitarse.

Ya que definimos con base en la LAN los viene hídricos de la nación, ahora daremos paso a la presentación de los actores que interviene en el cumplimiento y operacionalización de la Ley. Se presenta de manera resumida, alguna de sus atribuciones y competencias, así como la escala jurisdiccional en que operan.

En primer lugar, nos referiremos a la Comisión Nacional del Agua, este ente gubernamental se define como la institución encargada de la gestión de las aguas

nacionales. De acuerdo con la LAN (2023) la comisión está facultada para establecer el derecho público en materia de gestión de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, tiene además autonomía técnica, ejecutiva, administrativa, presupuestal y de gestión.

Por otro lado, se encuentra el Consejo Técnico del agua, cuyas facultades son aprobar y evaluar los programas y proyectos a cargo de la CONAGUA. Además de aprobar, de conformidad con la presente Ley y sus reglamentos, el presupuesto y las operaciones de la Comisión, supervisa su ejecución, así como conoce y aprueba los informes que presente el director general. Asimismo, tiene entre sus atribuciones conocer y acordar las políticas y medidas que permitan la programación sobre la administración del agua y la acción coordinada entre las dependencias de la administración pública federal y otras que deban intervenir en materia hídrica LAN (2023).

Otro de los entes que considera la LAN para la gestión del agua en el país es el director general de CONAGUA. Entre sus facultades se encuentran las siguientes: dirigir y representar legalmente a la Comisión, adscribir las unidades administrativas de la misma y expedir sus manuales, tramitar ante las dependencias competentes el ejercicio del presupuesto aprobado, otorga poderes generales y especiales en términos de las disposiciones legales aplicables y delegar facultades en el ámbito de su competencia y expedir los títulos de concesión, asignación, permisos de descarga, además” LAN (2022).

El organismo de cuenca es otro de los entes institucionales que cuenta con facultades para mejorar el uso del agua. De acuerdo con la LAN (2022) son unidades técnicas, administrativas y jurídicas especializadas, con carácter autónoma, adscritas directamente al titular de la CONAGUA, cuyas atribuciones, naturaleza y ámbito territorial de competencia se establecen en la presente Ley y se detallan en sus reglamentos, y cuyos recursos y presupuesto específicos son determinados por la Comisión.

Dentro del organismo de cuenca se encuentra la figura del director del organismo de cuenca, quien está subordinado directamente al director general de la Comisión. A esta figura le corresponde dirigir y representar legalmente al Organismo de Cuenca además

de delegar facultades en el ámbito de sus competencias. Además, tiene que presentar informes que le sean solicitados por el director general de la Comisión y el Consejo Consultivo del Organismo de Cuenca, emitir los actos de autoridad en la materia en su ámbito de competencia y expedir los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga LAN (2023).

Entre otras cosas, el consejo consultivo de cada organismo de cuenca, tiene entre sus facultades conocer y acordar la política hídrica regional por cuenca hidrológica, en congruencia con la política hídrica nacional, así como las medidas que permitan la programación hídrica y la acción coordinada entre las dependencias, entidades y organismos de las administraciones públicas y federales y estatales, y a través de estas las municipales, que deban intervenir en materia de gestión de los recursos hídricos LAN (2023).

Nos parece oportuno destacar que los Consejos de Cuenca no están subordinados a la CONAGUA. Sin embargo, estos organismos de cuenca de acuerdo con LAN tienen que estar integrados por una Asamblea general de Usuarios, un Comité Directivo del Consejo, una Comisión de Operación y Vigilancia y finalmente la Gerencia Operativa y con el fin de considerar la pluralidad de intereses, demandas y necesidades en la cuenca o cuencas hidrológicas que correspondan.

Por otra parte, estos Consejos de Cuenca, se encargarán de contribuir a la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca o cuencas hidrológicas respectivas, contribuir a reestablecer o mantener el equilibrio entre disponibilidad y aprovechamiento de los recursos hídricos, considerando los diversos usos y usuarios, y favorecer el desarrollo sustentable en relación con el agua y su gestión, concertar las prioridades de uso del agua con sus miembros y con el Organismo de Cuenca que corresponda LAN (2023). Así mismo estos consejos de cuenca tienen que conocer y difundir los lineamientos generales de política hídrica nacional y proponer aquellos que reflejen la realidad del desarrollo hídrico a corto, mediano y largo plazos, en el ámbito territorial que corresponda. Pueden además establecer comisiones y comités técnicos de aguas del subsuelo que contribuyan a conseguir los consensos y apoyos necesarios para

instrumentar las bases de organización y funcionamiento de estas organizaciones LAN (2022).

Por otra parte, El Consejo consultivo de Agua es un organismo autónomo de consulta integrado por personas físicas del sector privado y social. Este Consejo se establece a solicitud del Ejecutivo Federal con el objetivo de asesorar, recomendar, analizar y evaluar respecto a los problemas nacionales prioritarios o estratégicos relacionados con la explotación, uso o aprovechamiento, y la restauración de los recursos hídricos de conformidad con la LAN (2022).

El servicio Meteorológico Nacional es otro de los entes que la LAN (2023) considera en la gestión del agua. Cabe decir que la ley le define como la unidad técnica especializada autónoma adscrita directamente al Titular de la Comisión y tiene por objeto generar, interpretar y difundir la información meteorológica, sus análisis y pronóstico que se considere de interés público.

Por su parte el instituto Mexicano de Tecnología del Agua es un organismo descentralizado y sectorizado a la secretaria. De acuerdo con LAN (2023) tiene como objetivo general realizar investigación, desarrollar, adaptar y transferir tecnología, así como preparar recursos humanos para el manejo, conservación y rehabilitación del agua y su entorno, a fin de contribuir al desarrollo sustentable. Entre las facultades que tiene el Instituto se encuentra, coordinar, fomentar y dirigir las acciones de investigación y desarrollo tecnológico en materia de agua, así como, certificar personal para instrumentar el sistema nacional de servicio civil de carrera del sector agua para constituirse en el centro de excelencia en el conocimiento actualizado de la gestión integrada de los recursos hídricos LAN (2022).

Por último, pero no menos importante la Ley de Aguas Nacionales reconoce y dota de atribuciones a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Esta Procuraduría tiene entre sus tareas formular denuncias, así como imponer las medidas técnicas correctivas y de seguridad que sean de su competencia y promover acciones para la

reparación o compensación del daño ambiental a los ecosistemas asociados con el agua LAN (2023).

2.3 Flujos de entrada de agua al sistema

Para la CONAGUA (2020), la recarga total de agua del acuífero del Valle de León se estima mediante el modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico, mismo que ocurre por tres procesos naturales que a continuación describimos:

1) Por infiltración de lluvia que se precipita a lo largo de los ríos y arroyos principales. Este flujo se les considera como recarga vertical (R_v).

2) Por otra parte, la que proviene de las zonas montañosas contiguas como el cerro del Gigante, mediante una recarga por flujo horizontal subterráneo (R_h).

3) Finalmente, la recarga incidental (R_i) que corresponde a los excedentes del riego agrícola, mismos que representan la ineficiencia en la aplicación del riego en los cultivos. Así mismo las aguas residuales de las descargas urbanas y las fugas del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad forman parte de las recargas incidentales. (p.30)

Por lo tanto, basándonos en los datos publicados por la CONAGUA, (2020), la recarga total de agua (R) que para los fines del presente trabajo representa el flujo de entrada de agua al sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, es la siguiente:

$$R = R_v + R_h + R_i$$

$$R = 33.5 + 68.9 + 22.1$$

$$R = 124.5 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

2.4 Flujos de salida de agua del sistema.

Por otra parte, para la estimación de los flujos de salida de agua del sistema (FSA), nos basamos en los datos de la CONAGUA (2020), específicamente en la descarga natural comprometida (DNC) y en los volúmenes concesionados de agua (VEAS). Cabe señalar que, para estimar la disponibilidad anual de agua para los acuíferos, la CONAGUA resta la suma de estos dos datos, a la recarga total. Es decir, que DNC y VEAS representa el flujo total de salidas agua del sistema socio-ecológicos del acuífero del Valle de León.

Para obtener el valor de las descargas naturales comprometidas, se suman los volúmenes de los manantiales y caudales de ríos superficiales que están comprometidos. Para el caso del acuífero que nos atañe, no existen volúmenes de agua superficial comprometida, por lo que la CONAGUA (2020) determinó que el DNC del acuífero es de 0.0 hm³ / año (p.34)

Por su parte los volúmenes concesionados de agua VEAS, se determinan con una sumatoria en la que se integran los m³ anuales concesionados y asignados por la CONAGUA, mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REDPA). Con base en los datos publicados en el 2020 por la CONAGUA, los flujos de salidas de agua (FSA) para el acuífero del Valle de León, son los siguientes:

$$FSA= DNC+ VEAS$$

$$FSA= 0.0 \text{ hm}^3 + 176.376,100$$

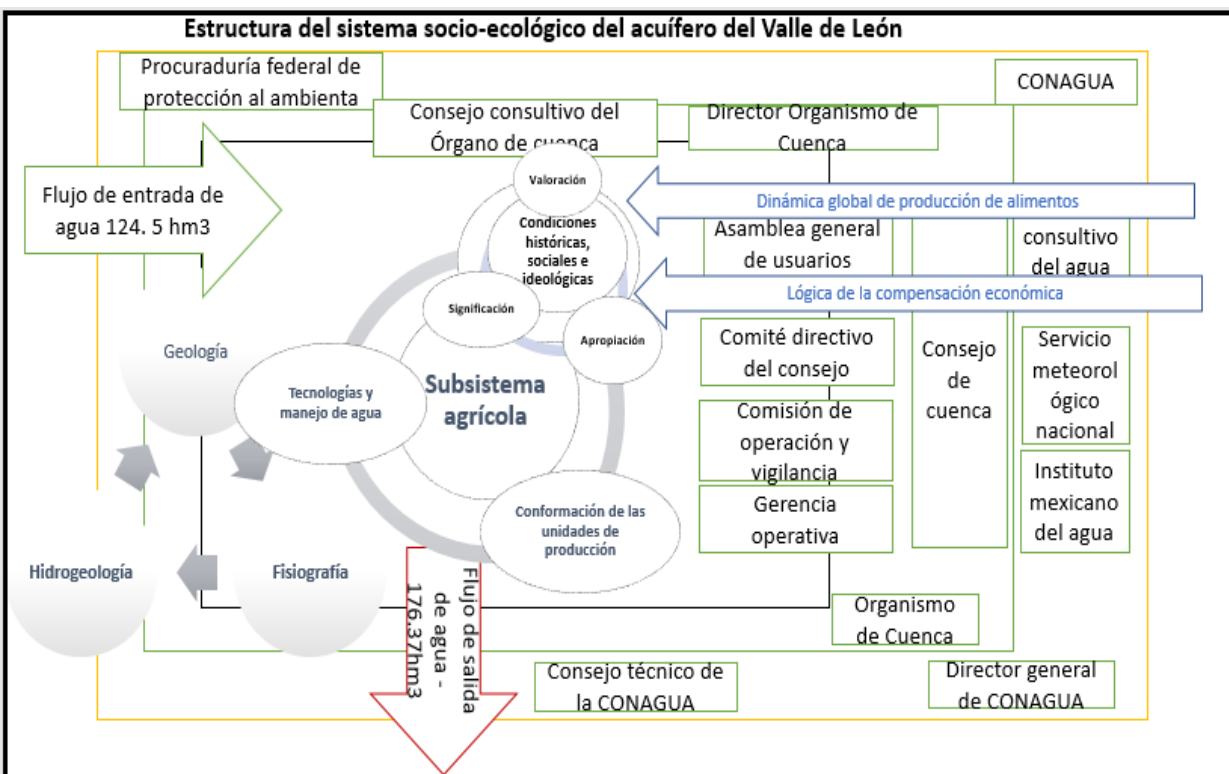
$$FSA= 176.376,100 \text{ hectómetros cúbicos}$$

Después de examinar los volúmenes de entrada de agua al sistema (R=124.5hm³) así como los volúmenes de salida (FSA= 176.37hm³), podemos determinar que existe un déficit de 51'876,100 m³ que equivalen a 49, 800, 000,000 litros de agua aproximadamente que se extrae por encima de la capacidad hídrica del acuífero.

2.5 El sistema socio-ecológico del acuífero de Valle de León.

Después de revisar los flujos de entrada y salida de agua al sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, se cumplen a nuestro juicio los requisitos mínimos indispensables para establecer la estructura de un sistema socio-ecológico. En este sentido concluimos este capítulo presentando a continuación un esquema en el que agrupamos dentro de los límites geopolíticos previamente señalados, las determinantes sociales y ambientales que hemos revisado.

La idea es que al concluir con la explicación de las relaciones e interacciones que se dan entre las determinantes ambientales y sociales, en torno a la relación del agua y el subsistema agrícola podamos determinar la complejidad, permeabilidad y adaptabilidad del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León y posteriormente los factores que vulneran las propiedades de estabilidad de este a partir de las relaciones del subsistema agrícola con el agua.



Esquema 4. Estructura del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León Elaboración propia con datos consultados en Astier (2018), CONAGUA (2012) (2018), CEAG (2016), REPDA (2022) Censo Agrícola y Forestal (2007), (2016), (2017) y (2019), Ley de Aguas Nacionales.

En principio nos gustaría dejar claro los límites del sistema socio-ecológico del Acuífero del Valle de León. De afuera hacia adentro encontramos en un marco color amarillo que representa la escala nacional. Entre dicho margen color amarillo y el marco color verde encontraremos los actores sociales y las determinantes ambientales que operan en esta escala nacional, como es el caso de la CONAGUA y la Agencia de Protección al Ambiente.

Por otra parte, encontramos entre el marco amarillo y marco de color verde la escala regional. En esta escala operan en términos sociopolíticos el Organismo de Cuenca y en términos ambientales la provincia fisiográfica de la Mesa Central.

La escala local está representada por un marco color negro. Dentro de esta escala se localiza los componentes del subsistema agrícola como las condiciones sociales, históricas e ideológicas de los productores, las unidades de producción de alimentos y sus respectivos paquetes tecnológicos. En la misma escala encontramos determinantes ambientales como la geología del suelo y en términos sociopolíticos la Asamblea General de Usuarios.

En la parte inferior izquierda ubicamos a las determinantes biofísicas del ecosistema, es decir la hidrografía, fisiografía y geología. Cabe señalar que a partir de estudio y análisis de estas variables la CONAGUA calcula los flujos de entrada natural de agua del acuífero. Es importante tener en cuenta, que el ciclo del agua involucra procesos que operan dentro y fuera de la escala local, por tal motivo situamos las determinantes con un diagrama cíclico que transita por las diferentes escalas.

En la parte superior derecha del esquema, encontramos una flecha color verde que representa el flujo de entrada de agua al sistema. Los 124.5 hectómetros cúbicos son el resultado de las tres fuentes (filtración de lluvias, la que proviene de zonas montañosas y los excedentes del riego agrícola) que se estiman para calcular dicho valor.

Por otra parte, procuramos colocar las determinantes sociopolíticas⁹ del centro del esquema hacia el lado derecho. Los diferentes agentes organismos e instituciones que

⁹ En el apartado de anexos incluimos un diagrama en la que se muestran las relaciones que se dan entre los diferentes entes gubernamentales para procurar la sostenibilidad del agua.

están facultados para garantizar la sostenibilidad del agua a través de la LAN se ubican en sus respectivas escalas. Por ejemplo, El Consejo de Cuenca y los entes que constituyen dicho consejo como la Asamblea de Usuarios, el Comité directivo del Consejo, la Comisión de Operación y Vigilancia y la Gerencia Operativa se localizan en los límites de las escalas del acuífero (marco negro) y la cuenca hidrológica (marco verde).

Por su parte el Consejo Consultivo de Agua, el Servicio Metrológico Nacional y el Instituto Mexicano del Agua, se ubican entre las escalas cuenca hidrológica (marco verde) y la escala nacional (marco amarillo). En lo que se refiere a La Procuraduría Federal de Protección Ambiental, el Consejo Técnico del agua, el director de la CONAGUA y la misma CONAGUA, estas se encuentran en la escala nacional ya que, en esta escala es en la que la LAN les da facultades sobre la gestión del agua.

Al centro de la escala local (marco negro) encontramos al subsistema agrícola con sus respectivos productores, unidades de producción y tecnologías. Además, se encuentra otro diagrama, en el que convergen la apropiación significación y valoración en torno a las condiciones históricas, sociales e ideología, este diagrama y los componentes que lo integran, constituyen la identidad y cultura de los productores y es importante tener en cuenta que es a partir de estos referentes simbólicos que los agricultores orientas sus acciones en torno a la producción de alimento y consecuentemente al uso que le dan al agua.

Desde afuera de la escala nacional hacia adentro de la escala local, encontramos dos flechas azules que representan la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, y apuntan a las condiciones históricas sociales e ideológicas de los productores.

El planteamiento es el siguiente:

Existen una serie de condiciones y determinantes biofísicas que se encargan de proveer de agua al sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León. Por otro lado, la LAN ha facultado y asignado responsabilidades a múltiples organismos y entes

gubernamentales, para regular la explotación y preservación de la cantidad y calidad de agua para lograr un desarrollo integral sustentable.

Sin embargo, existe un déficit hídrico debido a que los diferentes sectores que utilizan agua del acuífero extraen más agua de la que las determinantes biofísicas puede proveer anualmente de manera natural, es decir que el resultado de las diferentes relaciones e interacciones entre los componentes biofísicos y sociales, no han logrado estabilizar los flujos de entrada de agua al sistema y los flujos de salida.

Esto se debe y es algo que corroboraremos en el siguiente capítulo, a que la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica han vulnerado las condiciones sociales, históricas e ideológicas de los productores y esto ha originado un cambio en la forma de apropiar, valorar y significar el agua por parte de los campesinos y consecuentemente se da una insostenible extracción de agua.

Dichos cambios culturales y productivos como veremos en el siguiente capítulo, son impulsados por los paquetes tecnológicos que han adoptado los productores y han llevado a la pérdida de vegetación, a la venta de ranchos, a las sequias más intensas, a un menor interés por las tradiciones de la comunidad, al abandono del campo y a la migración de los productores.

Por ahora concluiremos estableciendo que el sistema socio-ecológico del Acuífero del Valle de León, tiene que ser visto como un sistema complejo y dinámico, toda vez que no responde de manera lineal a las diversas fuerzas sociales o biofísicas, ya sean internas o externas al sistema. Por otra parte, es evidente que existe una influencia mutua entre sus elementos, de forma que el cambio experimentado en uno de ellos repercute y afecta inevitablemente al resto.

Capítulo 3.

La vulnerabilidad del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

Continuando con el análisis de la insostenible extracción de recursos hídricos del acuífero del Valle de León, como consecuencia de los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua por parte de los productores., En este tercer capítulo daremos cuenta de cómo es que la lógica de la compensación económica y la dinámica de producción de alimentos global perturban la estabilidad y resiliencia del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

Para tales efectos trabajaremos en dos objetivos específicos que son: determinar en primer lugar si la compensación económica y la influencia de la agricultura global son factores que están o no asociados a los cambios en los procesos productivos, y consecuentemente en la forma de apropiar, significar y valorar el agua.

El segundo objetivo será identificar las prácticas de insostenibilidad socio-ecológica que han surgido en el subsistema agrícola, cómo resultado de la forma de apropiar significar y valorar el agua con el impuso de la dinámica de producción de alimentos global. En la parte final explicaremos la vulnerabilidad del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, como resultado de los cambios productivos y culturales en el subsistema agrícola.

El capítulo se desarrolla en tres apartados que son los siguientes. En el primero de ellos identificamos cuáles han sido los cambios en los procesos de la agricultura que a juicio de los productores se han dado en los últimos 10. Además, en este apartado estableceremos cuál es el conjunto de normas éticas y culturales que orienta la acción individual y colectiva de los productores, es decir determinaremos cual es la lógica de producción en el subsistema agrícola. Para el desarrollo de este apartado nos apoyamos en la evidencia que obtuvimos en el trabajo de campo, en el cual aplicamos entrevistas estructuradas a una muestra no probabilística de 32 productores en las comunas rurales que concentran la mayor población de productores agrícolas del municipio como es el caso de El Romero, Santana del Conde, San Pedro del Monte, El resplandor, Malagana, El ramillete, Los Sauces, Rancho Bajío, Duarte, La Laborcita entre otras.

En el segundo apartado enmarcaremos los cambios productivos y culturales que identifiquemos en el apartado uno en un tablero de pautas de insostenibilidad socio-ecológica. Una vez que tengamos claro cuáles son los comportamientos insostenibles socio-ecológica que surgen como resultado de los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua por parte de los productores agrícolas, con el impulso de la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, estaremos en condiciones de argumentar en el tercer apartado cómo es que dichos comportamientos insostenibles vulneran la transición a un sistema socio-ecológico más sostenible.

En la siguiente figura presentamos la secuencia explicativa que orientará el desarrollo de este capítulo.

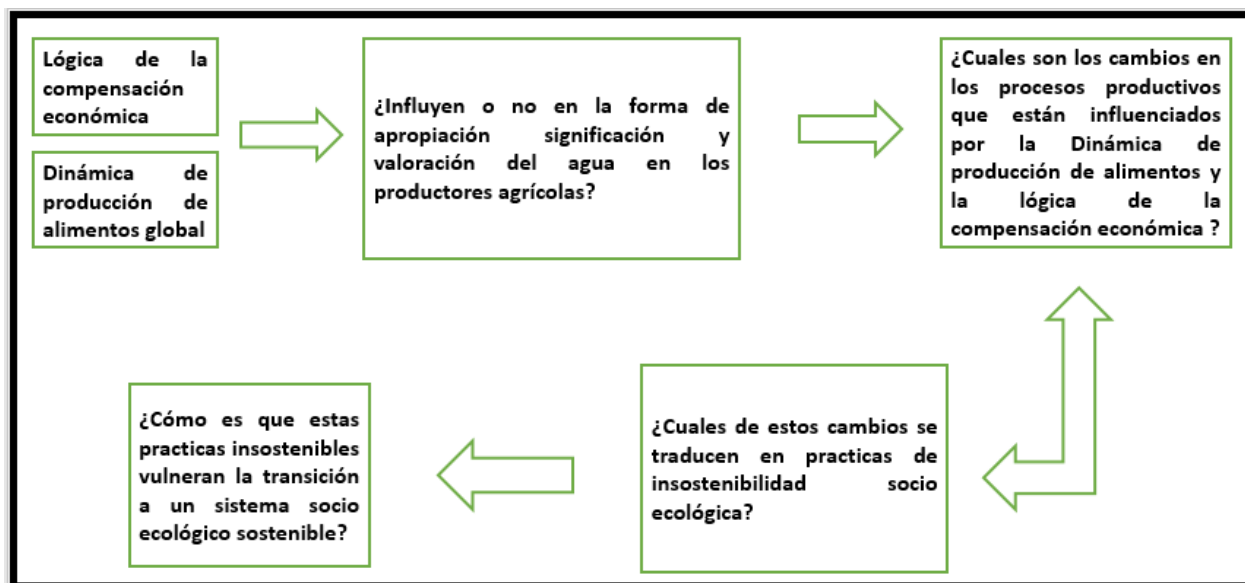


Ilustración 5. “Diagrama de la ruta explicativa del capítulo 3” Elaboración propia.

3.1 La dinámica de producción de alimentos global y la compensación económica como agentes perturbadores del subsistema agrícola.

Para comenzar este apartado, es importante tener en cuenta dos cuestiones sustanciales. La primera de ellas es que la función principal de la cultura en términos antropológicos y sociales es la de orientar la acción individual y colectiva. Por otro lado, es importante tener en cuenta que la cultura no es estática, por el contrario, esta se moldea constantemente a través de los encuentros con otras culturas Giménez, (2007).

Este planteamiento se discutió de manera amplia en el marco teórico de este trabajo, sin embargo, cabe subrayar que el accionar humano sobre el territorio que habita, está impulsado y definido por un conjunto de valores y razonamientos que han sido previamente evaluados mediante un proceso de selección ético-cultural por parte de los actores sociales. En consecuencia, podemos establecer que a partir de este conjunto de razonamientos se establece la visión que las personas tienen de sí mismas, así como su percepción del papel que ocupan con relación a la naturaleza o el resto de los seres humanos Moranta (2005) y Pol (2002).

Al amparo de este planteamiento explicaremos durante este capítulo, cuál es el conjunto de valores éticos y culturales en la lógica que actualmente orienta la acción individual y colectiva de los productores que integran el subsistema agrícola. Es decir, vamos a identificar cuáles han sido las adaptaciones que han hecho los productores en la relación socio-ecológica que tienen con sus parcelas, como resultado del encuentro con la compensación económica y la dinámica de producción de alimentos global.

3.1.1 Los cambios en el subsistema agrícola.

Durante este primer apartado destinado a los cambios en el subsistema agrícola, estableceremos en primer lugar si los productores han percibido o no adaptaciones y/o cambios en sus procesos productivos. Por otra parte, estableceremos los tipos y el carácter de los cambios que los productores han experimentado¹⁰.

¹⁰ Se recabo información empírica a través de un trabajo de campo.

En todo caso, es importante tener en cuenta lo propuesto por McNeal, (2003) sobre el hecho de que la agricultura en el mundo sufrió un cambio radical a finales del siglo pasado, debido al impulso de la agricultura industrializada a escala global. Estos cambios de acuerdo con Duran, (2011) y Suárez, (2003) fueron orientados por procesos mecanicistas en los cuales la ciencia y la tecnología desarrollaron instrumentos y herramientas impulsadas por combustibles fósiles.

En este sentido y para el caso del subsistema agrícola que nos atañe, presentamos el siguiente grafico sobre la percepción que los productores tienen de los cambios que han ocurrido en sus procesos de producción en los últimos diez años.

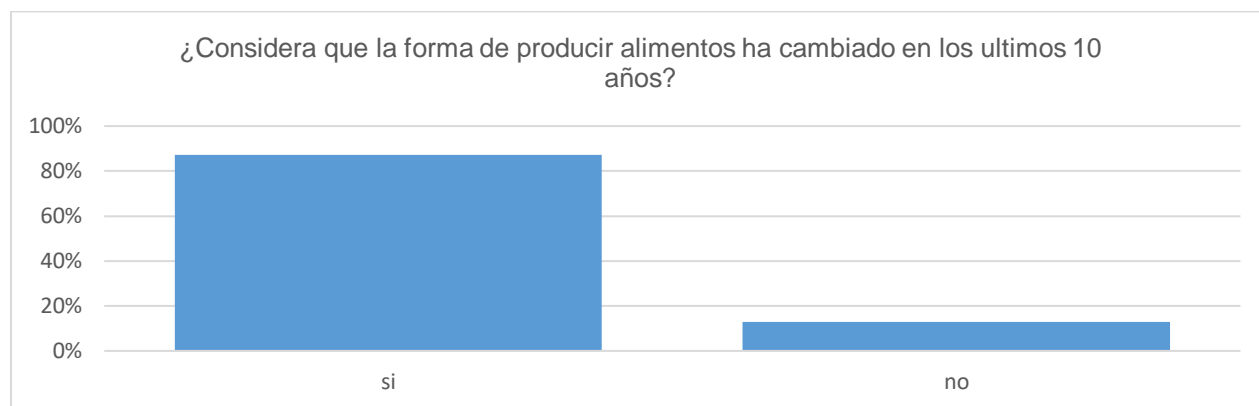


Gráfico 3. ¿Ha cambiado la forma de producción en los últimos 10 años? Elaboración propia.

La evidencia sugiere que el 87% de los productores que integran el subsistema agrícola, sí han observado cambios sustanciales en sus procesos de producir alimentos. Por otra parte, solo el 13% restante de los productores consideró que no ha habido cambios significativos en los últimos 10 años.

De esta primera aproximación podemos inferir que, el impulso de la dinámica de producción de alimentos global que se dio a finales del siglo pasado, ha sido percibida por parte de los productores que integran el subsistema agrícola. Es decir, que el impulso de la dinámica de producción de alimentos global sí cambió la forma de producir alimentos.

Para fortalecer el planteamiento de que la dinámica de producción de alimentos global ha incidido, modificado y consecuentemente vulnerado la agricultura del subsistema

agrícola, fue significativo conocer la percepción de los productores sobre: ¿cuáles son y en qué consistían dichos cambios productivos en el subsistema agrícola?, es decir ¿cuáles son los elementos que los productores afirman haber cambiado de sus procesos productivos?

Ante estas interrogantes no podemos perder de vista que la ciencia y la tecnología han sido los grandes aliados de la dinámica de producción de alimentos, al momento de insertar en los procesos de producción de los socio-ecosistemas Sprigmann (2018) y Zabel (2019).

Dicho lo anterior, dentro del trabajo de campo formulamos una pregunta que nos permitiera conocer cuáles eran y en qué consistían los cambios en los procesos de producción, que a juicio de los productores se habían dado en el contexto del impulso de la dinámica de producción de alimentos globales.

Los resultados de esta interrogante fueron agrupados en cuatro categorías (Social, ambiental, económico y tecnológicas). Una vez agrupadas las respuestas procedimos a un análisis porcentual de las mismas, para conocer en qué radicaba la mayor cantidad de cambios experimentados por los productores en el subsistema.

Los resultados son los siguientes.

En la categoría de cambios sociales, encontramos dos respuestas que son: más conciencia en el uso de pesticidas y conciencia sobre los químicos en los alimentos.

Por su parte en la categoría de cambios ambientales encontramos tres respuestas que son: Agua muy profunda, más gusanos en el coque de las plantas y que antes no se requería abonos químicos para la producción.

En la categoría de cambios económicos encontramos siete respuestas que son: Incremento en los costos de producción, cambios en los precios, incremento en los precios, insumos más caros, poca producción, mayor rendimiento de las semillas e insumos del campo más caros.

En la cuarta y última categoría agrupamos las respuestas asociadas con las tecnologías y el número de respuestas fue de 25: Experiencia de agrónomos, más semillas

certificadas, pura maquinaria, cambios tecnológicos, sistemas de riego, mecanización, rapidez, tecnología, fertilizantes, plaguicidas, riego por goteo, semillas mejoradas, maquinaria, construcción de presas, nuevos procesos de producción, tecnología, químicos, plaguicidas, más tecnología, mejores semillas, más tecnología, mejores sembradoras, más moderno, tecnología, mejor variedad de semillas.

En el siguiente gráfico se expresan los resultados divididos en términos porcentuales para cada una de las cuatro categorías.

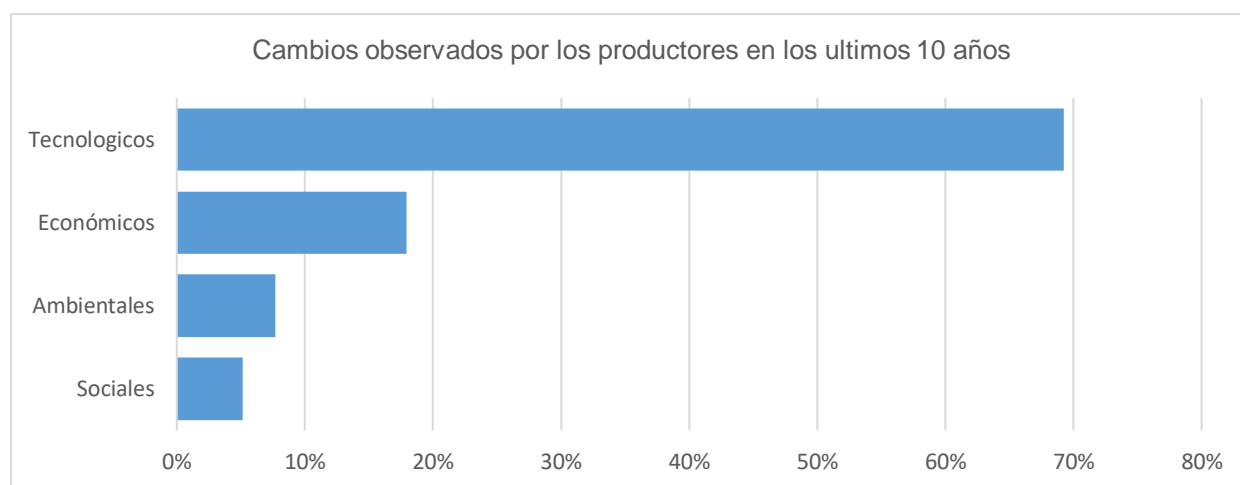


Gráfico 4. Cambios observados por los productores. Elaboración propia.

La evidencia sugiere que la mayoría de los cambios (69%) que observaron los productores en el subsistema agrícola son de carácter científico y tecnológico, seguido de los cambios económicos que muestran un 18%, los cambios ambientales con un 8% y en menor porcentaje 5% los cambios sociales.

Apoyados en los datos expresados en este gráfico, podemos señalar que La dinámica de producción de alimentos a través de la especialización de los avances científicos y tecnológicos, ha logrado vulnerar las condiciones de estabilidad que los productores tenían con sus parcelas en los últimos diez años en el subsistema agrícola del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

3.1.2 Factores adversos en el subsistema agrícola con el impulso de la dinámica de producción de alimentos global.

Establecimos hasta este punto que las actividades productivas en el subsistema agrícola efectivamente han cambiado en el contexto del desarrollo de la agricultura a escala global en los últimos 10 años. Establecimos además que dichos cambios se han centrado en factores tecnológicos y científicos y que en algunos casos dichos cambios han vulnerado las condiciones de estabilidad que se tenían entre los productores y sus procesos productivos.

Para seguir fortaleciendo el planteamiento de la vulnerabilidad del sistema socio-ecológico como resultado de los cambios impulsados por la dinámica de producción de alimentos global, durante este apartado revisamos algunas de las tecnologías y herramientas que han sido adoptadas por parte de los productores.

A través de este ejercicio confirmaremos si las tecnologías adoptadas por los productores en los últimos diez años corresponden o no con las herramientas impulsadas por la dinámica de producción de alimento global y con los factores adversos que estos paquetes tecnológicos representan.

El caso de las semillas mejoradas o también conocida como semillas certificadas, es uno de los principales distingos en cuanto a la práctica agroindustrial impulsada a escala planetaria. Para Duran, (2011) este tipo de semillas agroquímicas son las que han sufrido tratamientos tecnológicos (ingeniería genética) con el propósito de cumplir expectativas de comercialización y rendimiento, a diferencia por ejemplo de las semillas botánicas que son producidas por las plantas sin ningún tratamiento para su uso.

Sobre los factores adversos que tiene la adopción de semillas modificadas mediante la ingeniería genética Ervin, (2011) ha establecido por ejemplo el desarrollo de impasividad en las plantas, efectos indirectos sobre especies que no son plagas, la resistencia a malezas y algunas plagas entre otros. Esta serie de factores adversos en las semillas genéticamente mejoradas, representan además un alto riesgo para los productores en el sentido de que son enmarcados como problemas técnicos científicos exclusivos de la agricultura industrializada sin embargo, las consecuencias y riesgos a los que los

productores y sus respectivos cultivos están expuestos con la adopción de estas semillas son en muchos casos de carácter social, económico y en algunas ocasiones incluso de carácter de salud pública de acuerdo con Ervin, (2011).

Sobre la aceptación y adopción que la semilla genéticamente mejorada ha tenido dentro de los procesos productivos en el subsistema agrícola, presentamos el siguiente gráfico.

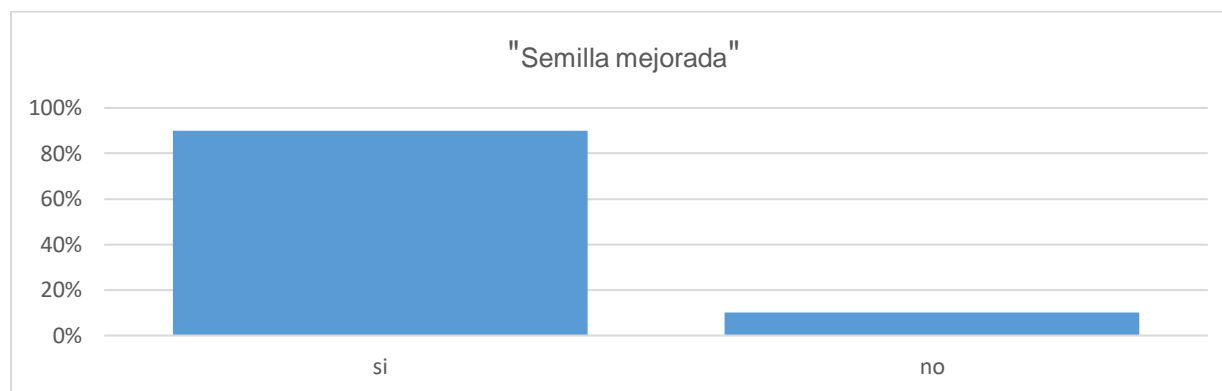


Gráfico 5. "aceptación de la semilla mejorada en los productores" *Elaboración propia*

Como se observa en el gráfico, el 90% de los productores encuestados señaló que el uso de semilla mejorada o certificada se ha vuelto indispensable dentro de sus procesos productivos. En contraste, solamente el 10% de los encuestados señaló que dentro de sus procesos productivos no hace uso de este tipo de semillas.

El alto porcentaje de productores que ha incorporado dentro de sus procesos productivos las semillas modificadas con ingeniería genética se suma a la lista de argumentos con los cuales sostenemos que la dinámica de producción de alimentos global ha logrado vulnerar las condiciones de estabilidad que se tenía en las relaciones de los productores y sus parcelas.

En el mismo sentido, hemos indagado en la investigación sobre el uso de fertilizantes en el subsistema agrícola, ya que son parte de los avances científicos y tecnológicos que la dinámica de producción de alimentos global ha impulsado en la última década para transformar los procesos de producción de los países en vías de desarrollo. Cabe señalar que el desarrollo de fertilizantes bajo la perspectiva disciplinar de la dinámica de producción de alimentos global, no han sido del todo positivas. En este caso, los factores adversos asociados con estas tecnologías, no se han limitado a la escala de las parcelas,

sino que han repercutido en términos de salud de los consumidores finales de los alimentos.

Para Reyes (2018) las afectaciones del sistema nervioso, el cáncer, las alteraciones hormonales, así como las afectaciones del sistema inmunológico y daños reproductivos, son algunas de las consecuencias del uso de estas tecnologías en las plantas.

Sobre el caso del subsistema agrícola que nos atañe, elaboramos el siguiente gráfico los datos sobre la aceptación y adopción que han tenido este tipo de avances científicos y tecnológicos en los agricultores del subsistema.



Gráfico 6. Adopción de Fertilizantes. Elaboración propia.

La evidencia muestra que el 93% de los productores encuestados han incorporado a sus procesos de producción los plaguicidas impulsados por la dinámica global de producción de alimentos global, como método para incrementar el rendimiento de sus cultivos. Por otra parte, el desarrollo de los plaguicidas es otro de los avances científicos y tecnológicos que han sido impulsados por la dinámica de producción de alimentos global, con el afán de incrementar la productividad y rendimiento en el menor tiempo posible en los cultivos.

Algunos de los factores adversos y riesgos que se han asociados con el uso de fertilizantes agroquímicos impulsados por la dinámica de producción de alimentos global son los siguientes: los *efectos a corto plazo en el ambiente cercano* como la contaminación inmediata del ambiente biótico (suelos y aguas superficiales y subterráneas), los *efectos a largo plazo en el ambiente cercano* como la acumulación de contaminantes que tomaran años para degradarse, y *efectos a largo plazo en el ambiente*

lejano como es el caso de la presencia de elementos tóxicos en los alimentos, o la extinción de especies.

Sobre la adopción y aceptación de estas tecnologías dentro del subsistema agrícola del sistema socio-ecológico del acuífero que nos atañe, encontramos desafortunadamente que, el 100% de los productores las ha adoptado como método para controlar las plagas dentro de sus procesos productivos.

Sumado a estos tres factores (semillas modificadas, plaguicidas, fertilizantes), la dinámica de producción de alimentos global ha desarrollado otro tipo de avances para hacer más atractiva y novedosa a los ojos de los productores la agricultura industrializada a escala global. Estos avances tienen que ver con la mecanización de los procesos productivos y el uso de combustibles fósiles, mismos que han sido los grandes detonantes del colapso de los sistemas terrestres de acuerdo con Duran, (2011).

Sobre estos avances tecnológicos impulsados por combustibles fósiles, presentamos a continuación una serie de gráficos en los cuales mostramos la evidencia sobre la adopción y apropiación por parte de los productores que integran el subsistema agrícola, así como algunos de los factores adversos que estas tecnologías representan.

El primero de estos gráficos se refiere al tipo de tracción que los productores prefieren para labrar la tierra.

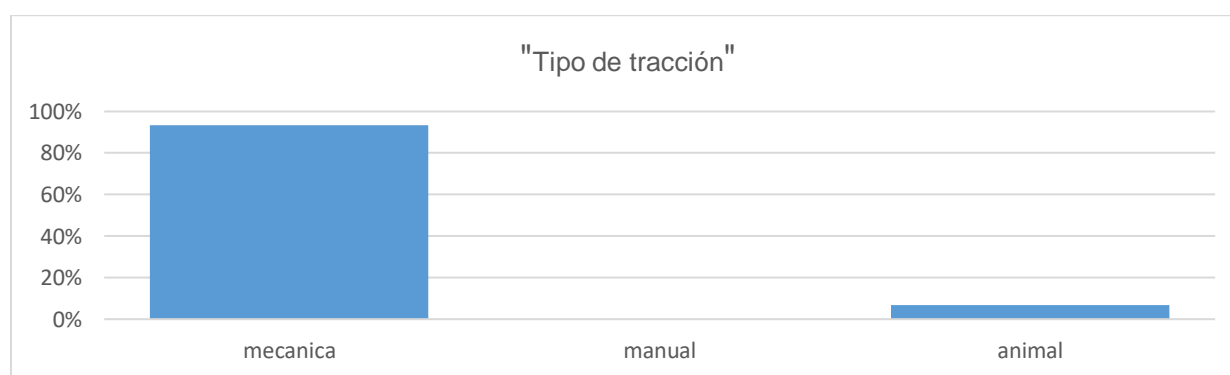


Gráfico 7. "Tipo de tracción que los productores prefieren para labrar la tierra" Elaboración propia.

Como se muestra en el gráfico, el (97%) de los encuestados utiliza la tracción mecánica en sus procesos de producción dentro del subsistema agrícola, seguido del 3% de los productores que utiliza la tracción impulsada por algún tipo de animal. En el mismo

sentido los arados metálicos tirados por tractores para labrar la tierra se han vuelto recurrentes por parte de los productores que integran el subsistema gracias al impulso de la dinámica de producción de alimentos y su afán en incrementar la productividad en el menor tiempo posible.

Sobre los factores adversos asociados con los arados impulsados por combustibles fósiles, trabajos como el de Lampurlanes (2016) han sugerido que en ciertas condiciones este tipo de arados intensivos debe evitarse, ya que puede tener efectos nocivos sobre la infiltración y capacidad para almacenar agua, lo que reduce a largo plazo el rendimiento de los cultivos.

Desafortunadamente dentro del subsistema agrícola que nos atañe y basándonos en los datos obtenidos en campo, sabemos que el 97% de los campesinos ha incorporado los arados metálicos impulsados por tractores como método para labrar la tierra dentro de sus procesos de producción. Además de los arados, dentro del trabajo de campo indagamos sobre otras herramientas que funcionan a base de energías fósiles y que han sido incorporadas a los procesos mecanicistas de producción de alimentos en el subsistema agrícola.

En la siguiente tabla mostramos los datos porcentuales para cada una de las herramientas.

Herramienta mecánica	Porcentaje de productores que la utiliza
Tractor	87%
Rastra de discos	78%
Remolque	75%
Fumigadora	69%
Pulverizadora	63%
Rastra de dientes	54%

Tabla 15. Herramientas impulsadas por combustibles fósiles. Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla, herramientas novedosas como la rastra de discos, el remolque, la fumigadora, pulverizadora se han vuelto indispensables para el desarrollo de la agricultura del subsistema agrícola y esta agricultura a su vez, dependientes de los

grandes detonantes del colapso de los sistemas terrestre, es decir de los combustibles fósiles.

El último elemento que agregaremos a la lista de factores que dan cuenta de la presencia de la dinámica de producción de alimentos global en el subsistema agrícola, es el hecho de que los productores han perdido la capacidad de innovar y relacionarse con sus parcelas, después de adoptar y apropiarse de las tecnologías que hemos señalado en este apartado.

Este suceso tiene que ver según Suárez (2003) con los procesos mecanicistas e irreflexivos que resultan de la adopción de los paquetes tecnológicos de la dinámica de producción de alimentos global. Nos referimos en términos concretos a la pérdida de los productores de su capacidad para relacionarse con sus parcelas. Dicho de otra forma, no referiremos al hecho de que una vez que los productores adoptan los paquetes tecnológicos y consecuentemente los procesos mecanicistas e irreflexivos de la dinámica de producción de alimentos global, los productores se convierten en un eslabón más de la cadena de producción en la cual, su capacidad de intervenir e interactuar con sus cultivos está restringida y limitada a los manuales de producción agroindustrial.

Sobre este tema la evidencia obtenida en campo sugiere que 81% los productores están consciente de que si bien, los avances científicos y tecnológicos han simplificado los procesos de producción, al mismo tiempo han limitado y restringido su capacidad de innovar y relacionarse con sus parcelas.

Este hecho sumado a los diferentes gráficos que hemos presentado hasta el momento, son los argumentos con los cuales sostenemos que la dinámica de producción de alimentos global se ha establecido en el subsistema agrícola mediante los diversos avances científicos y tecnológicos, que han vulnerado la estabilidad y equilibrio en los procesos de producción en el subsistema agrícola y consecuente mente en los sistemas que sostienen la vida del planeta como es el caso del ciclo hídrico.

3.1.3 Lógica de producción y vulnerabilidad del subsistema agrícola.

Aunado a los estados de inestabilidad y riesgo en los planos parcelarios y productivos, la dinámica de producción de alimentos también ha modificado las estructuras sociales, históricas e ideológicas que sustentan la lógica y racionalidad de los productores, aumentando de esta forma el estado de vulnerabilidad del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

En consecuencia, el planteamiento que abordaremos en este apartado tiene que ver con el hecho de que una vez que los productores agrícolas adoptan los avances científicos y tecnológicos impulsados por la dinámica de producción de alimentos global, los productores adecuan consecuentemente el conjunto de valores éticos y culturales transitando así de una lógica y racionalidad campesina tradicional, a una lógica de producción hacia afuera y una racionalidad centrada en compensaciones económicas.

Sobre este tema Suarez (2015) ha señalado que, la lógica de producción contemporánea es resultado de la transformación del sistema productivo, que inicio a partir del año 1980 en la ciudad de León Guanajuato, bajo el modelo de modernización “hacia afuera”.¹¹

Este modelo está basado en gran medida en el concepto de la calidad y está orientado por enfoques como el de la compensación económica. Para Friedland (1994) este tipo de producción “conlleva la apropiación de avances tecnológicos nuevos como el desarrollo de la producción contra estación, la maquinaria especializada, semillas y agroquímicos, la creación de nichos de mercados que incluyen la diferenciación de los productos ya existentes, en una búsqueda constante y férrea del valor agregado” (p. 212).

En el caso del subsistema agrícola del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, esta lógica de producción puede irse expresando a través de datos que nos permitan asociar las razones o circunstancias que impulsan la toma de decisiones de los productores, con los preceptos de las compensaciones económicas.

¹¹ Este modelo significa que el Estado exporta los bienes producidos por sus habitantes y esto provoca el alza de los precios en el consumo interno, enriqueciendo los sectores exportadores.

El siguiente grafico es uno de los criterios sobre los que establecemos que la racionalidad de la compensación económica y la dinámica de producción de alimentos global, han modificado las condiciones éticas y culturales que orientan la acción de los productores del subsistema agrícola del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

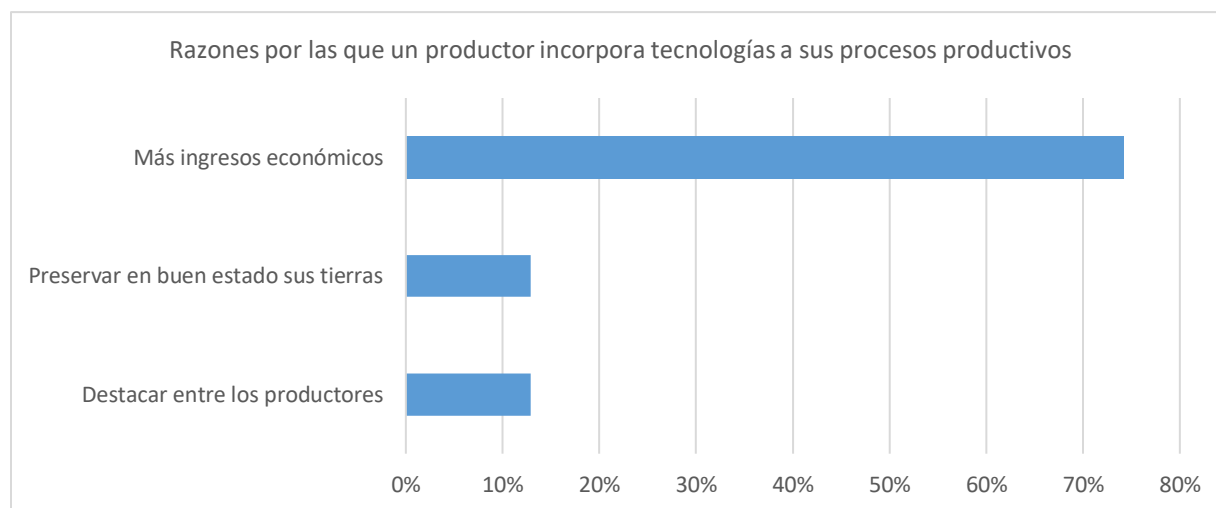


Gráfico 8. Razones por las que un productor incorpora tecnologías a sus procesos productivos. Elaboración propia.

La evidencia sugiere que el 74% de los productores encuestados incorporaron tecnologías a sus procesos productivos con el objetivo de generar más ingresos económicos. Por su parte las razones de preservar en buen estado las parcelas y destacar entre los otros productores reflejaron ambas un 13%.

En consecuencia, la evidencia nos permite establecer que actualmente el conjunto de normas éticas y culturales que orientan la acción de los productores pierde de vista el cuidado y la preservación de sus tierras. Por consiguiente, el cuidado y preservación de la esfera ambiental es vulnerable ante la lógica y racionalidad que actualmente conduce la acción de los productores.

Otro de los factores que puede asociarse a la racionalidad y lógica de producción hacia afuera, es la paulatina reducción de la superficie de producción dentro del subsistema agrícola. Este suceso se debe entre otras cosas, a la integración de circuitos industriales comerciales que han contribuido al abandono de la agricultura de los pequeños productores.

Bajo esta lógica y racionalidad, los productores comienzan a vender sus parcelas ya que al no contar con el capital económico que les permita acceder a los avances científicos y a los circuitos comerciales, el resultado de su esfuerzo y trabajo no puede competir en términos de rendimiento y productividad con la dinámica de producción de alimentos global, y este hecho los conduce a la venta y/o abandono de sus tierras de cultivo.

Sobre este tema, el siguiente grafico da cuenta de la situación que guardan la venta de ranchos, así como el abandono del campo en el subsistema agrícola, debido entre otras cosas a los cambios impulsados por la dinámica de producción de alimentos en los últimos diez años.

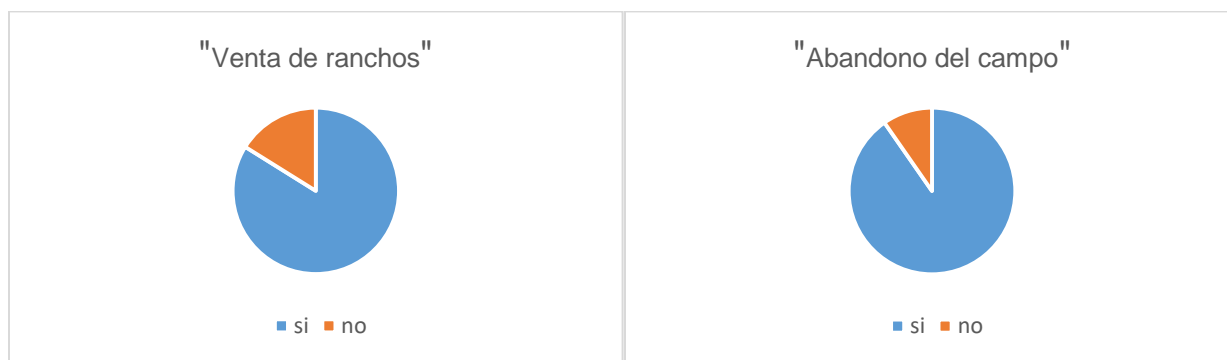


Gráfico 9. Venta de ranchos y abandono del campo. Elaboración propia.

La evidencia sugiere el 84% y 90% de los encuestados respectivamente, consideran que la venta de ranchos y el abandono del campo dentro del subsistema agrícola, son sucesos ocasionados por el impulso de los avances científicos y tecnológicos de la dinámica de producción de alimentos global.

Otro de los componentes vinculados con la reproducción de la lógica hacia fuera según Suárez (2007) tiene que ver con la pluriactividad. Este fenómeno corresponde a una estrategia de sobrevivencia, en la cual, los productores se emplean en diferentes ocupaciones fuera de sus tierras de cultivo, dando como resultado el abandonando del autoconsumo como pilar para el desarrollo de sus hogares.

Sobre este tema elaboramos el siguiente grafico que trata del destino final que tiene los alimentos producidos en el subsistema agrícola que nos atañe.

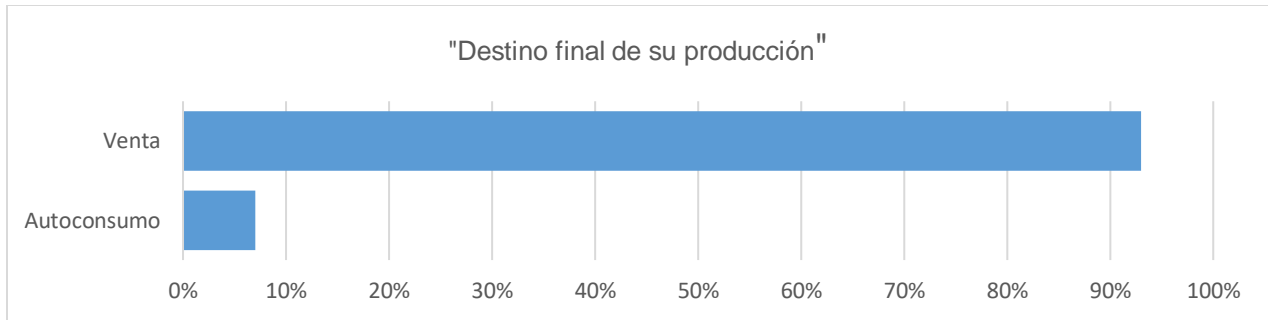


Gráfico 10. Destino final de la producción. Elaboración propia.

Derivado de este gráfico podemos señalar que dentro del subsistema agrícola solamente el 7% de los encuestados se benefician directamente de los bienes y servicios que resultan de la relación socio-ecológica del campesino y su parcela. En contraste el 93 % de los productores prefiere una retribución económica por su trabajo.

La suma de factores como la venta y abandono de la superficie agrícola, la desaparición del autoconsumo como fuente de bienes y servicio en los hogares de los productores, así como el hecho de incorporar tecnologías a sus procesos de producción con fines primordialmente económicos, son elementos suficientes para establecer que la lógica de producción hacia afuera y la racionalidad económica han modificado los valores éticos y culturales del subsistema agrícola.

Esta situación aumenta el grado de vulnerabilidad del sistema socio-ecológico ya que además de alterar los procesos productivos, los productores modifican como veremos a continuación sus formas de apropiar, significar y valorar los sistemas terrestres.

3.2 Cultura e insostenibilidad socio-ecológica.

Establecimos hasta este punto que los avances científicos y tecnológicos impulsados por la dinámica de producción de alimentos y la racionalidad centrada en la compensación económica, son factores que se han establecido en el subsistema agrícola y han propiciado factores adversos en el sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

Durante este apartado procuramos definir cómo es que los productores apropian, valoran y significan el agua como resultado del encuentro con la dinámica de producción global y la racionalidad económica. Es decir, explicaremos como es concebida en la actualidad el agua por parte de los productores después de estar inmersos en procesos de producción agroindustrial, orientados por una racionalidad de compensaciones económicas.

Para tales fines consideramos las evidencias recabadas en campo sobre un conjunto de cualidades, criterios, referentes y representaciones que los productores tienen y/o asocian con el agua. Algunos de estos criterios son por ejemplo, el volumen de agua de la que disponen para sus procesos productivos, las consecuencias de que la disponibilidad de agua sea poca, si la normativa institucional para garantizar la sostenibilidad del agua se respeta o no, si el agua es para los productores un recurso finito o infinito, si las expectativas de las generaciones futuras dependen o no de la disponibilidad del agua y si lo productores practican o no algún tipo de ritual ceremonial o acto espiritual para agradecer por las cosechas obtenidas a través del agua.

Una vez que exponamos la suma de criterios, referencias y representaciones que los productores agrícolas tienen sobre el vital líquido, estableceremos para cada uno de los conceptos de apropiación, valoración y significación una definición con base en esta nueva cultura del agua. En la parte final del apartado presentamos algunas de las pautas y comportamientos humanos que han sido gestados como resultado de la forma de apropiar, significar y valorar el agua, con el impulso de la dinámica de producción global de alimentos y la lógica de la compensación económica.

El primer referente que podemos considerar para determinar la forma de apropiarse y valorar y significar el agua por parte de los productores, es la capacidad hídrica con la que cuenta. Dicho de otra forma, el conjunto de información que los productores tienen sobre los volúmenes y flujos de agua, a través de los cuales pueden recurrir para cumplir sus expectativas económicas, sociales y ambientales.

Sobre este referente y con base en el trabajo de campo encontramos que el 16% de los usuarios considera que el agua que tienen para riego es suficiente. Por el contrario, el mayor porcentaje de productores 88% piensa que la disponibilidad de agua para riego es moderada o poca.

Para sumar a la lista de criterios y referencias establecidas por los usuarios para asignar valor y significado al agua, indagamos sobre los motivos, razones o circunstancias por los cuales el agua para riego era poca. En el siguiente gráfico se muestran los datos que obtuvimos sobre esta pregunta.

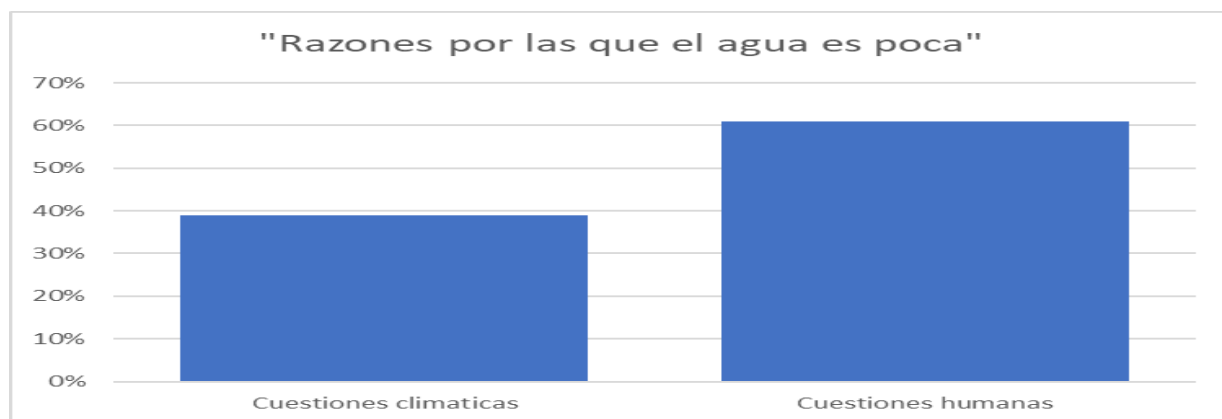


Gráfico 11. Razones por las que el agua es poca de acuerdo con los productores entrevistados. Elaboración propia.

La evidencia mostró que el 61% de los productores considera que las pautas humanas y sociales, son las responsables de que en la actualidad exista poca agua, por otra parte, el 39% de los productores restante considero que la falta de agua se debía a cuestiones climáticas, como el aumento en la temperatura y las prolongadas sequías.

Afín de robustecer el conjunto de criterios y representaciones a los que los productores recurren para valorar, apropiarse y significar el agua, Indagamos también sobre el

cumplimiento o incumplimiento de la normativa administrativa que regula los volúmenes de extracción.

Sobre este tema elaboramos el siguiente gráfico en el que mostramos cuál es la percepción que los productores tienen sobre el cumplimiento o incumplimiento de la normativa institucional sobre las concesiones de agua al sector agrícola.

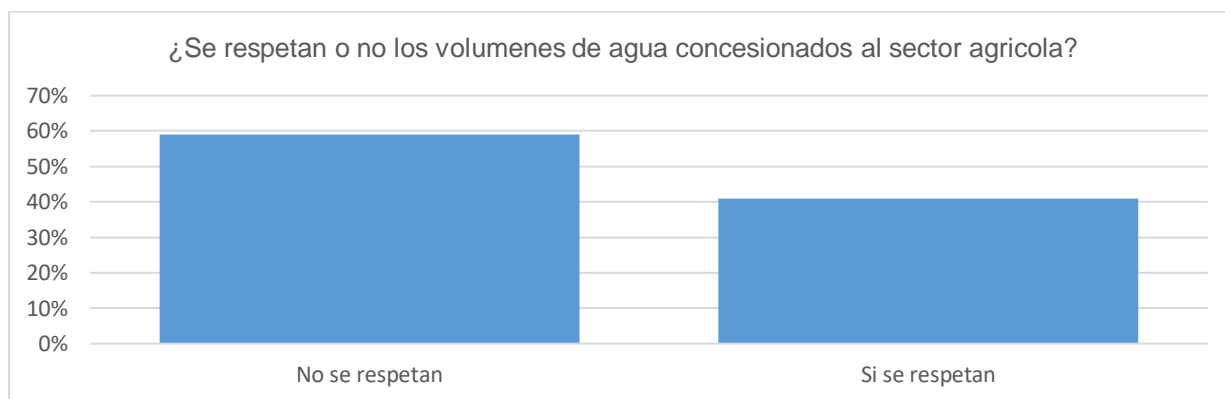


Gráfico 12. "Se respetan o no las concesiones de agua al sector agrícola" Elaboración propia.

La evidencia sugiere que la mayoría de los productores 59% no respetan los volúmenes de agua concesionados por la CONAGUA al sector agrícola. Algunas de las razones por las que no cumplen la ley reglamentaria, de acuerdo con los productores son: que día a día se usa más agua, la falta de multas, que siempre existe quien abusa y se aprovecha, que el dinero es lo que habla, que no se tiene control, porque cada uno busca beneficio propio y que existe corrupción, ente otras.

Otra de las preguntas que formulamos con el objetivo de establecer criterios para determinar la forma de apropiar, significar y valorar el agua por parte de los productores fue: ¿el agua es un recurso que se agotará o no? Sobre esta interrogante el 61% de los productores encuestados consideró que el agua es un recurso finito, en contraste el 39% de los encuestados respondió que el agua es un recurso que nunca se agotará.

Otro de los datos que nos permitirá establecer cuanto aprecian, valoran el agua para los productores, tiene que ver con las expectativas que tienen a futuro. Sobre este tema diseñamos el siguiente gráfico en el que se expresa lo concerniente al futuro de la alimentación de las generaciones futuras con motivo de la escasez de agua.

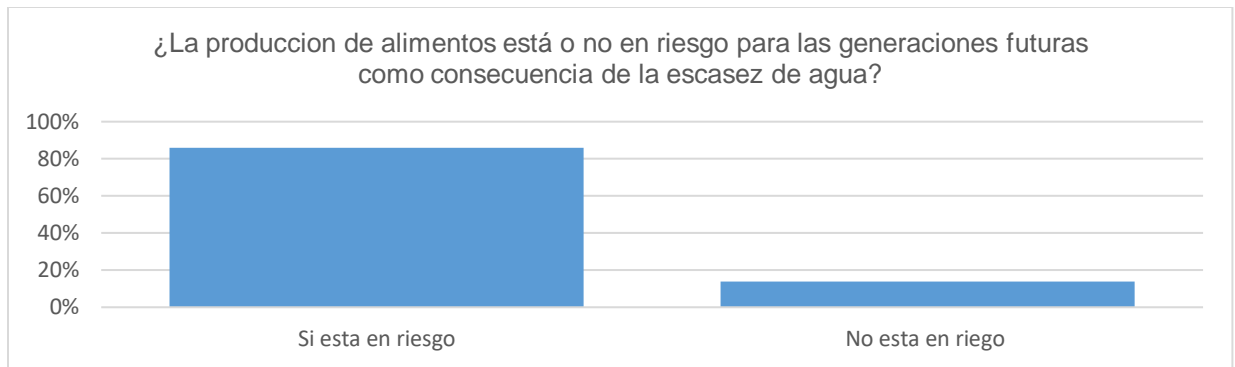


Gráfico 13. “Están o no en riesgo las generaciones futuras” *Elaboración propia.*

La evidencia mostro que el 86% de los encuestados percibe un escenario de crisis hídrica en el sector agrícola que afectará directamente a las generaciones futuras.

En el mismo sentido, consultamos a los productores cómo se verían afectados si el agua faltara para el desarrollo de la agricultura. El objetivo de esta pregunta es comprender cuál es el valor y significado que el agua tiene para sus procesos productivos y en general para el desarrollo económico, social y ambiental de sus vidas. Algunas de las respuestas que obtuvimos son las siguientes: se escasearía la comida, se terminará la vida, ya no venderían sus cosechas, ya no exportarían, se terminaría el trabajo, se acaba el cultivo, ruina de la economía, se tendría que buscar otros acuíferos, se incrementaría los costos exponencialmente, entre otras.

Lo que el vital líquido es por sí mismo para el desarrollo del sistema agrícola, es otro de los criterios y referencia que dan cuenta del sentido que el agua tiene para los productores. Para modelar este criterio dotamos de cinco opciones (Insumo para la producción, bien público, elemento indispensable para la vida, elemento para la salud, un bien común) a los productores, para que seleccionaran la que describiera mejor lo que el agua representaba para el desarrollo de la agricultura.

En la siguiente tabla se muestran los datos sobre este criterio.

¿Qué es el agua para usted?	
Insumo para a producción	0
Bien público	13%
Elemento indispensable para la vida	63%
Elemento para la salud	0
Un bien común	23%

Tabla 16 ¿Qué representa el agua para los productores? Elaboración propia.

Basándonos en los datos que se muestran en la tabla, para el 63% de los productores el agua es un elemento indispensable para la vida, por otra parte, el 23% señaló que el agua es un bien común y el 13% un bien público. La categoría de insumo para la producción y elemento para la salud reflejaron un 0% respectivamente.

El último elemento que nos gustaría revisar antes de definir la forma de apropiar valora y significar el agua por parte de los productores, tiene que ver con la apropiación simbólica y el conjunto de creencias religiosas, tradiciones, rituales y ceremonias a las cuales recurren los productores como gesto de gratitud, por los bienes y servicio obtenidos del agua con la que riegan sus cultivos.

Sobre este tema la evidencia sugirió que el 68% de los productores sí practica algún tipo de ceremonia o ritual como forma de agradecimiento por las cosechas obtenidas. Por otro parte 32% de los encuestados señaló que no practica ningún tipo de acto o ceremonia para agradecer por las cosechas obtenidas. Después de exponer el conjunto de elementos criterios y circunstancias que a nuestro juicio intervienen en la asignación de valor, significado y sentido de apropiar el agua por parte de los productores, estableceremos algunas consideraciones para cada uno de los conceptos referidos.

Para el caso de la apropiación del agua por parte de los productores tomamos en cuenta los siguientes criterios. El hecho de que los volúmenes de agua sean pocos para el desarrollo de la agricultura, los motivos, razones y circunstancias por las cuales el agua es poca, el hecho de que los responsables de que el agua sea poca son los mismos agricultores y la disminución y desuso de las prácticas, ceremonias y rituales para agradecer por el agua.

Con base en la información obtenida en campo y de acuerdo con las perspectivas teóricas que revisamos en el marco retórico de la tesis, consideramos que la apropiación que hacen los productores sobre el agua está orientada a la forma utilitaria y generadora de renta, es decir a la apropiación en términos primordialmente materiales. La base sobre la cual hacemos este planteamiento tiene que ver con la pérdida y disminución de la apropiación simbólica, que es aquella en la cual los sistemas de vida del planeta son vistos como lugar sagrado o bien como sistemas en los cuales se escribe la historia de una sociedad.

Esta apropiación simbólica es importantísima porque incentiva la idea de que los individuos formamos parte de un sistema más amplio, a diferencia de la apropiación exclusivamente material (que es la que prevalece actualmente en el subsistema) que pone al hombre al centro de los sistemas de soporte de vida.

Para establecer la valoración del agua por parte de los productores que integran el subsistema agrícola, tomaremos como base los siguientes criterios y referencias. Que el agua es un recurso finito para la mayoría de los productores, la poca disponibilidad de agua que los productores tiene para su desarrollo, que las expectativas que tiene a futuro representan un escenario de crisis debido a la escasez de agua, los escenarios que los productores visualizan en caso de que faltara el agua para el desarrollo de la agricultura.

Es importante tener en cuenta que la suma de estos criterios y referencias se refieren tanto a la visión que los productores tienen de sí mismos, como al papel que ocupan con respecto a la extracción de agua. Es decir, que estos criterios constituyen a nuestro juicio el soporte que permite explicar la valoración del agua que se extrae del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, ya que este conjunto de valores define el papel que los productores tienen sobre el agua, así como el papel que el agua tiene sobre el desarrollo económico, social y ambiental en sus unidades de producción.

Por consiguiente, diremos que el conjunto de criterios para valor al agua por parte de los productores está orientado por una ética centrada en el progreso ilimitado de las aspiraciones humanas y poco o nada tiene que ver con el cuidado y la preservación de los sistemas que sostienen la vida en del planeta.

Este hecho sumado a las expectativas que pueden o no cumplirse dependiendo de la disponibilidad de agua con la que cuentan (y como se ha visto la disponibilidad es cada día más limitada), nos sugiere que el agua se ha convertido en un bien con un valor muy alto en la estima de los productores, pero un valor que radica en la generación primordialmente de capital para la realización de los proyectos humanos.

Definiremos por último la base del sistema precursor que permite a los productores compartir y asociar cualidades al agua (significar el agua). Para tal caso, nos apoyaremos en la revisión que hemos hecho de la valoración y apropiación del agua, así como de las siguientes consideraciones. Que la normativa institucional para la gestión sostenible del agua no se cumple, las razones por la que no se cumple y las repercusiones del sector agrícola en el contexto de una escasez de agua.

Basándonos en dichos criterios, diremos que el escenario que sirve de telón para que los productores conciban el agua y consecuentemente le otorgan significados, es de escasez e incertidumbre por una parte y por otra parte un escenario influenciado por normas impuestas por una la lógica y dinámica de búsqueda constante de rendimientos económicos en el menor tiempo posible. Estos elementos sumados a los datos obtenidos en campo nos permiten establecer que el significado del agua para los productores del subsistema agrícola es, el de un medio de vida y subsistencia que les ha permitido mantener a través de su actividad productiva una identidad agrícola.

Así mismo, la búsqueda constante de valor y rendimiento económico en los procesos de producción de alimentos se ha convertido en un escenario propicio para que los productores piensen y actúan sobre el agua como si esta fuera una mercancía generadora de rendimientos y la única vía para cumplir sus expectativas sociales y económicas.

Concluiremos este apartado señalando que los cambios en las estructuras ético-culturales del subsistema agrícola con el impulso de la dinámica de producción de alimentos y la lógica de las compensaciones económicas, han dado como resultado una nueva forma de apropiar, valora y significar el agua y consecuentemente se han gestado pautas y comportamientos de insostenibilidad socio-ecológica como veremos a continuación.

3.2.1 La insostenibilidad del orden socio-ecológico.

Continuando con la ruta explicativa que ha orientado el desarrollo de este capítulo, argumentaremos a continuación cómo es que los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua, que han sido orientados por la dinámica de producción de alimentos y la lógica de la compensación económica se han traducido en pautas y comportamientos de insostenibilidad socio-ecológica.

Para cumplir este objetivo enunciamos en primer lugar cuáles son las pautas y comportamientos que los productores han percibido como resultado de los cambios productivos y culturales en el subsistema agrícola basándonos en la información que recabamos en campo. Posteriormente tabularemos cada una de estas pautas humanas en un tablero de insostenibilidad socio-ecológica basado en el trabajo de Boff (2013).

Sobre los sucesos que están asociados con la escasez de agua, el 94% de los encuestados consideró que la pérdida de vegetación era causada por la escasez de agua. Además, el 81% señaló que la desaparición de animales nativos también está relacionada con el proceso de agotamiento del acuífero. En el mismo sentido, el 90% de los encuestados consideró que la migración de los productores también era el resultado de la escasez de agua originada por los cambios en la apropiación, significación y valoración del vital líquido.

Otra de las consecuencias que los productores asocian con el proceso de agotamiento de agua del acuífero, es el desinterés por los problemas y las tradiciones de la comunidad. Sobre este tema, la evidencia sugiere el 90% de los encuestados considera que la falta de interés por las tradiciones y problemas de la comunidad son sucesos relacionados con la escasez de agua originada por cambios productivos y culturales.

Indagamos también si la escasez de agua que ha sido resultado de la nueva forma de apropiar, significar y valorar el agua ha generado o no desigualdad entre productores. Sobre este tema, la evidencia sugirió que el 94% de ellos considera, que, si existe una desigualdad significativa, de carácter tecnológica, económica e hídrica.

En otros temas el 81% de los encuestados manifestó que no conoce ninguna estrategia ni programa y/o proyecto para mitigar los problemas asociados a la escasez de agua. En

este orden de ideas, indagamos sobre las causas, motivos y circunstancia que impiden a los productores orientar acciones para mitigar los problemas asociados con la escasez de agua, y encontramos como respuestas: la falta de organización, la indiferencia, la falta de dinero, la poca comunicación entre productores, la falta de decisión y la falta de vigilancia.

Este conjunto de sucesos y comportamientos humanos, que han surgido de los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua, serán enmarcados a continuación en un tablero de insostenibilidad socio-ecológica que nos indicará en qué sentido y bajo qué preceptos, la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, han conducido a los productores a un estado de insostenibilidad.

3.2.2 El tablero de insostenibilidad socio-ecológica.

El tablero de insostenibilidad socio-ecológica que a continuación presentamos, está basado en el trabajo que Leonardo Boff publicó en el año de 2013 y el cual plantea como base de la insostenibilidad las seis causas (Visión de la tierra como cosa y baúl de recursos, El antropocentrismo ilusorio, El proyecto de la modernidad: el imposible progreso ilimitado, La visión compartimentada, mecanicista de la realidad, El individualismo y la dinámica de la competición, La primacía del desperdicio sobre el cuidado, del capital material sobre el capital humano) que fueron descritas en el marco teórico:

El conjunto de estas causas de insostenibilidad socio-ecológica de acuerdo con Boff ha sido el medio que nos ha conducido a las crisis ecológicas y sociales contemporáneas. Por este motivo, nos gustaría concluir este apartado con un ejercicio en el que encasilemos las pautas y comportamientos humanos que han sido el resultado de los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua, que a su vez han sido impulsados por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, con las causas de insostenibilidad que corresponda.

Este tablero de insostenibilidad se presenta de la siguiente forma. En la primera columna colocamos las casusas de insostenibilidad socio-ecológica. Por otra parte, en las columnas horizontales colocaremos las consecuencias de los comportamientos de insostenibilidad socio-ecológica derivadas de los cambios en la apropiación significación y valoración del agua, que fueron impulsadas por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica.

Un ejemplo de lo que lograremos con este ejercicio es el siguiente: la consecuencia de la *Indiferencia*, que de acuerdo a la evidencia ha sido relacionada con los cambios en la apropiación significación y valoración del agua, que fueron a su vez impulsados por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, será encasillado en la columna vertical de *Individualismo y dinámica de competitividad* ya que esta causa se contrapone y es hostil a la lógica de la naturaleza y de la vida humana. En este orden de ideas, presentamos a continuación la tabulación de las pautas y comportamientos humanos con la causa de insostenibilidad socio-ecológica a la que corresponda.

Tablero de insostenibilidad socio-ecológica

Causas de insostenibilidad del orden socio-ecológico	Consecuencias y pautas de insostenibilidad socio-ecológica derivados de los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua, impulsados por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica		
Visión de la Tierra como baúl de recursos	Que el agua sea poca	Pérdida de fauna local	Pérdida de vegetación
Antropocentrismo ilusorio	La idea de solucionar el problema de la escasez trayendo agua de otro lado	Pérdida de la apropiación simbólica del agua	Falta de vigilancia para cumplir con las normas. Creación de instituciones para dotar y administrar el agua.
El proyecto de la modernidad: Imposible progreso ilimitado	Desigualdad entre productores	Sobre explotación del acuífero	La inagotable ambición de los productores
Visión compartimentada y mecanicista de la realidad	Falta de comunicación entre productores	Problemas de salud por el uso de pesticidas desarrollados con enfoques disciplinares	Pérdida de la capacidad para innovar y relacionarse con las parcelas
Individualismo y dinámica de competitividad	Indiferencia	Falta de organización entre los productores	Desinterés por los problemas de la comunidad
Primacía del capital material sobre el capital humano	Migración de productores	Desigualdad entre productores	Venta y abandono del campo

Tabla 17. "Causas de insostenibilidad del orden socio-ecológico" Elaboración propia con información de Boff (2013) y datos empíricos obtenidos en campo

La evidencia que hemos examinado a través de este tablero de insostenibilidad socio-ecológica, sugiere que las pautas y comportamientos humanos asociadas a los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua en el subsistema agrícola, que han sido a su vez impulsadas por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, corresponden con las causas que han conducido al colapso de los socio-ecosistemas.

Esta serie de pautas y comportamientos humanos, además de contribuir a la insostenibilidad socio-ecológica del subsistema agrícola, se contraponen a los principio

de la agricultura sostenible que tienen que ver de acuerdo con (Harood, 2010 citado por Ervin 2011, p.850) con la interrelación de todas las partes de un sistema agrícola incluido el agricultor y su familia, la importancia de las muchas relaciones biológicas en el sistema, la necesidad de maximizar las relaciones biológicas deseadas en el sistema y minimizar el uso de materiales y prácticas que interrumpen esas relaciones.

La suma de motivos que hemos examinado hasta este punto, son la base a través de la cual argumentaremos a continuación como es que la dinámica de producción de alimento global, así como la lógica de la compensación económica vulneran la sostenibilidad hídrica del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

3.3 La vulnerabilidad del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

Para concluir con la ruta explicativa que ha orientado el desarrollo de este capítulo, explicaremos en este apartado cómo es que las pautas y comportamientos de insostenibilidad socio-ecológica, que han resultado de los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua con el impulso de la dinámica de la de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, vulneran la sostenibilidad hídrica del sistema del acuífero del Valle de León.

Para este fin, fue preciso diseñar un esquema en el pudiéramos sintetizar los atributos de los sistemas social y ambiental, así como los componentes del subsistema agrícola, la dinámica de producción de alimentos global y la racionalidad de la compensación económica. A la luz de del esquema que a continuación presentamos, logramos observar los factores adversos que tiene consigo la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica en el subsistema agrícola, y consecuentemente en la insostenibilidad hídrica del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

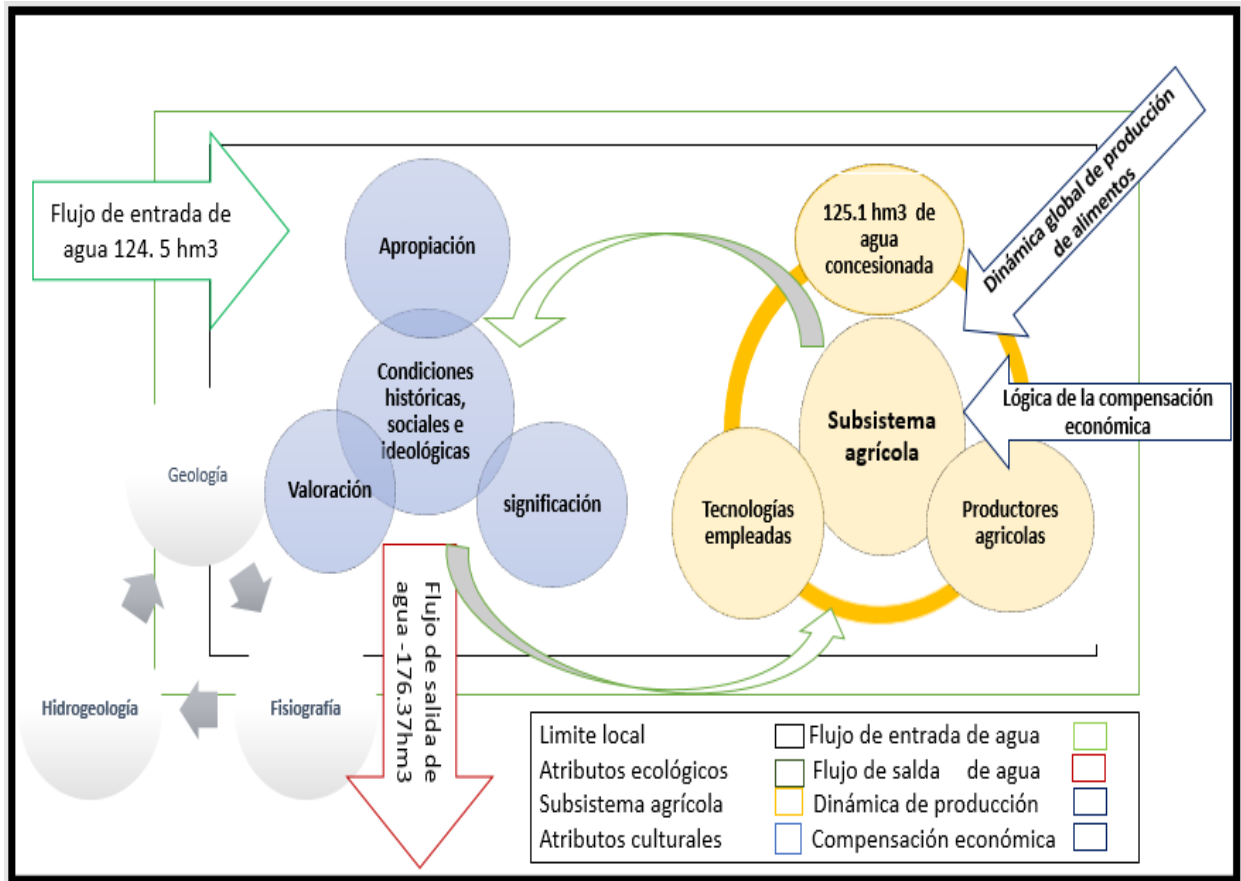


Ilustración 6. Factores que vulneran el sistema socio ecológico del acuífero del Valle de León. Elaboración propia con base en lo visto en el capítulo uno y dos de este trabajo, así como en la evidencia empírica recabada en campo.

El planteamiento es el siguiente, existen una serie de interacciones y relaciones entre los atributos del ámbito ambiental (fisiografía, geología e hidrografía) que de manera natural recargan de agua el acuífero del Valle de León. Este proceso de recarga natural de agua es evaluado periódicamente por la CONAGUA con el objeto de determinar la disponibilidad de agua del acuífero. Para el año 2021 dicha recarga fue de 124.5hm³. (flecha verde en la parte superior izquierda del esquema)

Por su parte, la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica (flechas de color azul marino apuntando hacia el subsistema agrícola), a través de las semillas mejoradas, los fertilizantes, las herramientas impulsadas por combustibles fósiles y demás novedades tecnológicas y científicas, han logrado establecerse como hemos visto en el subsistema agrícola.

Derivado de los datos que hemos examinado, logramos establecer que una vez que los productores adoptan las herramientas y tecnologías impulsadas por la dinámica de producción de alimentos global, los productores del subsistema transitan de una lógica y racionalidad tradicional campesina, a una lógica y racionalidad de compensaciones económicas hacia afuera (flechas de color amarillo que transitan del subsistema agrícola, hacia las condiciones sociales históricas e ideológicas). Este suceso como vimos ha dado lugar a que las condiciones históricas, sociales e ideológicas que orienta la acción individual y colectiva de los productores, modifiquen la forma de apropiar, valorar y significar el agua.

El resultado de estos cambios en las pautas y comportamientos humanos fue enmarcado en el tablero de insostenibilidad socio-ecológica y encontramos que, la escasez de agua (flecha de color rojo), la pérdida de vegetación, la pérdida de especie nativas de animales, la migración de productores, una brecha significativa entre grandes y pequeños productores y la pérdida de las tradiciones locales, son consecuencias del impulso de la dinámica de producción de alimentos y de la lógica de la compensación económica.

Una vez descrita la ruta a través de la cual los avances científicos y tecnológicos impulsados por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, vulneran la transición a un sistema socio-ecológico sostenible, concluimos señalando que este ciclo ha propiciado en los productores agrícolas, una visión de la tierra como cosa inerte o bien como un baúl de recursos inagotables a disposición de ellos para cumplir expectativas en las cuales los sistemas que soportan la vida del planeta no tienen límites.

En este sentido observamos además que en el proyecto a futuro de los productores que integran el subsistema agrícola, ellos están al centro de todas las cosas. Es decir que para la realización de las expectativas económicas y sociales presentes y futuras, los productores entienden los diferentes servicios ecosistémicos como objetos disponibles para ser poseídos y mercantilizados como mejor les convenga.

Sumado a esto, la pérdida de la apropiación simbólica del agua por parte de los productores nos habla de una visión compartimentada de la realidad en la cual los productores han perdido de vista que ellos forman parte de un sistema más grande, y que la suma de todos los componentes del sistema es la fuerza que provee de vitalidad sus parcelas.

Una última presión sobre la insostenible extracción de agua del acuífero del Valle de León como consecuencia de los cambios culturales y productivos es que el individualismo y la dinámica de competición que se da en el subsistema agrícola, han incrementado la brecha de la desigualdad social, económica e hídrica entre los productores.

Por lo tanto, determinamos que los comportamientos y pautas humanas que han sido resultado de los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua, que han sido impulsados a su vez por la dinámica de producción de alimentos y la lógica de la compensación económica, son factores que vulneran en términos económicos, sociales y ambientales la transición a un sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León más sostenible.

CONCLUSIONES.

Como resultado del análisis al problema de la insostenible extracción de recursos hídricos del acuífero del Valle de León, como consecuencia de un cambio en la apropiación, significación y valoración del agua en el subsistema agrícola, que vulnera la transición a la sostenibilidad del sistema socio-ecológico nos permitiremos hacer una serie de conclusiones.

En primer lugar, que el desarrollo de este trabajo fue posible gracias a los planteamientos teóricos que se han propuesto desde las Ciencias de la Sostenibilidad. Dos de estos aportes son la perspectiva de los sistemas socio-ecológicos, que ha permitido observar de manera simultánea las esferas ambientales y sociales en torno a la relación que los productores tienen con el agua.

Por otro lado, el concepto de la vulnerabilidad socio-ecológica nos permitió comprender entre otras cosas, que la interacción de los procesos globales como la producción de alimentos, ha ido deteriorando los bienes y servicios ecosistémicos como el agua, y al mismo tiempo ha modificado las pautas y comportamientos humanos del subsistema agrícola del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León. Es decir que la vulnerabilidad del sistema no siempre se encuentra en la escala local, sino que los agentes perturbadores pueden desestabilizar el sistema desde escalas más amplias, en este caso desde la escala global.

Además, a través de estos aportes encontramos que la vulnerabilidad también radica en la capacidad de cambio que los agentes locales pueden experimentar. Este sentido vimos que las condiciones históricas, sociales e ideológicas del subsistema agrícola, no lograron impedir que los avances científicos y tecnológicos de la dinámica de producción de alimentos global desestabilizara la relación de los productores con el agua.

Sumado a esto, con la guía de dichos aportes planteados desde las Ciencias de la Sostenibilidad estructuramos un sistema socio-ecológico para el acuífero del Valle de León, a partir de una serie de atributos sociales y ambientales que giran en torno a la relación de los productores, sus parcelas y el agua.

Mediante este ejercicio establecimos que el sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, tiene que ser visto como un sistema complejo y dinámico toda vez que no responde de manera lineal a las diversas fuerzas sociales o biofísicas ya sean internas o externas al sistema. En el mismo sentido, establecimos que existe una influencia mutua entre los elementos sociales y ambientales que integran el sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, de tal forma que el cambio experimentado en uno de los componentes repercute y afecta inevitablemente al resto de sistema.

Asimismo, y toda vez que las Ciencias de la Sostenibilidad implican un diálogo entre la sociedad y la ciencia, este trabajo se basó en un acercamiento al fenómeno de estudio, mediante un trabajo de campo en el que recabamos información muy valiosa sobre el conjunto de criterios y referentes que los productores tienen sobre el agua. Este acercamiento con los productores que integran el subsistema agrícola no dejó de ser enriquecedor con respecto al análisis del problema de investigación, ya que conocimos lo concerniente a la práctica de la agricultura, así como una parte del conjunto de creencias y utopías que los productores tienen sobre el agua y sus parcelas de viva voz.

La suma de estos factores nos llevó a descubrir, por una parte, que este problema de investigación tiene las características de los problemas perversos. Unas de estas características es el hecho de que no tienen una fórmula definitiva para ser resuelto, o bien que no tienen fin para las cadenas causales, es decir, que no hay regla de detención y de ninguna manera un conjunto o serie de soluciones exhaustivamente descriptibles.

Aunado a esto, somos conscientes de que el problema de investigación que analizamos, no se adapta ni explica de manera precisa con modelos lineales-rationales o mediante enfoques analíticos de ecuaciones causa efecto ni con leyes lógicas positivistas. Si bien logramos establecer que la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica han incentivado un cambio en el subsistema agrícola, y que este cambio se ha traducido en pautas de insostenibilidad hídrica, somos conscientes de que dicha transición ha sido impulsada además por otros factores.

Dicho esto, y respondiendo a la pregunta de investigación estableceremos entre otras cosas, que la agricultura que se desarrolla en el subsistema agrícola del sistema socio-

ecológico del acuífero del valle de León ha cambiado drástica y exponencialmente en los últimos diez años.

Queda claro a través del análisis al objeto de estudio, que los principales agentes de este cambio han sido las herramientas y paquetes científicos-tecnológicos, impulsados por la dinámica de producción de alimentos global, como son las bombas para extraer agua de pozos profundos, las semillas mejoradas, los pesticidas y plaguicidas, las maquinarias impulsadas por combustibles fósiles entre otros.

Por otra parte, la secuencia explicativa de la tesis sugirió que una vez que los productores incorporan las herramientas y paquetes científicos y tecnológicos impulsados por la dinámica de producción de alimentos global, el subsistema transita de una lógica y racionalidad campesina, a una lógica de producción hacia fuera y una racionalidad centrada en las compensaciones económicas como medio y fin para el desarrollo del campo.

En consecuencia, la evidencia mostró que una vez que los referentes culturales cambian el sentido de apropiar, valorar y significar el agua, con el impulso de la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de las compensaciones económicas, pautas y comportamientos humanos como, el individualismo, la dinámica de competición, la apatía sobre los problemas comunitarios y la pérdida de las tradiciones locales desestabilizan y vulneran las propiedades que autorregulan los flujos de entrada y salida de agua del sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León.

En virtud del análisis que hemos agotado concluiremos el trabajo con una serie de reflexiones a partir de las cuales podríamos transitar de un sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León más sostenible.

La primera consideración tiene que ver con la insostenibilidad de las expectativas productivas del subsistema agrícola, con respecto a los flujos de entrada natural de agua al sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León. En términos concretos nos referimos al hecho de que la CONAGUA ha desarrollado la habilidad para calcular los flujos de recarga anual de agua al acuífero y, en consecuencia, proponemos que las concesiones de agua al sector agrícola se adapten a dichos volúmenes de recarga

natural. El hecho de que la CONAGUA estudie analice y publique periódicamente que la disponibilidad de agua para el acuífero sostiene un déficit, con respecto a los flujos de entrada y salida nos hace pensar que solo están documentando la tragedia del acuífero.

Con el respaldo de este tipo de estudios, sería pertinente distribuir en términos porcentuales los flujos de entrada de agua al acuífero para que no continuemos extrayendo más agua de la que el acuífero puede proveernos. Los riesgos económicos, sociales y ambientales a los que nos ha conducido esta situación y de los cuales ha dado cuenta este estudio, tiene que ser vistos como una justificación para que las autoridades y los usuarios del agua, adapten los volúmenes que actualmente tiene concesionados a los volúmenes de recarga natural del acuífero.

Sumado a esta propuesta y considerando que los usuarios no respetan los instrumentos institucionales para garantizar la sostenibilidad de agua, tendríamos que diseñar una estrategia en la que se reformulen los principios, preceptos y condiciones que integran la estructura cultural que orienta la acción de los productores.

Gracias al trabajo que hoy concluimos constatamos que efectivamente la cultura orienta la acción individual y colectiva. Desafortunadamente los referentes, preceptos y principios que actualmente orientan la acción de los productores están influenciada por la dinámica de producción de alimentos global y una lógica de compensaciones económicas y como consecuencia de este suceso, las pautas humanas están vulnerando las propiedades de autorregulación del sistema socio-ecológico del acuífero.

Por lo tanto y de manera paralela al planteamiento de la distribución porcentual de la recarga natural de agua, las autoridades y usuarios tendrán obligadamente que buscar incorporar a sus condiciones sociales, histórica e ideológicas, preceptos, criterios y referentes sobre una nueva ética y cultura del agua. El papel que tiene que jugar la cultura en el contexto de este problema complejo, es el de orientar mediante políticas públicas, un conjunto de creencias, representaciones, utopías e ideales que se traduzcan en pautas y comportamientos de sostenibilidad hídrica.

Esta transición a la sostenibilidad hídrica tiene que ser vista sin embargo como un reto complejo que se resuelva de manera colaborativa. Ante este escenario proponemos al

patrimonio cultural de las comunidades rurales como testimonio de que una apropiación, significación y valoración sostenible del agua es posible. Este patrimonio puede dar cuenta de que, por mucho tiempo las actividades agrícolas del municipio, lograron abastecer las demandas locales de alimentos, sin poner en riesgo las capacidades hídricas del acuífero.

Somos conscientes de que las demandas de alimentos de las poblaciones de hoy no son las mismas que hace 20 años, y en consecuencia los métodos y procesos productivos del pasado difícilmente lograría abastecer las demandas actuales de alimentos, ya que hoy en día se abastecen núcleos poblacionales fuera del estado y del país.

Sin embargo, las relaciones socio-ecológicas en torno a la agricultura de antes se establecían a partir de principios y preceptos como la cooperación, la apropiación simbólica del territorio, el cuidado y preservación de la tierra para las generaciones futuras y el conjunto de condiciones históricas sociales e ideológicas que gestaron estas pautas y comportamientos humanos, no representaban problemas socio-ecológicos en el contexto global.

Es en este sentido proponemos el patrimonio cultural de las comunidades rurales, no como un referente en términos prácticos y materiales, sino como un referente en términos simbólicos, dicho de otra forma, como como un referente cultural de cuidado sobre los bienes comunes. Este cambio en la concepción del lugar que ocupamos los humanos con respecto a la tierra y en general de la producción de alimentos, tiene que ser uno de los indicadores que dé cuenta de lo cercas o lejos que nos encontramos de un estado sostenible en la relación socio-ecológica que se teje entre los productores, los consumidores y el agua.

Para concluir diremos que el futuro de esta investigación tendrá que enfocarse en buscar propuestas en las que los volúmenes de recarga natural de agua del acuífero del Valle de León se consideren como límites a partir de los cuales las expectativas productivas sean o no viables. Dicho de otra manera, los resultados del trabajo que hoy concluimos son el fundamento a partir de la cual propondremos que las expectativas de desarrollo del sector agrícola se adapten mediante pautas y comportamientos sostenibles a los volúmenes de recarga natural de agua del acuífero del Valle de león.

Metodología.

Partiendo del hecho de que las Ciencias de la Sostenibilidad buscan superar los reduccionismos disciplinarios a través de perspectivas multi o transdisciplinarios, para este trabajo incorporamos a la secuencia metodológica para investigaciones sociales propuesta a por Hernández Sampieri (2010), algunas de las recomendaciones planteadas en el modelo conceptual de las investigaciones transdisciplinarias elaborado por Lang (2012). Esto con la intención de trabajar con un método pluralista y evolutivo que nos permita aplicar y ajustar los métodos durante el transcurso del proyecto de tesis, iniciando con la formulación de un planteamiento del problema de investigación de manera colaborativa como se muestra en la siguiente ilustración.

Secuencia metodológica para el desarrollo de la investigación cualitativa.

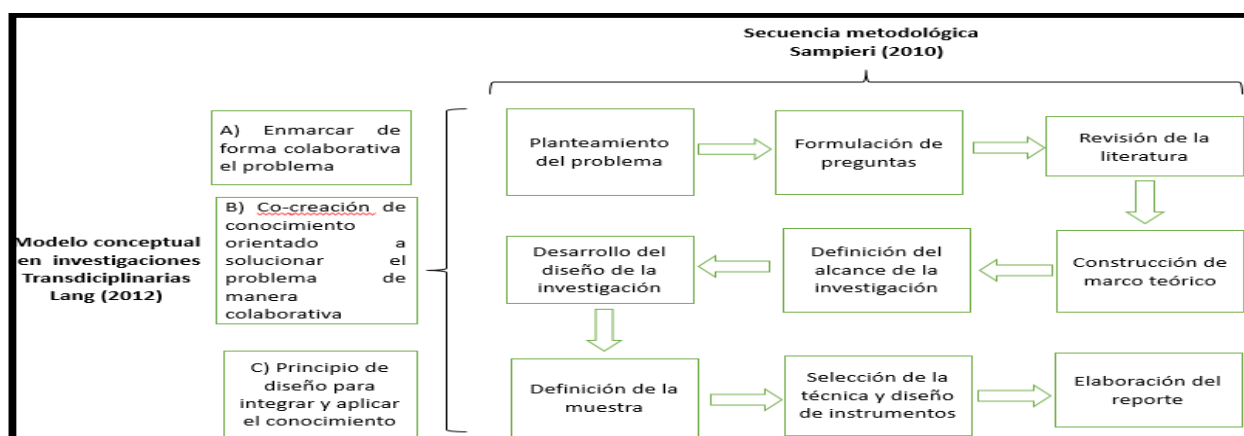


Ilustración 1 Secuencia metodológica para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia con base en Sampieri (2010) y Lang (2012).

Una vez definida la ruta y secuencia que conduciría la investigación, y habiendo concluido la fase de la construcción del marco teórico definimos que el alcance de la investigación sería explicativo, toda vez que este tipo de estudios pretenden de acuerdo con Sampieri (2010) “establecer las causas de los eventos o sucesos que se estudian” (p.83), en este caso cuales son los factores que vulneran al sistema socio-ecológico del acuífero del Valle de León, como consecuencia del cambio cultural y productivo en el sector agrícola, impulsados a su vez por la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de las compensaciones económicas.

En lo que al diseño de la investigación se refiere, el presente estudio se enmarca en lo que Sampieri (2010) define como diseños correlacionales causales. Este tipo de diseños se caracteriza por describir las relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. En este entendido, para la operacionalización de la hipótesis y consecuentemente para determinar si existía o no relación entre la insostenible extracción de agua del acuífero del del Valle de León y los cambios en la apropiación, significación y valoración del agua bajo el impulso de la dinámica de producción de alimentos global y la lógica de la compensación económica, optamos por llevar a cabo un análisis bivariado.

Este tipo de análisis consiste en palabras de Rojas (2013) en “cruzar o relacionar las preguntas de los indicadores independientes con aquellas de los indicadores dependientes, y al quedar probada esa relación bajo esta lógica de análisis, se prueba automáticamente la hipótesis” (p.71). En este orden de ideas, para la verificación de la hipótesis, elaboramos una guía de investigación para el trabajo de campo que consistió en primer lugar en la desagregación de conceptos en variables, indicadores e ítems.

Operacionalización de hipótesis

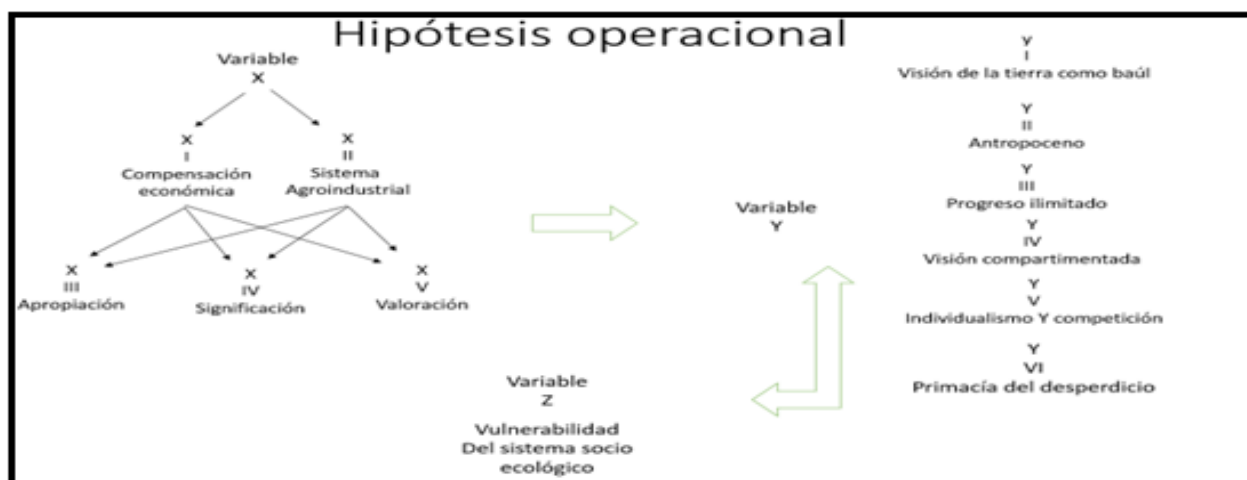


Ilustración 2 Operacionalización de hipótesis con un análisis bivariado. Elaboración propia con base en Rojas (2013)

Una vez desagregadas las variables elaboramos un guion para aplicar entrevistas estructuradas. Estas entrevistas se aplicaron a una muestra no probabilística dirigida a productores agrícolas del municipio de León Guanajuato, cuyos procesos productivos dependen primordialmente del agua que se extrae del acuífero del Valle de León.

Ya que concluimos con el trabajo de campo procedimos a la tabulación, análisis y presentación de los datos. En esta etapa reproducimos para cada uno de los ítems que se recogieron con el instrumento previamente descrito, una hoja tabular en el programa Excel para darle un mejor manejo a la información. Estos datos se presentan durante el capítulo tres en formato de tablas estadísticas, en ellas se muestran los resultados observados (frecuencias) en términos de porcentajes y proporciones.

Bibliografía.

ABRIC Jean-Claude. (1994) *Pratiques sociales et representation*, PUF, Paris. (Traducción al español: *Prácticas sociales y representaciones*, Embajada de Francia CCC IFAL/ Ediciones Coyoacán, 2001)

ABBOTT B. W., Bishop, K., Zarnetske, J. P., Minaudo, C., Chapin, F. S., Krause, S., Hannah, D. M., Conner, L., Ellison, D., Godsey, S. E., Plont, S., Marçais, J., Kolbe, T., Huebner, A., Frei, R. J., Hampton, T., Gu, S., Buhman, M., Sayedi, S. S., Ursache, O., Chapin, M., Henderson, K. D. et Pinay, G. 2019. « Human domination of the global water cycle absents from depictions and perceptions ». *Nature Geoscience*, (Geociencia de la naturaleza), Vol.12, n° 7, pp. 533–540.

ALIMONDA Héctor, Merlinsky Gabriela, Escobar Arturo, Echeverri Ana, Giraldo Omar, Herrera Guillermo, Castañeda German, Leff Enrique, Ramos Gian, Moreno Melissa, Molina Francisco, Bryant Raymond, Boff Leonardo, Acelrad Henri Goncalves Carlos, Pereira Felipe, Bittencourt Carlos, García María.....Hernández Luis. (2017) *ECOLOGÍA POLITICA LATINOAMERICANA. TOMO I* Pensamiento crítico, diferencia latinoamericana y rearticulación epistémica. Buenos Aires. CLACSO.

ASTIER Marta, Masera Omar, Miyoshi Yankuic. (2008) *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multifuncional*. SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecol+ogica y Sustentable, España.

BÁRCENAS Alicia y Prado Antonio. (2016) *El imperativo de la igualdad: por un desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*.

BINDER Claudia, Hinkel, Jochem, Bots G. Piter, Pahl-Wostl, Claudia. (2013) *Comparation of frameworks of Analizyng Social-ecological System*. *Ecology and Society*. Vol 18, No 4.

BLANCO Mónica. (2000). *Breve historia sobre Guanajuato*. Guanajuato México. Fondo de Cultura Económica.

BOFF Leonardo. (2012) La sostenibilidad qué es y qué no es. Cantabria, España. Editorial SAL TERRAE.

BURNER Jerome. (1991) Actos de significado Más allá de la revolución cognitiva. Madrid, España. Alianza editorial.

CASTAÑEDA Juan. (2011) Metodología de la investigación. Segunda edición. Mc Graw Hill.

CEPAL. (2021) Acerca de los ODM. La cumbre del Milenio. Consultado en internet el día 27-04-2021 en: <https://www.cepal.org/es/temas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio-odm/acerca>

CEPAL. (2021) Rio +20 El futuro que Queremos. Consultado en línea el día 27-04-2021 en: <https://www.cepal.org/rio20/es/index>

CHÁIRES Pablo. (2009) ETNOECOLOGÍA DE LOS INDÍGENAS PUREPECHAS. Una guía para el análisis de la apropiación de la naturaleza. Morelia, México. Centro de investigaciones en ecosistemas CIECO. UNAM.

CHINOY Ely. (2006) LA SOCIEDAD. Una introducción a la sociología. México. Fondo de Cultura Económica.

CHALLENGER Antony. (2014) La aplicación del concepto del sistema socio-ecológico: Alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental en México. INVESTIGACIÓN AMBIENTAL 6 (2) 2014.

DARRAS Veronique. (2008). La cerámica de la cultura de Chupícuaro. Revista Arqueología Mexicana. vol. XVI-NÚM 92.

DAVID Arnol. [1996] (2000) La naturaleza como problema histórico. El medio, la cultura y la expansión de Europa. México. Fondo de Cultura.

DEFRIES Ruth, Nagendra Harini. (2017) Ecosystem management as a wicked problem.

DURAN Ramón. (2011) La crisis ecológica se hace mundial: el capitalismo global choca con la biosfera. Contornos educativos de la sostenibilidad.

DIETRICH Oliver, Heun Manfred, Notroff Jens, Schmidt Klaus, Zarnkow Martin. (2012). The role of cult and feasting in the emergence of Neolithic communities. New evidence from Gobekli Tepe, southeastern Turkey. Antiqui publications.

EAKING Hallie and Amy Lyn Luers. (2006) Assessing the Vulnerability of Social-Environmental Systems. Annu. Rev. Environ Resours. UNAM. 01/30/20.

ESCALANTE Pablo. (2011) El patrimonio histórico y cultural de México (1810- 2010) Tomo II. La idea de nuestro patrimonio histórico y cultural. Conaculta.

ESCOBAR Arturo. (1999) El final del Salvaje. Naturaleza Cultura y Política en la antropología contemporánea. El desarrollo sostenible. Bogotá: ICAN-CEREC

EVALUACION DE SOSTENIBILIDAD. (2020) Desarrollo Sostenible y el marco MESMIS.

FAO. (2020) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Escasez de agua: Uno de los mayores retos de nuestro tiempo. Consultado en internet el día 31 de marzo de 2023 en: [Escasez de agua: Uno de los mayores retos de nuestro tiempo | Historias de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura](#)

FERNANDEZ Ramón. (2011). La crisis ecológica se hace mundial: el capitalismo global choca con la biosfera. El Antropoceno.

FLORESCANO Enrique. (2005) Patrimonio cultural y turismo CUADERNOS 3.P pensamientos sobre el patrimonio cultural. Antologías de textos. El patrimonio nacional Valores, usos, estudio y difusión. México. Conaculta.

GALEANO Eduardo. (2011) LAS VENAS ABIERTAS DE AMÉRICA LATINA. México CDMX. Grupo editorial siglo Veintiuno.

GEERTZ Clifford. (1992) La interpretación de las culturas. Editorial Gedisa, Barcelona.

GEVARA Alejandro. (2020) "Políticas Públicas para la sostenibilidad ambiental y social" Material visto durante el panel organizada por el Colegio de México el día 2 de octubre del 2020: Ultima vez consulado en línea el día 27 de enero de 2021 en: <https://www.youtube.com/watch?v=kWBxOjv7wOo>

GIMENEZ Gilberto. (2007) estudio sobre la cultura y las identidades sociales. México. CONACULTA- ITESO.

GIMENEZ Gilberto. (2005) Teoría y análisis de la cultura. Volumen uno. México. CONACULTA.

GRIGGS David. (2013) Sustainable development goals for people and planet. 2013 Macmillan Publishers Limited. Vol. 495. NATURE

GUTTMAN Edith. (2004) Diseño de un sistema de indicadores socio ambientales para el distrito capital de Bogotá. Bogotá Colombia. UNPD. CEPAL.

HARARI Yuval. (2015). Homo deus. Breve historia del mañana. Kinerret Zmora-Bitan Dvir. Israel. 2015.

HARARI Yuval. (2020). De animales a dioses. Editorial DEBATE.

HARAWAY Donna. (2016). Antropoceno, Caitaloceno, Plantacionoceno, Chthuluceno: Generando relaciones de parentesco. Environmental Humanities vol. 6, 2015, p. 159-165.

INSTITUTO DE ECOLOGÍA DE LA UNAM. (2021) Cumbre del clima en Durban: “mucho ruido y pocas nueces” Consultado en línea el día 27-04-2021 en: http://www.ecologia.unam.mx/web/index.php?option=com_content&view=article&id=213

IPCC, (2013): Summary for policymakers. In: Climate change 2013: The Physical Basis. Contribution of Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Quin, G-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Baschung, A Nauels, Y. Xia, V Bex and P.M Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.

JAUREGUI Cristina. (2018). What do we talk about when we talk about Social- Ecological System? A literature reviews. Sustainability.

KAJIKAWA Yuka. (2008) Research core and framework of sustainability science. Sustain Sci (2008) 3:215-239.

KATES Robert, Thomas M. Parris, Anthony A. (2005). What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice, Science and Policy for Sustainable Development, Vol. 47, number 3, pages 8-21.

KIMLICKA Will. 1996. Ciudadanía multicultural. Una teoría liberal sobre los derechos de las minorías. Editorial Paidós.

KOMIYAMA H. Takeuchi K. (2006) Sustainability Science: building a new discipline. Sustain Sci. 1(1): 1-6 consultado en línea el 17 de octubre de 2020 en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.864.3257&rep=rep1&type=pdf>

LAATS Henkjan. (2010). El Dilema Amazónico. “La construcción de mega-Presas en el Río madera” Consultado en internet el día 16/09/2021 en: <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/4485.pdf>

LACH Denise. Et, al. (2005). Taming the waters: strategies to domesticate the wicked problems of water resource management. University Of California.

LADRIERE Jean. (1977) El Reto de la Racionalidad. La ciencia y la tecnología frente a las culturas. Ed. Sigüeme. UNESCO. Salamanca, España.

LAMPURLANÉS Jorge. Et al. (2016). Long-term analysis of soil water conservation and crop yield under. Different tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. Editorial ELSEVIER.

LEFF Enrique. (2003) LA ECOLOGIA POLITICA EN AMERICA LATINA: un campo en construcción. Sociedade e Estado. Brasil., v. 18. N. ½. P. 17-44. Jan/diez. 2003.

LEFF Enrique. (2004) Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza. Editorial siglo veintiuno.

MANOS UNIDAS. (2021) Cambio Climático *Cumbre de la Tierra*. Consultado en internet en día 27-04-2021 en: <https://www.manosunidas.org/observatorio/cambio-climatico/cumbre-tierra>.

MASERA Omar, Astier Marta y Ridaura Santiago. (1999). SUTENTABILIDAD Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES. El marco MESMIS. Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada. A.C.

MCKENZIE-MOHR Doug. (2011) FOSTERIN SUSTAINABLE BEHAVIOR. An Introduction to community-Based Social Marketing. New Society Publishers.

MEAD George H. (1973) Espíritu persona y sociedad. Editorial Paidòs.

MILLER Thaddeus R. (2012) Constructing sustainability science: emerging perspectives and research trajectories. *Sustain Sci* (2013) 8:279-293)

MONDACA Edgardo. (2018). Consultado en internet el día 19/08/2022 en: <https://panoramaagro.com/?p=2984#:~:text=Los%20principales%20da%C3%B1os%20cr%C3%B3nicos%20causados,sistema%20inmunol%C3%B3gico%20y%20da%C3%B1os%20reproductivos>.

MORANTA Tomeu, Urrutía Pol. (2005) La apropiación del espacio: Una propuesta teórica para comprender la vinculación de las personas y los lugares. *Anuario de Psicología* Vol. 36. #3, 281-297. Universitat de Barcelona.

NACIONES UNIDAS. (2021) La Cumbre de Johannesburgo: panorama general. Consultado en línea el día 27-04-2021 en: https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/cumbre_ni.htm

NACIONES UNIDAS. (2021) La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Consultado en línea el día 27-04-2021 en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

NOVO María. (1997) El análisis interdisciplinar de la problemática ambiental. Medio ambiente y educación ambiental. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Catedra UNESCO de Educación Ambiental.

OCHOA Álvaro y Sánchez Gerardo. (1985) Relaciones y Memorias de la provincia de Michoacán 1579 A 1581 UMSNH. Morelia.

PALACIO German. (2006) Breve guía de introducción a la Ecología Política: orígenes, inspiradores, aportes y teas de la actualidad. Gestión y Ambiente Vol. 9.3:11

PARDO R. (2021) Nuestro futuro común: el informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Consultado en internet el día 27-04-2021 en: <http://www.fao.org/3/s5780s/s5780s09.htm>

PEIGNÉA Josephine, Vian Francois, Saby Nicolas. (2018) Soil fertility after 10 years of conservation tillage in organic farming.

PEÑALBA Josué. (2005). Evolución del concepto y de la significación social del patrimonio cultural. Arte, Individuo y Sociedad pg.181

PIPERTO Dolores. (2011). The Origins of Plant Cultivation and Domestication in the New World Tropics. The Weener-Gren Foundation for Anthropological Research.

POL E. (2002). City-Identity-Sustainability (CIS). Environment and Behavior, 34(1).

POWELL Philp. (2019). La Guerra Chichimeca (1550-1600). Fondo de Cultura Económica

RAMOS Delgado Carlo. HACIA LA CONFORMACION DE NUEVAS PERSPECTIVAS SOCIO-ECOLÓGICAS: UNA LECTURA DESDE EL CASO DE LA ECOLOGIA POLITICA. Ecología Política Latinoamericana. CLACSO

RÍOS García Jaime. (2010) Historia de un pueblo michoacano guanajuatense. Consultado en el Archivo municipal de Tarandacua Guanajuato.

SAMPIERI Hernández Roberto, Collado Fernández Carlos, Baptista Lucio Pilar. (2010) Metodología de la investigación. Mc Graw Hill.

SANCHO Ezquerro José. (2017). Definiendo lo no humano. Recorrido histórico sobre la dicotomía naturaleza-cultura. Universidad complutense de Madrid.

SANTOS M, J. (1977) innovación tecnológica y procesos culturales. Nuevas perspectivas teóricas. FCE, UNAM, México.

SECRETARIADO Nacional de la Carta de la Tierra. (2007). "Carta de la Tierra"
Consultado en línea el 16/09/2021 en:
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Cecadesu/Libros/202455.pdf>

SORIANO Rojas Raúl. (2013) Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés Editores.

SPANGENBERG, Jiaching H. (2011) Sustainability science: a review, an analysis, and some empirical lessons. *Environmental conservation*. 38(3): 275-287. Fundación for Environmental conservation.

SPRINGMANN Marco, Clark Michael, Manson-DCroz Daniel, Wiebe Keith, Bodirsky Leon, Lassaletta Luis, Vries Wim, Vermeulen Sonja, Herrero Mario, Carlson Kimberly, Jonell Malin, Troell Max, CeClerck Fabrice, Gordon Line, Zurayk Rami, Scarbough Peter, Rayner Mike, Loken Brent.....Willet Walter (2018) Options for keeping the food system within environmental limits. Springer Natural Limited. *Nature*. Vol. 562

SUÁREZ Paniagua Susana. (2015) La dinámica económica y cultural de la Zona metropolitana de León Guanajuato: desafíos para el desarrollo humano y territorial. Juan pablos Editor.

SUÁREZ Paniagua Susana. (2007) Cambio Tecnológico y sociocultural. Actores rurales y producción lechera en la Laguna. Universidad de Guanajuato. Editorial Plaza y Valdez.

SUN Jiazhe y Kaizhong Yang. (2016) the wicked problem of climate change: a new approach based on social mess and fragmentation. *Sustainability* 2016, 8 1320; doi: 10.3390/su8121312.

THOMPSON John B. (1990) Ideología y cultura moderna, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México.

TOMASZ B. Falkowski ET, al. (2019) More than just corn and calories: a comprehensive assessment of the yield and nutritional content of a traditional Lacandon Maya milpa.

TOLEDO Víctor. (2015) ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológica política. *Interdisciplina*3, n7 (2015: 35-55

TURNELL L.B., Kasperson E. Roger et al. (2003) A framework for vulnerability analysis in sustainability science. PNAS8074-8079. Vol.100 no. 14

ONU-Agua, 2020: Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático, París, UNESCO.

UN WATER. The United Nations World Water Development Report 2022. GROUNDWATER Making the invisible visible. UNESCO.

VALENCIA García Guadalupe. (1998) Guanajuato: sociedad, economía, política y cultura. Universidad Nacional Autónoma de México.

W, Robert. Kates, Willia C. Clarc, Robert Corell J.et al. (2001) Sustainability Science. POLICY FORUM: ENVIRONMENTAL AND DEVELOPMENT. SCIENCE Vol. 292 27 APRIL 2001.

WALTER, Fernando. (2009). Diagnostico pesquero y acuícola de Guanajuato. Viterbo Editorial.

WIKSON F. et al. (2006) Transdisciplinary research: Characteristics, quandaries and quality. ELSEVIER. Future 38 (2006) 1046-1059

WORLD Commission. (1987). Informe de Brundtland. Nuestro futuro comun. Consultado en línea el 18 de septiembre de 2020 en: http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_Lecture_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

YOUNG Marion Iris. (1999) La justicia y la política de la diferencia. Feminismos. Consultado en línea el 15 de octubre de 2020 en: http://angelduran.com/docs/Cursos/CCDC2013/mod03/03-077_L2-Marion-Young.pdf

Zabel Florian et al. (2019) Global impacts of future cropland expansión and intensification on agricultural markets and biodiversity. Nature Communication (2019) 10:2844

Índice de ilustraciones, tablas y gráficos.

Ilustraciones /Esquemas.

- 1.- Representaciones sociales. Elaboración propia con información de Giménez (2005) p. 80-83
- 2.- Límites geopolíticos del acuífero del Valle de León. fuente: CONAGUA, (2018)
- 3.- Profundidad del nivel estático del acuífero del Valle de León Fuente: CONAGUA 2022
- 4.- Estructura del sistema socio ecológico del acuífero del Valle de León. Elaboración propia con datos consultados en Astier (2018), CONAGUA (2012) (2018), CEAG (2016), REPDA (2022) Censo Agrícola y Forestal (2007), (2016), (2017) y (2019), Ley de Aguas Nacionales.
- 5.- Diagrama de la ruta explicativa del capítulo 3. Elaboración propia.
- 6.- Factores que vulneran el sistema asocio-ecológico del acuífero de Valle de León. Elaboración propia con base en lo visto en el capítulo uno y dos de este trabajo, así como en la evidencia empírica recabada en campo.

Tablas.

- 1.- Tradiciones culturales. Elaboración propia con datos de Blanco (2011) Powell (2019), Archivo General e Histórico municipal de Acámbaro, Guanajuato, (AGHMAG), Ríos (2010), Ochoa (1985) Valencia (1998) Darras (2008) y Argueta (1997)
- 2.- Huella ecológica de la humanidad. “% de tierra para atender demandas humanas”. Elaboración propia con datos de living planet 2010.
- 3.- Proceso de transición de la perspectiva del desarrollo sostenible. Elaboración propia con información de: FAO. (2021), ONU (2021), CEPAL. (2021), UN. (2021), UNAM (2021)

- 4.- Grupo de usuarios con volúmenes concesionados de agua de 0.00 a 100,000.00 m³. Consultado en el REPDA, (2022)
- 5.- Tipo de usuarios y volúmenes de agua concesionados dentro del grupo 1. Elaboración propia con datos del REPDA, (2022)
- 6.- Grupo de usuarios con volúmenes concesionados de agua de 100,001.00 a 500,000.00m³” Elaboración propia con información consultado en el REPDA, (2021)
- 7.- Tipo de usuarios y volúmenes de agua concesionados dentro del grupo 2” Elaboración propia con información consultada en el REPDA, (2022)
- 8.- Grupo de usuarios con volúmenes concesionados de agua de 500,001.00 a 1,000,000.00 m³. Elaboración propia con datos consultados en el REPDA, (2021)
- 9.- Tipo de usuarios y volúmenes de agua concesionados dentro del grupo 3” Elaboración propia con datos consultados en el REPDA, (2022)
- 10.- Total de concesiones por grupo. Elaboración propia con datos obtenidos de la Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero del Valle de León (1113), Estado de Guanajuato (CONAGUA 2020).
- 11.- Definición de regímenes y derechos sobre la tierra” Elaboración propia con datos consultados en: Art. 27, fracc. VII; Ley Agraria arts. 9º-10; “Bienes ejidales” y “Tierras ejidales”): Información consultada en línea el 15-sep.-22 en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAgra.pdf>.
- 12.- Cultivo, número de terrenos y superficie cosechada con agua de temporal. Elaboración propia con base en el Censo Agrícola (2017)
- 13.- Cultivo, número de terrenos y superficie cosechada con algún sistema de riego. Elaboración propia con base en el Censo Agrícola (2017)
- 14.- Huella hídrica por alimento. Elaboración propia con datos consultados en línea el día 15 de septiembre de 2022 en: <https://revistamercados.com/que-alimentos-necesitan-mas-agua-en-su-produccion/>,
https://www.researchgate.net/publication/317534921_Determina.

15.- Herramientas impulsadas por combustibles fósiles. Elaboración propia.

16.- ¿Qué representa el agua para los productores? Elaboración propia.

17.- Tablero de insostenibilidad socio-ecológica. Elaboración propia con información de Boff (2013) y datos obtenidos en campo.

Gráficos

1.- Captaciones de agua subterránea. Elaboración propia con datos consultados en la CEAG, (2016)

2.- Volúmenes concesionados de agua por sector. Elaboración propia con datos consultados en el REPDA, (2022)

3.- ¿Ha cambiado la forma de producción de alimentos en los últimos 10 años? Elaboración propia.

4.- Cambios observados por los productores. Elaboración propia.

5.- Aceptación y adopción de semilla mejorada. Elaboración propia.

6.- Aceptación y adopción de fertilizantes. Elaboración propia.

7.- Tipo de tracción que los productores prefieren para labrar la tierra. Elaboración propia.

8.- Razones por las que un productor incorpora tecnologías a sus procesos productivos. Elaboración propia.

9.- Venta de ranchos y abandono del campo. Elaboración propia.

10.- Destino final de la producción. Elaboración propia.

11.- Razones por las que el agua es poca de acuerdo con los productores. Elaboración propia.

12.- ¿Se respetan o no las concesiones de agua en el sector agrícola de acuerdo con los productores? Elaboración propia.

13.- ¿La producción de alimentos está o no en riesgo para las generaciones futuras según los productores? Elaboration propia.