

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Diagnóstico de la complejidad de un sistema agrosilvopastoril en transición
hacia la sostenibilidad y resiliencia**

POR

ALMA YASMIN MORENO ESQUIVEL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

OCTUBRE, 2017

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

Diagnóstico de la complejidad de un sistema agrosilvopastoril en transición
hacia la sostenibilidad y resiliencia

POR

ALMA YASMIN MORENO ESQUIVEL

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

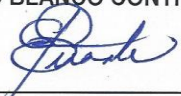
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


M.C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

VOCAL:


M. Sc. EMILIO DUARTE AYALA

VOCAL:


M.C. GERADO ZAPATA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE:


DR. AGUSTIN CABRAL MARTELL


M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

TORREON, COAHUILA, MÉXICO.

OCTUBRE, 2017



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

Diagnóstico de la complejidad de un sistema agrosilvopastoril en transición
hacia la sostenibilidad y resiliencia

POR

ALMA YASMIN MORENO ESQUIVEL

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

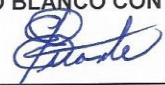
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


M.C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

ASESOR:


M. Sc. EMILIO DUARTE AYALA

ASESOR:


M.C. GERARDO ZAPATA SIFUENTES

ASESOR:


DR. AGUSTIN CABRAL MARTELE


M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREON, COAHUILA, MÉXICO.

OCTUBRE, 2017



AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento al profesor M.C. Eduardo Blanco Contreras, una persona intelectual y emocional, quien con sabiduría, experiencia y dedicación me acompañó acertadamente en este trabajo, incentivándome y ayudando a expresar lo mejor que se y soy, por ser desde que lo conocí una referencia constante, profesional como personal, a lo largo de mi estancia en la Universidad.

A mis asesores primeros lectores críticos, M. Sc. Emilio Duarte Ayala, M.C. Gerardo Zapata Sifuentes y Dr. Agustín Cabral Martell, les estoy igualmente agradecida.

Agradezco a M.C. María Mercedes Sáenz López, profesor y amiga, su valioso e imprescindible apoyo y disponibilidad para ayudarme y escucharme siempre.

También extendo mi agradecimiento al Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez, por compartir sus experiencias y conocimientos, aparte de propiciar un ambiente de discusión y aprendizaje.

Quiero dedicar un caluroso y especial agradecimiento a mis amigos, Rodrigo Ramírez por sus ánimos e inagotable amistad, a Viki, Yolmi y Angeles, por estar presentes en momentos especiales y por hacerme creer en el valor que tiene una amistad sincera, al mismo tiempo a mis compañeros de carrera, quienes han luchado incansablemente por lograr sus sueños.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a los profesores del Departamento de Agroecología, que durante mi estancia fueron los principales formadores de mi educación, Gracias!

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mi pequeña familia por compartir conmigo esfuerzos, alegrías y tristezas, en especial a Regina por ser una fuente inagotable de cariño y amor hacia mí, gracias por acompañar mis días, por hacerme creer que nada parece imposible de cambiar.

A papá y mamá, cuyo abrazo y palabras sinceras han generado en mi confianza y aliento para seguir adelante, por confiar siempre en mi capacidad de tornar realidad este sueño.

RESUMEN

El abordaje de los agroecosistemas es un importante tema de síntesis en la integralidad productiva, describir el sistema Huerta de Mezquite desde el enfoque de la complejidad, para establecer su productividad, sostenibilidad y resiliencia, permite ofrecer una nueva metodología para el diagnóstico de dicha complejidad. Así mismo, se estableció de inicio como sistema agrosilvopastoril, a partir de cuyos subsistemas, se plantearon metodológicamente un total de 40 indicadores divididos de la siguiente manera: 12 indicadores sobre las formas biológicas para el subsistema biótico, 14 indicadores bajo los siguientes criterios: clima, agua y suelo para el subsistema abiótico y 14 Indicadores para el subsistema socio-económico en los que se incluyen la visión, el conocimiento y la practica realizadas en el sistema. Los resultados permiten determinar el Coeficiente de Manejo de los Subsistemas, clasificar el sistema agrosilvopastoril respecto a la producción alcanzada y con respecto a la aplicación del diagnóstico para la complejidad de la pequeña propiedad, se obtuvo un Coeficiente de Manejo de Subsistemas de 2.75, clasificándose los diseños y manejos de los subsistemas como: compleja apreciada localmente, así como en transición sobre bases agroecológicas.

Palabras clave: Huerta de Mezquite, Sistema Agrosilvopastoril, Dehesas, Síntesis agroecológica, Sostenibilidad

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE	iv
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
I.-INTRODUCCIÓN	1
2.1 Objetivo específico	3
II.- REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 La zona árida chihuahuense.....	4
2.1.1 Descripción de los recursos forestales del estado y su situación actual sistema mezquite.	5
2.1.2 La huerta de Mezquite en La Laguna.....	7
2.2 Propuesta agrosilvopastoril: Huerta de mezquite.....	8
2.3 Resiliencia en agroecosistemas	9
2.3.1 Sistemas diversificados y resiliencia	10
2.3.1.1 La dehesa sistema agrosilvopastoril.....	11
III.- METODOLOGIA.....	12
3.1 Área de Estudio	12
3.2 Análisis del agroecosistema.....	13
3.3 Diagnóstico mediante los indicadores; la escala.	13
3.3.1 Subsistema Biótico	14
3.3.2 Subsistema Abiótico	14
3.3.3 Subsistema Socioeconómico	15
3.4 Análisis de la complejidad	15
V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1 Caracterización general del agroecosistema Huerta de Mezquite	16

5.2 Análisis de la complejidad de subsistemas	17
5.2.1 Subsistema Biótico	17
2.2 Subsistema abiótico	17
5.2.3. Subsistema socioeconómico	20
5.3 Complejidad general del agroecosistema	22
VI.- CONCLUSIÓN.....	23
VII.- LITERATURA CITADA.....	24

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Determinación del nivel de complejidad (Modificado de Vázquez, 2013).....	15
Cuadro 2. Grado de Complejidad del Subsistema Biótico.....	18
Cuadro 3. Grado de complejidad del subsistema abiótico	19
Cuadro 4. Grado de complejidad del subsistema socioeconómico.	20

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo simplificado del agroecosistema de la “Huerta de mezquite”.
Pequeña propiedad los Whyles, San Pedro, Coahuila. 16

I.-INTRODUCCIÓN

En un esbozo general del territorio árido del desierto Chihuahuense, se puede decir que es un paisaje uniforme y monótono de *Larrea tridentata*, a veces codominado por *Flourensia cernua* y *Acacia neovernicosa*, con presencia de árboles bajos de *Prosopis glandulosa* var. *Torreyana*, los mezquites (Granados-Sánchez *et al.*, 2011).

“En épocas pasadas, los bosques de mezquite o mezquiteras ocupaban grandes extensiones en México, la Secretaría Forestal y de la Fauna (SFF) informó en 1980 la existencia de aproximadamente 130 millones de hectáreas de matorral desértico micrófilo en las cuales las leguminosas forestales se desarrollan formando importantes asociaciones. Sin embargo, debido al aprovechamiento desmedido del huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd) y el mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), para la producción de carbón principalmente, se pierden hasta 600 ha/año (Foroughbakhch, 1981; Villarreal *et al.*, 2013).

En el centro-norte de México, (incluida la región lagunera), el mezquite era una de las plantas con mayor presencia en el pasado; sin embargo, a pesar de su importancia ecológica y económica, en la actualidad sus poblaciones han disminuido en muchos lugares, siendo destruidas por las actividades humanas (Valenzuela Núñez *et al.*, 2015).

Ante este panorama y desde el punto de vista agro-productivo, es pertinente analizar opciones productivas para las áreas en conflicto, que contribuyan a formular planes sobre el abordaje integral de los recursos naturales existentes. Las mezquiteras representan una oportunidad inigualable para demostrar que estos ecosistemas, cuando son manejados con fundamentos técnicos sólidos, pueden constituir opciones productivas sustentables, con repercusiones económicas y sociales positivas para los poseedores del recurso (Villanueva *et al.*, 2004).

La actual crisis económica y social que atraviesan diversos países, han generado el interés por lograr un desarrollo acelerado y sostenido de la agricultura, que solo se conseguirán mediante estrategias de producción congruentes con el uso

racional del agroecosistema. En este contexto, analizar la actividad agrosilvopastoril constituye un enfoque efectivo, necesario y actual en la investigación para el desarrollo de agroecosistemas (Iglesias *et al.*, 2011).

Los sistemas agrosilvopastoriles, apilan un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la integración deliberada de un elemento leñoso (forestal o frutal) con ganadería, varios cultivos y/o diferentes recursos en el mismo terreno. La integración puede generarse dentro de la finca o dentro de un territorio extenso (Nair, 1985; Pardini, 2007).

Por otra parte, las zonas áridas, requieren de la reflexión humana continua, si pretendemos detener el avance de la frontera árida, así como también, una mirada integral a los recursos y a su manejo holístico, comprendiendo el todo y no solo lo económico. Esto es lo que se ha hecho en San Pedro, un productor campesino, reflexionar sobre su actividad en el territorio y a partir de un mezquital secundario, debido al abandono de la agricultura por falta de agua, en la frontera hidrológica del distrito de riego, Él propone un uso alternativo a los mezquites, organizando los a manera de un “huerto” en el que además de la madera se aproveche su vaina para alimento y el néctar de sus flores para producir miel de abeja, así como servicios ambientales que genera esta especie (Blanco, 2016). En el presente trabajo, se ofrece una nueva propuesta metodológica para el diagnóstico de la complejidad mediante los diseños y manejos de los subsistemas bióticos, abióticos, y socio-económicos del sistema agrosilvopastoril, Huerta de mezquite, que considera varias dimensiones: las especies, la complejidad de los arreglos espaciales, estructurales y temporales, así como el enfoque de conservación de los recursos naturales, facilitando la planificación para realizar transformaciones necesarias en la pequeña propiedad.

II.-Objetivo general

Analizar la propuesta campesina de la “Huerta de Mezquite” como sistema complejo para la productividad agropecuaria lagunera.

2.1 Objetivo específico

Identificar y valorar de manera participativa, los indicadores relacionados a los subsistemas bióticos, abióticos y socio culturales del sistema.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1 La zona árida chihuahuense

El desierto chihuahuense ocupa la porción septentrional del altiplano mexicano, con altitudes que van de 1000 a 2200 msnm. Comprende parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas. Hacia la parte de Querétaro, y una parte de Guanajuato, colinda con la zona semiárida hidalguesa. Su superficie presenta numerosas cadenas montañosas; abundan extensas cuencas endorreicas o de drenaje deficiente (González, 2012).

A pesar de las drásticas condiciones ambientales, en el desierto chihuahuense existe una gran diversidad de especies por lo que es variado en asociaciones vegetales tales como: el matorral desértico micrófilo, el matorral desértico rosetófilo, el matorral desértico crassicaule, encinares, pastizales, vegetación riparia y bosques de pino piñonero, entre otras (Rzedowski y Huerta, 1978).

Un diseño general del paisaje del desierto chihuahuense arroja lo siguiente: de la región de las dunas en el norte de Chihuahua hacia el oriente en el río Conchos, hay una asociación uniforme y monótona de *Larrea tridentata*, a veces codominada con *Flourensia cernua* y *Acacia neovernicosa*, con presencia de árboles bajos de *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* y de la especie sin hojas, de tallo verde, *Koeberlinia spinosa*. A lo largo de los pequeños arroyuelos, Shreve (1942), observó incremento en la densidad de especies de *Acacia berlandieri*, *Prosopis glandulosa* y *Condalia warnockii*, pero ningún incremento significativo en su altura. En los escurrimientos temporales que forman arroyos más grandes, se presentan también especies más grandes de *Prosopis glandulosa*, *Acacia constricta*, *Berberis trifoliata*, *Celtis pallida*, *Chilopsis linearis*, *Porlieria angustifolia* y *Rhus choriophylla*. (Granados-Sánchez et al., 2011).

La altiplanicie del sur de Coahuila está dominada por vegetación halófila donde sobresalen *Allenrolfea* sp., *Atriplex* sp., *Suaeda* sp. y *Prosopis glandulosa*, entre otras especies halófitas. Cerca del límite sur de Coahuila hay una importante

demarcación biológica formada por una serie de montañas orientadas de este a oeste, incluyendo la Sierra de Parras y la Sierra Jimulco (Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez, 2005)..

Las comunidades de las zonas áridas presentan patrones espaciales y temporales característicos. El clima y la topografía son los principales factores que crean estos patrones al limitar la productividad vegetal; la densidad y la composición de especies influyen indirectamente en los procesos de formación del suelo (Huerta-Martínez y García-Moya, 2004).

2.1.1 Descripción de los recursos forestales del estado y su situación actual sistema mezquite.

La vegetación de las zonas áridas de México es muy diversa y rica en especies. Dominan los arbustos de diferente tipo, asociados a pastizales sobre todo en áreas de transición de ambientes semiáridos a templados. Estas zonas áridas se distribuyen en poco más del 50% del territorio nacional. Se estima que unas seis mil especies de flora las constituyen (González, 2012).

Los recursos forestales proporcionan una extensa variedad de bienes y servicios, tangibles e intangibles demandados por las sociedades que habitan en las zonas rurales y urbanas, por ejemplo la producción de madera, leña, frutos, etc. El aprovechamiento de especies nativas en ecosistemas semidesérticos, son las alternativas de producción que se desarrollan de manera natural con poca disponibilidad de agua por ejemplo: candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*), orégano (*Lippia graveolens*), lechuguilla (*Agave lecheguilla*) y mezquite (*Prosopis* spp) (Villanueva *et al.*, 2004)

Desde la antigüedad, el mezquite constituyó una fuente de financiamiento mediante la obtención de diversos productos para los pobladores de las zonas áridas del norte de América (Hernández-Herrera *et al.*, 2014).

En las zonas áridas y semiáridas del país, el mezquite (*Prosopis* sp) constituye un recurso forestal maderable de importancia económica, social y ecológica en la región norte-centro de México. Uno de los productos más importantes del

mezquite es la madera, la cual es apreciada por su resistencia y calidad para la elaboración de carbón (Meza y Osuna, 2003).

Hace tiempo en México, los bosques de mezquite o mezquiteras eran extensas, sin embargo, su aprovechamiento con el cambio de uso de suelo para el establecimiento de cultivos agrícolas, extracción leña, carbón y fabricación de muebles, ha conducido a la degradación acelerada de estos ecosistemas, no sólo en la pérdida de los elementos del sistema en sí, sino en el deterioro de los suelos; estos fenómenos han alterado el equilibrio ecológico de estos ecosistemas, el uso irracional de los recursos de los mezquiales afectan en gran medida a las comunidades rurales que los rodean, sean ejidatarios, pequeños propietarios o miembros de propiedades comunales (Villanueva *et al.*, 2004).

Las densidades de población de mezquite en la Región Lagunera fluctúan entre 450 a 2500 individuos por ha⁻¹. Por consiguiente, la estructura de las mismas es sumamente variable reflejando con ello la influencia de aprovechamientos frecuentes para la elaboración de carbón, así como el sobrepastoreo (Villanueva *et al.*, 2004)

En consecuencia, es necesario aplicar técnicas silvícolas que permitan su aprovechamiento racional y sostenible (Cervantes, 2002).

El mejor aprovechamiento del mezquite implica el uso de sistemas que estén bien diseñados, y encaminados al manejo integral de los componentes que permita un manejo sustentable. Planear un manejo para dicho recurso natural, significa poder administrarlo de una forma que se pueda garantizar el nivel de aprovechamiento y permanencia del mismo, considerando todos los componentes biológicos y no biológicos del ecosistema (Villanueva Díaz *et al.*, 2004; Trucios *et al.*, 2012)).

2.1.2 La huerta de Mezquite en La Laguna.

La agricultura regional inicia en el siglo XVI, cuando alrededor de 1590 se establecen los primeros viñedos en el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila, la gran mayoría de los habitantes españoles e indígenas de Parras pronto comprendieron que, a falta de riqueza mineral, el trabajo y el dinero invertido en un cultivo eminentemente comercial, como era el de la vid, podía redituarse de una manera insospechada. Una pareja podía casarse, adquirir una casa con su mobiliario, mantener una docena de hijos y multiplicar el patrimonio familiar por diez si contaba con una o dos pequeñas huertas vitivinícolas (Corona, 2005).

El cultivo del algodón fue introducido en 1851, a partir de la variedad mexicana que entonces era común en el país. Se trataba de una especie con grandes ramas y de raíces profundas, resistente a la sequía, a partir del segundo año comenzaba a dar fruto, reproduciéndose continuamente pero con pérdida en la calidad de la fibra. A partir de los grandes latifundios en 1880, se introduce en la región variedades de algodón americano, requiriendo siembra anual y mayor cantidad de agua, generando un decaimiento en la producción (Miranda, 2008). El periodo entre 1960 y 1970 fue vital, no sólo porque diversificó actividades a otras además de la leche, la carne y el algodón, sino que en la parte agrícola abarcó la producción de otros cultivos como nogal, vid, frutales y legumbres. Para 1957, la crisis algodonera regional por la competencia de fibras sintéticas, marcó su descenso productivo y la apertura de otros cultivos, todavía en 1960, el valor relativo del algodón fue de un 79% de la producción total de la comarca. En diez años, bajó a 42 por ciento, mientras la ganadería ya ocupaba el 40 por ciento. En esa década la alfalfa, uno de los cultivos más nutritivos para los bovinos, pasó de 3,800 a 12,300 hectáreas. Había 24 mil vacas y se producían 250 mil litros diarios de leche en 1965. Para 1975, el hato ganadero había crecido a 65 mil cabezas, con una producción de 700 mil litros (López y Sánchez, 2010). El crecimiento económico en la Comarca Lagunera se potencia a mediados del siglo XX; con cambios económicos que impactan la calidad del medio ambiente y han agravado la competencia por el agua y los componentes de negociación entre los interesados mediante actividades entre las que resaltan ganadería, industria

lechera, maquiladoras y minería. La ganadería asociada con la industria lechera, actividad tradicional, se reconvierte tecnológicamente en intensiva y deviene en la más importante cuenca lechera del país, con contradicciones en la cantidad de agua que consume la producción de pastos y forrajes y la propia industria (Morales y Pérez, 2010).

El tema del agua no es ni más ni menos importante que cualquier otro elemento, en un ecosistema, sin embargo, es en este contexto donde probablemente esta la falla, donde la ilusión nos ha hecho cometer el error, enfocarnos demasiado solo en producir forrajes y desarticular todo lo demás, sin comprender que es ahí donde perdemos el hilo conductor de lo sostenible, al quedar atrapados en un punto de la red ambiental, perder de vista cómo nuestra acción sobre dicho punto está afectando realmente a todo el sistema y no saber de antemano la forma de regresar, restituir o restaurar el impacto que está atentando directamente en contra de un futuro regional, caracterizado por la lucha del recurso agua, plasmando las transformaciones actuales de esta región (López y Sánchez, 2010).

2.2 Propuesta agrosilvopastoril: Huerta de mezquite.

Desde épocas pasadas el mezquite, ha sido considerado una especie fundamental para los habitantes de las zonas áridas, debido a que principalmente todas las partes de la planta pueden ser aprovechadas, constituyendo una fuente importante de alimento, leña, carbón, goma, forraje, néctar para apicultura, sombra y medicina. En la actualidad el aprovechamiento de *Prosopis spp.* se realiza como actividad complementaria a la agricultura y ganadería, presentando diversos usos, como leguminosa al igual que las gramíneas son reconocidas por su importancia en la alimentación humana (elaboración de harinas y bebidas fermentadas), y de manera indirecta producen forraje para ganado doméstico y fauna silvestre, las flores son productoras de polen y néctar para producción de miel y cera en explotaciones apícolas, la goma excretada por la planta puede sustituir la goma arábica y la madera se utiliza para la elaboración de muebles

artesanales, leña y carbón(Guzmán, 2009; Ruiz Tavares, 2011; Reséndez, 2014; Rodríguez Saucedo *et al.*, 2014).

El mezquite representa un recurso maderable (leña, carbón, corteza, etc.) de importancia económica, sin embargo los recursos no maderables (vainas, miel, y goma), son alternativas económicas más adecuadas a la sostenibilidad del sistema(López-Franco *et al.*, 2006).

La producción de recursos maderables y no maderables para el sistema agrosilvopastoril, está distribuida de la siguiente manera: la producción de madera extraída es 700 kg/ha, del periodo de floración entre los meses de marzo y abril se ha registrado una producción de miel de 400 kg/ha y una producción de vaina de 2000 kg/ha, sumado 1300 kg/ha de biomasa directamente útil (Blanco y Sáenz, 2015).

Al considerar que *Prosopis glandulosa* es la clave, se propone generar las “Huertas de Mezquite” como sistema agrosilvopastoril, para aprovechar esta especie nativa leguminosa, para reforestación, fuente de madera, flores para producción de miel, producción de vaina con miras a la alimentación humana así como a suplementar a los animales en el periodo seco, sombra para el ganado y servicios ambientales. Además de estos usos, las plantaciones de mezquite ayudan en la protección de los suelos contra la erosión, sombra, conservación y mejoramiento de las praderas y fauna silvestre(Limas *et al.*, 2009).

2.3 Resiliencia en agroecosistemas

Altieri y Nicholls (2013), definen resiliencia como la propensidad de un sistema de retener su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación. Un agroecosistema es resiliente cuando sigue produciendo alimentos, a pesar de una severa sequía o una tormenta. En los agroecosistemas la agrobiodiversidad provee un enlace entre stress y resiliencia, porque una diversidad de organismos es clave para que los ecosistemas funcionen y provean servicios. La resiliencia tiene dos dimensiones: resistencia a los eventos extremos y la capacidad de recuperación del sistema(Lin, 2011).

La capacidad del sistema para reorganizarse conservando características esenciales (función, estructura, identidad y retroalimentación), se relaciona con la mantención de la identidad del sistema (Walker *et al.*, 2004). Sin embargo, un sistema complejo presenta múltiples reglas de estabilidad, por lo tanto no habría solo un punto de equilibrio y es posible que el sistema cambie rápidamente de un régimen de estabilidad a otro (Gotts, 2007).

La resiliencia, se crea en la perspectiva del cambio adaptativo. La razón por la que un sistema puede sobreponerse a perturbaciones, encontrar diferentes puntos de equilibrio y mantener sus funciones o atributos esenciales es porque pueden reorganizarse y llevar a cabo cambios adaptativos, manteniendo el equilibrio de las funciones culturales, económicas y ecosistémicas de la región en que se sitúa. De esta manera la resiliencia de un sistema depende, de las variables que se consideren y las propiedades estructurales visibles en un sistema. Resiliencia no es mera adaptación, sino más bien una disponibilidad generalizada en el sistema para generar cambios estructurales en diversos ámbitos internos en pro de mantener su viabilidad (Urquiza y Cadenas, 2015).

2.3.1 Sistemas diversificados y resiliencia

Los sistemas diversificados como los agroforestales, silvopastoriles y policultivos, constituyen modelos de cómo los agroecosistemas complejos son capaces de adaptarse y resistir los efectos del cambio climático. Los sistemas agroforestales poseen una alta complejidad estructural, demostrando que pueden servir como amortiguador frente a altas fluctuaciones de temperatura, manteniendo así el cultivo principal más cerca a sus condiciones óptimas (Morais *et al.*, 2006). Los cultivos intercalados permiten a los agricultores producir simultáneamente varios cultivos y minimizar el riesgo. Además, los policultivos exhiben una mayor estabilidad en los rendimientos y menor disminución de productividad en condiciones de sequía, a diferencia de los monocultivos (Nicholls, 2013).

Otro ejemplo lo brindan los sistemas silvopastoriles intensivos al combinar arbustos forrajeros en grandes densidades, árboles, palmeras y pastizales mejorados. En estos sistemas la alta carga animal y la producción de leche y

carne, se logran a través del pastoreo rotativo con cercas eléctricas y un suministro permanente de agua para el ganado. El desempeño productivo de estos sistemas en Colombia particularmente durante el período excepcionalmente seco y caliente del Niño, se ilustra el enorme potencial como una estrategia de intensificación sostenible para la adaptación al cambio climático y mitigación (Murgueitio *et al.*, 2011).

2.3.1.1 La dehesa sistema agrosilvopastoril

La dehesa es un sistema agrosilvopastoril con árboles en densidad variables, pastos herbáceos, cultivos rotativos y una creciente carga ganadera en interacción relativamente sostenible implementando prácticas y conocimientos de las sociedades locales en que se desenvuelven. Este sistema ha ido cambiando al incorporar actividades de ocio y contemplación de la naturaleza. Sin embargo la especialización y el aprovechamiento varían según la zona y la explotación (Corchuelo, 2015). En este sistema los árboles se convierten en el elemento articulador del agroecosistema (Guzmán y Woodgate, 2013), son particularmente encinas (*Quercus ilex* y *Quercus suber*), cuyo fruto, la bellota, es especialmente apto para alimentar cerdos ibéricos (Amaya y Aguilar, 2012).

La dehesa contiene una gran parte de los elementos que la sociedad actual demanda al medio rural. La armonía entre las relaciones del hombre y el medio en este marco natural de extremada fragilidad, ha garantizado la conservación de valores naturales que singularmente, constituyen un patrimonio de incalculable valor cuya diversidad biológica se traduce en la existencia de múltiples especies faunísticas y florísticas. El aprovechamiento integral de los recursos se transmite también a la actividad culinaria, que aprovecha los productos silvestres, las carnes y pescados, sin olvidar la repostería donde la miel que proporciona la flora de la dehesa constituye un elemento esencial (Pérez *et al.*, 2013).

III.- METODOLOGIA

3.1 Área de Estudio

El presente estudio se realizó en una pequeña propiedad llamada Los Whyles, en el municipio de San Pedro, Coahuila, localizada en las coordenadas 25°40'58" de latitud Norte y 102°54'52" de longitud Oeste. Presentando pendientes menores al 2% y ubicada en la depresión denominada Laguna de Mayrán, con una altitud de 1,090 msnm (INEGI, 2017).

El tipo de clima en la pequeña propiedad como en el municipio de San Pedro, es clasificado de acuerdo al sistema de clasificación climática de Koppen, modificado por Enriqueta García como seco semicálido (BWhw), con una temperatura media anual de 15 °C, una temperatura máxima promedio de 30 °C y una temperatura promedio mínima de 12 °C (INEGI, 2009).

En el municipio de San Pedro, predominan dos tipos de suelos, Solonetz distribuido ampliamente con alto contenido de Sodio (Na), seguido de Phaeozem que son suelos oscuros, saturados de sales y ricos en materia orgánica. Estos suelos se encuentran en lugares planos y en climas cálidos con veranos secos presentando una textura media, de acuerdo con el sistema internacional de clasificación de suelos de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS, 2014).

La precipitación promedio anual es de 192.9 mm, las lluvias se presentan en primavera, verano y a principios de otoño, el mes de julio presenta la mayor cantidad de agua con 33.4 mm, la evapotranspiración anual acumulada promedio es de 2,481 mm (CONAGUA, 2017).

La vegetación predominante es el matorral micrófilo, representado principalmente por mezquite (*Prosopis* spp.), seguido por el matorral rosetófilo, en las elevaciones regionales, constituido principalmente por *Agave lechuguilla*, *A. asperrima*, *A. striata*, *Yuca rigida*, *Y. torreyi*, y *Y. carnerosana*. Especies que asociadas a otros elementos del matorral xerófilo, predominan en la mayoría de

los lomeríos de las exposiciones sureñas de las montañas, principalmente dominadas por la lechuguilla que ofrece un tono verde-amarillento en la mayor parte de éstas áreas (Granados-Sánchez *et al.*, 2011).

3.2 Análisis del agroecosistema

El análisis del agroecosistema inició con la caracterización de los elementos existentes en el predio, y de acuerdo con (Blanco y Sáenz, 2015), se distribuyeron en tres subsistemas, el abiótico, biótico y socioeconómico. En seguida se definen los indicadores, con base en Vázquez (2013), quien maneja un total de 64 aspectos. En este estudio solo se aplicaron 23 de esos aspectos y se sumaron otros 17 propios de los elementos particulares del sistema, haciendo un total de 40 indicadores.

De esta manera la metodología de Vázquez, (2013) se adecua inicialmente a la caracterización agroecológica propuesta por Blanco y Sáenz, (2015) misma que proviene de la conceptualización de un agroecosistema integrado por los elementos inertes o físicos, los elementos bióticos, y aquellos socio-económicos que intervienen el proceso productivo agrosilvopastoril, de acuerdo esto último con Corchuelo, (2015).

3.3 Diagnóstico mediante los indicadores; la escala.

Una vez seleccionados de acuerdo con Vázquez (2013), los indicadores utilizados se evaluaron mediante una escala de 0 a 4 grados, considerando las recomendaciones de (Sarandón y Flores, 2009, Sarandón *et al.*, 2014), quienes conciben el último valor de la escala (4) como óptimo y permiten ponderar los indicadores que más interesan respecto a la capacidad de autorregulación del sistema, todo lo cual facilita utilizar la escala tanto para datos absolutos como cualitativos y puede ser usada en la producción agropecuaria, donde normalmente no se dispone de informaciones registradas, acceso a servicios analíticos, o estudios locales que ofrezcan valores de referencia (Vázquez 2013).

Cabe señalar que la propuesta en general ha sido perfeccionada con la participación del productor dueño de la pequeña propiedad, otros productores,

técnicos y profesionistas involucrados en el proyecto, considerando los siguientes:

3.3.1 Subsistema Biótico

Se incluyen los indicadores sobre diseños y manejo de biodiversidad, tales como arboledas, ambientes seminaturales, organismos, sean animales, vegetales y microorganismos asociados a las plantas cultivadas, así como a los animales de crianza, con interacciones negativas o positivas según sea el caso, bien representados por polinizadores, reguladores naturales, entre otros con funciones en el agroecosistema. Considerando la estructura de los elementos que la integran, la incidencia y diversidad de los grupos que pueden ser observados con facilidad, así como la complejidad agroecosistémica de diseños y manejos que se realizan. Para evaluar el subsistema se empleó la expresión siguiente (Vázquez 2013): $SB = \sum(B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6 + B7 + B8 + B9 + B10 + B11 + B12) / 12$. Donde los parámetros B1-B12 se refieren a los indicadores manejados para el subsistema.

3.3.2 Subsistema Abiótico

Se consideran las variables que pueden ser observadas con facilidad en campo como son: pendiente, pedregocidad, profundidad efectiva, infiltración y MO; además de indicadores a partir de datos históricos generados por dependencias gubernamentales este es el caso de la temperatura media anual, precipitación anual, tipo de clima y tipo de suelo. Considerando trabajos realizados anteriormente se generan dos indicadores para el suelo como son profundidad efectiva y macrofauna del suelo; así como indicadores y escalas para evaluar el manejo y la conservación del agua. Para evaluar el subsistema se emplea la expresión siguiente (Vázquez 2013): $SA = \sum(A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7 + A8 + A9 + A10 + A11 + A12 + A13 + A14) / 14$. Donde los parámetros A1-A14 se refieren a los indicadores manejados para el subsistema.

3.3.3 Subsistema Socioeconómico

Se incluyen los indicadores sobre tipos y diversidad de rubros productivos y la complejidad de sus diseños y manejos, así mismo, actividades participativas, organizadas dentro y fuera del sistema de producción, donde existe la oportunidad de aprender, intercambiar y sistematizar experiencias mediante vínculos efectivos con centros de investigación, universidades, técnicos agropecuarios, organizaciones que manejan proyectos, programa u otras, todo lo cual significa que de hecho esta vinculación facilita y resulta esencial para aumentar la creación de capacidades, la adopción de nuevas tecnologías, necesarias para favorecer la transición hacia la sostenibilidad y resiliencia deseada (Vázquez 2013). $SE = \sum(SE1 + SE2 + SE3 + SE4 + SE5 + SE6 + SE7 + SE8 + SE9 + SE10 + SE11 + SE12 + SE13 + SE14) / 14$. Donde los parámetros SE1-SE14 se refieren a los indicadores manejados para el subsistema.

3.4 Análisis de la complejidad

Al concluir el proceso de diagnóstico con esta metodología se determinó el coeficiente de manejo de los subsistemas (CMS), del sistema de producción. Para determinar el CMS se promediaron los valores correspondientes de cada componente mediante la siguiente expresión (Vázquez 2013): $CMS = \sum(SB + SA + SE) / 3$. Los valores de estos coeficientes y su significado se muestran en el (Cuadro, 1) para clasificar el nivel de complejidad agroecosistémica alcanzado por el sistema agrosilvopastoril.

Cuadro 1. Determinación del nivel de complejidad (Modificado de Vázquez, 2013)

CMS	Grado de complejidad agroecosistémica
0.1-0.8	Simplificado
0.8-1.6	Poco complejo
1.7-2.4	Medianamente complejo
2.5-3.2	Complejo
3.3-4.0	Altamente complejo

V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización general del agroecosistema Huerta de Mezquite

La caracterización permitió percibir y analizar los componentes, las interrelaciones y el funcionamiento, de la “Huerta de Mezquite”, determinando con esto la estructura de un sistema complejo de interacciones bióticas, abióticas y socioeconómicas como se muestra en la Figura 1. También permitió visualizar propiedades emergentes; todo ello a partir de un sistema agrosilvopastoril en una pequeña propiedad de San Pedro, Coahuila.

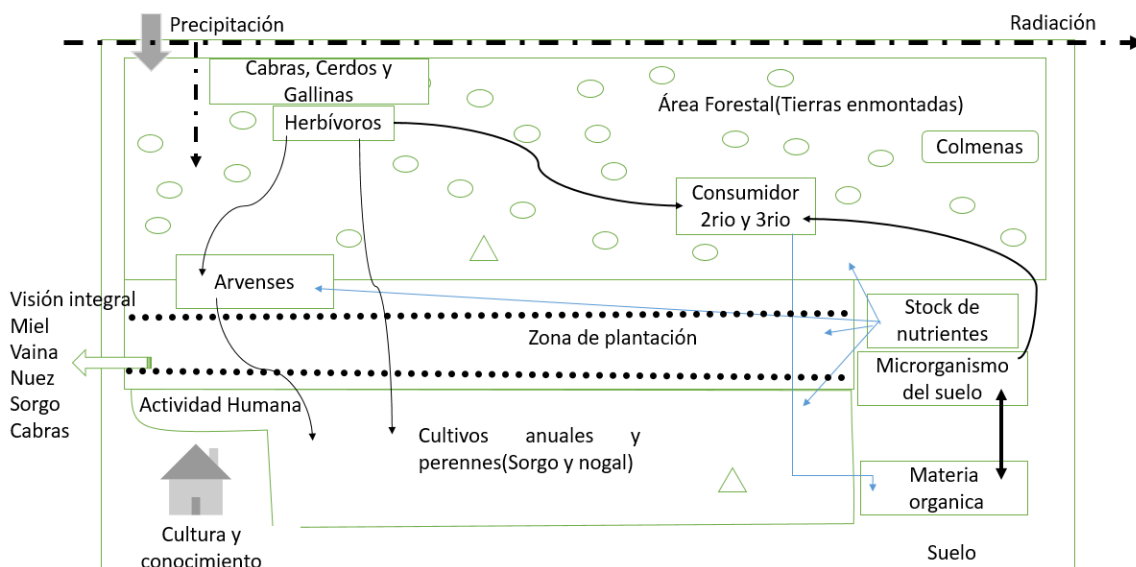


Figura 1. Modelo simplificado del agroecosistema de la “Huerta de mezquite”.
Pequeña propiedad los Whyles, San Pedro, Coahuila.

Las dehesas como sistemas agrosilvopastoriles, al igual que la Huerta de Mezquite, son sistemas seminaturales modificados por el hombre, poseen estratos arbóreos, herbáceos y arbustivos acompañados de cargas ganaderas, en interacción sostenible gracias a las prácticas y conocimientos de las sociedades locales que implementan dichos saberes de acuerdo con (Corchuelo, 2015). Las dehesas ibéricas poseen una estrato arbóreo disperso dominado por

especies del genero *Quercus* (Lozano, 2015), mientras que en la huerta de mezquite predomina *Prosopis glandulosa* concordando con (Turner *et al.*, 1994), quien menciona que al no establecerse ningún equivalente de la dehesa ibérica en América, el mezquite (*Prosopis spp.*) quercus y pino en México pueden haber jugado un papel similar.

5.2 Análisis de la complejidad de subsistemas

La ponderación de los indicadores en cada uno de los subsistemas se realizó mediante la escala mencionada, obteniendo de esta manera los valores para determinar la complejidad mediante la aplicación de la fórmula de Vázquez 2013.

5.2.1 Subsistema Biótico

En el Cuadro 2, se muestra que el subsistema Biótico alcanzó el mayor valor de los tres subsistemas evaluados, con 3.25, de los 12 indicadores evaluados 7 cumplen con valores óptimos, 5 se consideraron adecuados pero no óptimos en la escala de evaluación. Debido a que el productor ha logrado un alto grado de integración de arbolado y diversificación, aprovechando y manejando en tiempo y espacio cada uno de los elementos, creando un sistema agrosilvopastoril biodiverso y funcional como lo señala (Escribano *et al.*, 2014), para las dehesas españolas, permitiendo una conciliación entre productividad y conservación.

2.2 Subsistema abiótico

Los elementos abióticos presentados en el Cuadro 3, obtuvieron un valor de 2.07 como resultado del diagnóstico realizado a este subsistema, de los 14 indicadores manejados 6 fueron considerados adecuados pero no óptimos, 3 más considerados medianamente adecuados y los 5 restantes fueron estimados ligeramente adecuados en la escala de evaluación, los indicadores en relación al elemento agua evidencian que aún no se logra un manejo adecuado para su conservación como recurso natural, coincidiendo con Vázquez (2013) respecto al manejo y conservación del agua.

Cuadro 2. Grado de Complejidad del Subsistema Biótico

Indicadores	Complejidad Agroecosistémica	Pon
Autótrofos		
Manejo de ambientes seminaturales (B1)	1: Existen pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervención para garantizar sus funciones; 3: se incrementan; 4: se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias	4
Diversidad estructural de los ambientes seminaturales (B2)	1: Predominan 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1) + predominan 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2) + predominan 1-2 especies herbáceas; 4: predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas	4
Manejo de arboledas(B3)	1: Existen, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementan; 4: se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias	4
Diversidad estructural de las arboledas(B4)	1: Predominan 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1) + predominan 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2) + predominan 1-2 especies herbáceas; 4: predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas	4
Incidencia de arvenses(B5)	1: Más de 75 % grado diversidad; 2: entre 51 y 75 % grado de diversidad; 3: entre 26-50 % grado de diversidad; 4: menos 25 % grado diversidad	2
Diversidad de arvenses(B6)	1: Se observan tres especies; 2: se observan 3-7 especies; 3: se observan 8-11 especies; 4: se observan más de 11 especies.	4
Fauna		
Diversidad de polinizadores(B7)	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especie; 4: se observan más de tres especies.	4
Diversidad de grupos de reguladores naturales(B8)	1: Se observa uno o dos grupos; 2: Se observa de uno a tres; 3: Se observa de uno a cinco; 4: Se observan más de cinco	2
Población de reguladores naturales(B9)	1: Se observa de 1-5 individuos; 2: más de 5 individuos; 3: más de 10 individuos; 4: inmediatamente se observan altas poblaciones	2
Diversidad de fauna(B10)	1: Se observan tres especies; 2: se observan 3-7 especies; 3: se observan 8-11 especies; 4: se observan más de 11 especies.	4
Microorganismos		
Diversidad de microorganismos(B11)	1: Se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.	3
Diversidad simbioses(B12)	1: Se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.	2
SB		3.25

Fuente: Vázquez, 2013.

El clima, la adaptación del suelo local y el agua son determinantes para la implementación y manejo de las especies en cualquier sistema productivo, como es el caso de la huerta de mezquite, concordando con Cardoso, 2014 quien menciona que los suelos ácidos y el clima extremo y seco de la región suroccidental de la Península Ibérica, con marcados contrastes estacionales en su pluviometría, insolación y temperatura marcan los límites del biotopo del ecosistema de dehesa.

Cuadro 3. Grado de complejidad del subsistema abiótico

Indicadores	Complejidad agroecosistémica	Pon
Clima		
Temperatura media anual(A1)	1:ligeramente adecuada; 2:medianamente adecuada; 3:adecuada, pero no óptima; 4:optima	3
Precipitación anual(A2)	1:ligeramente adecuada; 2:medianamente adecuada; 3:adecuada, pero no óptima; 4:optima	3
Tipo de clima(A3)	1:ligeramente adecuado; 2:medianamente adecuado; 3:adecuado, pero no óptimo; 4:optimo	3
Suelo		
Tipo de suelo(A4)	1:ligeramente adecuado; 2:medianamente adecuado; 3:adecuado, pero no óptimo; 4:optimo	3
Humedad(A5)	1:ligeramente adecuada; 2:medianamente adecuada; 3:adecuada, pero no óptima; 4:optima	3
Pendiente (A6)	1:ligeramente adecuada; 2:medianamente adecuada; 3:adecuada, pero no óptima; 4:optima	2
Infiltración (A7)	1:ligeramente adecuada; 2:medianamente adecuada; 3:adecuada, pero no óptima; 4:optima	1
Profundidad efectiva(A8)	1:ligeramente adecuada; 2:medianamente adecuada; 3:adecuada, pero no óptima; 4:optima	3
Materia Orgánica (A9)	1:ligeramente adecuada; 2:medianamente adecuada; 3:adecuada, pero no óptima; 4:optima	2
Macrofauna del suelo(A10)	1: 1-3 individuos/m ² ; 2: 3-6 individuos/m ² ; 3: 6-9 individuos/m ² ; 4: más de 9 individuos/m ²	1
Agua		
Superficie bajo sistemas de riego(A11)	1: menos 25 % de la superficie; 2: 26-50 % de la superficie 3: 51-75 % de la superficie; 4: más del 75 % de la superficie	1
Sistema de riego(A12)	1: gravedad o aniego; 2: aspersores; 3: microaspersores; 4: goteo (localizado)	1
Fuentes de abasto de agua para uso agrícola(A13)	1: Acueducto; 2: Pozo; 3: Natural; 4: Colecta de lluvia	1
Sistema de drenaje(A14)	1: creado naturalmente; 2: elaborado según observación de corrientes de agua; 3: elaborado según curvas de nivel; 4: elaborado según 2 y 3	2
SA		2.07

Fuente: Vázquez, 2013.

5.2.3. Subsistema socioeconómico

El subsistema socioeconómico alcanzó 2.92 con 14 indicadores, 4 obtuvieron valores óptimos, 5 fueron considerados adecuados, sin embargo, los 5 restantes obtuvieron un valor medianamente adecuado en la escala de evaluación como se muestra en el Cuadro 4, reflejando la capacidad que tuvo el colectivo humano de adaptar sus sistemas productivos a sus aspiraciones socioculturales y a las características del entorno natural. Esta capacidad de reajustarse adaptativamente a las dinámicas del entorno social y ecológico es la que les ha permitido satisfacer sus necesidades básicas propiciando con ello la transición hacia la sostenibilidad y resiliencia (Ríos-Osorio *et al.*, 2013).

Estos resultados ratifican la importancia de la integración de diferentes tipos de rubros productivos, no solamente animal, sino forestal, entre otros; también la diversificación de cada tipo de rubro productivo que se integra en el sistema, para contribuir a una mayor diversidad genética y estructural de la biota productiva (Vazquez *et al.* 2012).

El potencial productivo de la huerta de mezquite va más allá de la producción ganadera y sus derivados, ya que ofrece importantes recursos forestales (como miel a partir de su floración, leña, recolección de plantas silvestres, carbón vegetal y servicios ambientales) coincidiendo con Cardoso y Américo, (2014) quienes mencionan que los sistemas adhesados generan gran variedad de recursos alimentarios, materias primas, energéticos y que durante mucho tiempo fueron explotados para el autoconsumo o consumo local, si bien poseen un alto valor de comercialización, más allá de los productos históricamente comercializados ligados al ganado.

Cuadro 4. Grado de complejidad del subsistema socioeconómico.

Indicadores	Complejidad agroecosistémica	Pon
Visión		
El productor está integrado a organizaciones sociales (SE1)	1: Integrado a una; 2: Integrado a 2 o 3; Integrado a 3 o 4; 4: Integrado a más de 4 organizaciones	3
Conocimiento		

Actividades participativas, organizadas dentro y fuera del sistema de producción, donde existe la oportunidad de aprender, intercambiar y sistematizar experiencias(SE2)	1-una; 2-dos a tres; 3-(2) + entre el 20-40 % de productores; 4-(2) + más del 40 % de productores pertenecientes a las organizaciones.	3
La frecuencia durante el año en que son ofertados(SE3)	1- aproximadamente igual que años anteriores; 2- ligeramente superior a años anteriores (hasta 10 %); 3-superior a años anteriores (más de 10 %); 4-tendencia a incrementarse en los últimos años	2
Practica-Transformación		
Acceso a servicios técnicos Forestales, Veterinarios, Agronomía(SE4)	1-se accede ocasional o irregularmente; 2-se accede sistemáticamente una vez al año; 3-se accede sistemáticamente más de una vez al año; 4- (2 o 3) + el servicio logra una contribución efectiva sobre el sistema.	4
Vínculos efectivos con centros de investigación, universidades, organizaciones que manejan proyectos, programa u otras(SE5)	1-se ha realizado anteriormente; 2- se realiza actualmente; 3- (2) + está contribuyendo a mejoras en los resultados del sistema de producción; 4- (3) + se genera continuidad de estos procesos.	3
Tipos de rubros productivos(SE6)	1: ha integrado 1-2 tipos de rubros productivos; 2: ha integrado tres tipos de rubros productivos; 3: ha integrado más de tres tipos de rubros productivos; 4: ha integrado más de tres tipos de rubros productivos vegetales, animales y forestales.	4
Superficie con diseños agroforestales(SE7)	1: menos 26 %; 2: 26-50 %; 3: 51-75 %; 4: más del 75 %	4
Complejidad de diseños agroforestales(SE8)	1: dos especies integradas; 2: tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas	2
Diversidad de animales en sistemas de crianza(SE9)	1: 1-2 especies; 2: 3-4 especies; 3: 5-6 especies; 4: más de 6 especies	2
Superficie con diseños silvopastoriles(SE10)	1: menos 26 %; 2: 26-50 %; 3: 51-75 %; 4: más del 75 %	3
Complejidad vegetal de diseños silvopastoriles(SE11)	1: dos especies integradas; 2: tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas	3
Complejidad de sistema con diseño mixto(SE12)	1: integran en la misma superficie diversidad de especies de 1-2 rubros productivos; 2: integran en la misma superficie diversidad de especies de 3-4 rubros productivos; 3: integran diversidad de especies de 5-6 rubros productivos; 4: integran diversidad de especies de más de seis rubros productivos.	4

La diversidad de productos que se obtiene(SE13)	1- aproximadamente igual que años anteriores; 2- ligeramente superior a años anteriores (hasta 10 %); 3-superior a años anteriores (más de 10 %); 4-tendencia a incrementarse en los últimos años	2
Volumen total de producción obtenida(SE14)	1- aproximadamente igual que años anteriores; 2- ligeramente superior a años anteriores (hasta 10 %); 3-superior a años anteriores (más de 10 %); 4-tendencia a incrementarse en los últimos años	2
SE		2.92

Fuente: Vázquez, 2013.

Los mezquites desarrollan un papel importante en la modificación del ambiente de las zonas áridas como planta freatofitas, considerada una cerca viva de su propio hábitat, proporcionando sombra y refugio de la fauna silvestre y doméstica, además de ser fuente de alimento y provee un microambiente único bajo su cubierta foliar, proporcionando un lugar para el desarrollo de especies anuales, herbáceas, epifitas y hemiparásitas que de algún otro modo no se desarrollarían en terrenos inhóspitos y actúa como planta nodriza de otras especies como: aves, roedores, arañas e insectos(López-Franco *et al.*, 2006, Ruiz, 2011).

5.3 Complejidad general del agroecosistema

Como resultado del diagnóstico realizado, la pequeña propiedad obtuvo un Coeficiente de Manejo de Subsistemas $CMS = \sum(3.25 + 2.07 + 2.92)/3$. de 2.75, clasificando el sistema agrosilvopastoril como complejo, a diferencia de Vázquez, 2013, quien en el diagnóstico comparativo realizado a dos fincas las clasifico como medianamente compleja y simplificada respecto a los diseños y manejos de la biodiversidad.

Los resultados indican que el sistema agrosilvopastoril analizado ha logrado una transición adecuada hacia la sostenibilidad y resiliencia conservando, en esencia, la misma función, estructura e identidad y ha logrado reorganizarse de acuerdo con sus nuevas particularidades (Walker *et al.*, 2004).

VI.- CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que la clave para analizar la complejidad agroecosistémica en cualquier sistema productivo, está en comprender el sistema como una identidad total y no simplificada, con particularidades esenciales que le permiten mantener las interacciones de los elementos presentes en el tiempo y espacio, y las relaciones dadas entre los subsistemas presentes.

El subsistema biótico resulto ser el más complejo, debido a la biodiversidad biológica y la planificada, efectuadas a partir de este subsistema en el sistema agrosilvopastoril, generando una estructura compleja entre las interacciones presentes en tiempo y espacio.

Si se interrumpen las relaciones pierde capacidad autónoma para regenerarse. Esto puede determinar el nivel de resiliencia de la huerta de mezquite que ocurre en una vía alterna a las dehesas españolas, ya que estas últimas se encuentran en conflicto por el desacuerdo social (afectadas por la normativa emergente), mientras que la huerta de mezquite es una propiedad emergente en lo social, a partir de la reflexión propia de un productor en un territorio que se erosiona.

Así mismo, se considera que la metodología empleada es una versión más integral y compleja que la presentada por Vázquez, ya que se tratan los subsistemas bióticos, abióticos y socio-económicos, que se consideran presentes en todo agroecosistema, como lo describe la propuesta.

Finalmente se consideran cumplidos los objetivos general y específico de este trabajo al haber evaluado la huerta de mezquite en sus tres subsistemas con una metodología participativa, que destaca como propiedad emergente, el aprovechamiento de la flor de mezquite para la producción de miel, propuesta por el productor.

VII.- LITERATURA CITADA

Altieri, M. A. y C. I. Nicholls 2013. "Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas." *Agroecología* 8: 7-20.

Amaya C. S. y E. C. Aguilar 2012. "Saberes locales, tradición e innovación: el caso del jamón ibérico de bellota." *Revista Nuevas tendencias en antropología*: 109-136.

Blanco C. E. y M. L. Sáenz (2015). Ingeniero en Agroecología; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México. V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015).

Blanco C. E., 2016. Modelo agroecológico para la producción integral sostenible del complejo mezquite, en el desierto lagunero. Primer Simposium Internacional "Recursos Naturales Renovables en las Zonas Áridas de América. 26–28 de oct., 2016. UAAAN. Saltillo, México.

Cardoso, R. T. y M. Amérigo 2014. "Conocimiento local y culturas tradicionales como base para el desarrollo sostenible: el caso del uso y manejo de las dehesas de encina en el suroccidente peninsular." *Estudios Etnográficos*. 6: 21-43.

Cervantes, R. C. 2002. Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México, Instituto de Geografía, UNAM.135 p.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2017. Información Climatológicos Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/es/pronosticos/pronosticossubmenu/pronostico-meteorologico-general>

Corchuelo, S. A. 2015. "Agricultura familiar en territorios de dehesa. Efectos de la nueva normativa en la continuidad de la agricultura familiar de dehesa." *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 114: 101-109.

Corona, P. A. 2005. "La Comarca Lagunera, constructo cultural: economía y fe en la configuración de una mentalidad multicientenaria." Universidad Iberoamericana, Torreón, Coahuila.p.153

Escribano, A., P. Gaspar, F. Mesías, A. Pulido y M. Escribano 2014. "Evaluación de la sostenibilidad de explotaciones de vacuno de carne ecológicas y convencionales en sistemas agroforestales: estudio del caso de las dehesas." ITEA 110: 343-367.

Foroughbakhch, P. 1981. Tratamiento a la semilla de catorce especies forestales de uso múltiple de zonas de matorral y su influencia en la germinación. Facultad de Ciencias Forestales. U.A.N.L. Linares, Nuevo León México 11: 1-20.

González, M. 2012. "Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación." Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología: Mexico City, Mexico: 120-124.

Gotts, N. 2007. "Resilience, panarchy, and world-systems analysis." Ecology and Society 12.

Granados-Sánchez, D., A. Sánchez-González, G. Victorino, R. Linnx y A. Borja de la Rosa 2011. "Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense." Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente 17: 111-130.

Guzmán, E. S. y G. Woodgate 2013. "Agroecología: Fundamentos del pensamiento social agrario y teoría sociológica." Agroecología 8: 27-34.

Guzmán, M. 2009. Distribución, sistemática y algunos aspectos ecológicos del mezquite *Prosopis spp.*(L.) en el estado de Nuevo León, México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. p. 197

Hernández-Herrera, J. A., L. M. Valenzuela-Núñez, A. Flores-Hernández y J. C. Ríos-Saucedo 2014. "Análisis dimensional para determinar volumen y peso de madera de mezquite (*Prosopis L.*)" Madera y bosques 20: 155-161.

Huerta-Martínez, F. M. y E. García-Moya 2004. "Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México: implicaciones para la conservación." Interciencia 29: 435-441.

- Iglesias, J., F. Funes-Monzote, O. C. Toral, L. Simón y M. Milera 2011. "Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. Apuntes para el conocimiento." *Pastos y forrajes* 34: 241-257.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos San Pedro, Coahuila de Zaragoza. Clave geo estadística 05033.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continuoelevaciones.aspx>
- International Union of Soils Sciences (IUSS). 2014. World reference base for soil resources 2014 international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO, Rome. p. 14
- Limas, E. D., M. E. Ramírez y A. R. Díaz 2009. "Acciones de lucha contra la desertificación en ambientes semiáridos en el noroeste de Tamaulipas, México." *Papeles de geografía*: 50: 15-26.
- Lin, B. B. 2011. "Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change." *BioScience* 61: 183-193.
- López, L. A. y A. Sánchez (2010). Comarca Lagunera. Procesos regionales en el contexto global. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Coyoacán, México. 438 p.
- López-Franco, Y. L., F. M. Goycoolea, M. A. Valdez y A. M. Calderón de la Barca 2006. "Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial." *Interciencia* 31: 183-189.
- López-Franco, Y. L., F. M. Goycoolea, M. A. Valdez y A. M. Calderón de la Barca 2006. "Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial." *Interciencia* 31: 183-189.
- Lozano P. F. 2015. Dinámica del agua edáfica en dehesas y su relación con el clima y la vegetación. Tesis Doctorado. Universidad de Extremadura. Badajoz, España. 330 p.

Meza, S. y L. Osuna 2003. "Estudio dasométrico del mezquite en la zona de las Pocitas, BCS Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias." Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Todos Santos. La Paz, BCS México. Folleto Científico.

Miranda, W. R. 2008. "Caracterización de la producción del cultivo de algodónero (*Gossypium hirsutum*, L.) en la Comarca Lagunera." Revista Mexicana de Agronegocios 23: 696-705.

Morais, H., P. H. Caramori, A. M. d. A. Ribeiro, J. C. Gomes y M. S. Kogushi 2006. "Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil." Pesquisa agropecuária brasileira 41: 763-770.

Morales, G. J y J. L. Pérez (2010). Paisajes geográficos naturales. Comarca Lagunera. Procesos regionales en el contexto global. M. Universidad Nacional Autónoma de México. Coyoacán: pp. 75-98.

Murgueitio, E., Z. Calle, F. Uribe, A. Calle y B. Solorio 2011. "Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands." Forest Ecology and Management 261: 1654-1663.

Nair, P. R. 1985. "Classification of agroforestry systems." Agroforestry systems 3: 97-128.

Nicholls, C. (2013). Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Medellín, Colombia. pp. 18-29.

Pardini, A. 2007. "Perspectiva sobre la valorización de los sistemas agrosilvopastoriles en la cuenca del Mediterráneo." Pastos y forrajes 30: 1-1.

Pérez, D. A., J. I. Rengifo y F. Leco 2013. "El agroturismo: un complemento para la maltrecha economía de la dehesa." Turismo e innovación: VI jornadas de investigación en turismo. pp. 409-429.

Reséndez, V. L. 2014. Evaluación del daño por insectos en la vaina de *Prosopis laevigata* (WILLD) MC JOHNST en una zona mezquitera del estado de Durango.

Ríos-Osorio, L., W. Salas-Zapata y J. Espinosa-Alzate 2013. "Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas. Más que una externalidad." Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. CYTED.(Medellín): 60-76.

Rodríguez, E. N., G. E. Rojo Martínez, B. Ramírez Valverde, R. Martínez Ruiz, M. d. I. C. Cong Hermida, S. M. Medina Torres y H. H. Piña Ruiz 2014. "Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México." Ra Ximhai 10: 173-193.

Ruiz T. D. 2011. Uso potencial de la vaina de mezquite para la alimentación de animales domésticos del Altiplano Potosino. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P. p. 96

Rzedowski, J. y L. Huerta (1978). Vegetación de México. Provincias Florísticas de México, Limusa México. 432.

Sarandón, S. y C. Flores 2009. "Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica." Agroecología 4: 19-28.

Sarandón, S., C. Flores, N. Gargoloff y M. Blandi (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. Pp. 375-410.

Trucios C. R., L. M. Valenzuela, J. C. Ríos, M. Rivera y J. Estrada 2012. "Cambio de uso de suelo en Coahuila y Durango." Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 11: 68-74.

Turner, B., W. B. Meyer y D. L. Skole (1994). Western Mediterranean land-use systems as antecedents for semiarid America. Global land-use/land-cover change: towards an integrated study: 131-144.

Urquiza G. A. y H. Cadenas 2015. "Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica." *L'Ordinaire des Amériques*. 218.

Valenzuela Núñez, L. M., J. C. Ríos Saucedo, K. d. R. Barrientos Armendáriz, G. Muro Pérez, J. Sánchez Salas y E. A. Briceño Contreras 2015. "Estructura y composición florística en dos comunidades de mezquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) MC Johnst.) en Durango, México." *Interciencia* 40: 465-472.

Vázquez, L. L. 2013. "Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia." *Agroecología* 8: 33-42.

Villanueva D, J., R. Jasso I, G. González C, I. Sánchez C y C. Potisek T 2004. "El mezquite en la Comarca Lagunera." Alternativa de producción integral para ecosistemas desérticos. CENID-RASPA INIFAP. Folleto Científico 14.

Villanueva D., R. Jasso , H. Cornejo y C. Potisek 2004. "El Mezquite en la Comarca Lagunera: su dinámica, volumen maderable y tasas de crecimiento anual". Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, México." *Agrofaz* 4: 633-648.

Villarreal, J., A. Rocha, M. Cárdenas, S. Moreno, M. González y V. Vargas 2013. "Caracterización morfológica, viabilidad y germinación de semillas de mezquite y huizache en el noreste de México." *Phyton* (Buenos Aires) 82: 169-174.

Villarreal-Quintanilla, J. Á. y J. A. Encina-Domínguez 2005. "Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México." *Acta Botánica Mexicana*. 70: 1-46.

Walker, B., C. S. Holling, S. Carpenter y A. Kinzig 2004. "Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems." *Ecology and society* 9(2): 5