

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Prácticas Agroecológicas en el Manejo del Nogal Pecanero [*Carya illinoensis*
(Wangenh) K. Kosh]**

POR:

CESAR ANTONIO PINEDA ARGANDAR

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Torreón, Coahuila
Junio 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Prácticas Agroecológicas en el Manejo del Nogal Pecanero [*Carya illinoensis*
(Wangenh) K. Kosh]

POR:

CESAR ANTONIO PINEDA ARGANDAR

MONOGRAFÍA

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

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:

M.C. EMILIO DUARTE AYALA
PRESIDENTE

M.C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS
VOCAL

M.C. FORTINO DOMÍNGUEZ PÉREZ
VOCAL

ING. FERNANDO MORALES AGUIRRE
VOCAL EXTERNO

M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA



JUNIO DE 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Prácticas Agroecológicas en el Manejo del Nogal Pecanero [*Carya illinoensis*
(Wangenh) K. Kosh]

POR
CESAR ANTONIO PINEDA ARGANDAR

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

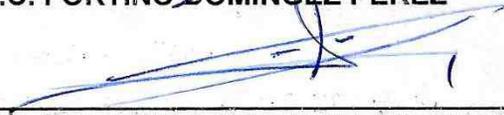
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

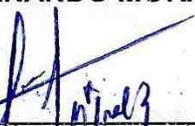
APROBADA POR EL COMITÉ DE ASESORÍA:

ASESOR PRINCIPAL: 
M.SC. EMILIO DUARTE AYALA

ASESOR : 
M.C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

ASESOR: 
M.C. FORTINO DOMINGEZ PÉREZ

ASESOR: 
ING. FERNANDO MORALES AGUIRRE


M.E. JAVIER LOPEZ HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA



JUNIO DE 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme y hacer llegar al término de mi carrera y realizar el presente trabajo.

A la UAAAN y al Departamento de Agroecología por darme la oportunidad de formarme como profesional.

A mi asesor principal M. Sc. Emilio Duarte Ayala. Por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación bajo su asesoría, por su amistad brindada; además de revisiones y sus valiosas sugerencias para la integración del documento.

Al M.C. Eduardo Blanco Contreras. Por la revisión del presente trabajo y sus valiosas aportaciones sobre la redacción del mismo.

Al Ing. Fernando Morales Aguirre. Por su disponibilidad para integrarse al equipo de trabajo y por compartir sus conocimientos y darnos el permiso de entrar a su huerta “La Flor” para recopilar los datos de esta monografía.

A los biólogos e ingenieros que conforman el departamento de Agroecología por su enseñanza compartida para la formación de nuestra carrera gracias a todos por su amistad como maestros y amigos.

A todos aquellos que tuve la oportunidad de conocer en este proceso profesional para mí en especial para mis compañeros del departamento de Agroecología.

M.C. Mercedes Sáenz López. Por sus consejos durante toda mi carrera por las pláticas de superación personal y el apoyo moral que me brindo en este ciclo de profesión gracias.

M.C. Fortino Domínguez Pérez. Por su paciencia y comprensión que tuvo hacia mi tanto en los momentos malos como también en aquellos momentos buenos y agradecerle por todos sus conocimientos compartidos en el transcurso de mi preparación.

DEDICATORIAS

A Dios, por darme la vida y rejuvenecer mis fuerzas cuando me siento desfallecer y puedo decir, hasta aquí me ha ayudado.

A mis padres:

Pineda Corrales Sergio
Francisca Argandar Yáñez

Que han enseñado que con responsabilidad, honradez y Dedicación se puede salir adelante....Gracias.

A mi hermana:

Sandra Pineda Argandar

Por todo su apoyo incondicional y por formar parte de algo que es muy importante para nuestra familia..... LA UNION FAMILIAR.

A mi sobrino:

Dominik Tadeo Pineda Argandar
Porque sea una gran esperanza en el futuro.

ÍNDICE

	Pag.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1 El nogal pecanero.....	2
2.2. Origen y antecedentes históricos.....	2
2.3. Clasificación taxonómica y morfológica.....	3
2.3.1. Descripción botánica.....	3
2.3.2. Raíz.....	4
2.3.3. Tronco y ramas.....	4
2.3.4. Hojas.....	4
2.3.5. Flores.....	5
2.3.6. Frutos.....	5
2.3.7. Clima.....	5
2.4. Importancia del cultivo.....	6
2.5. Situación mundial de la nuez pecanera.....	7
2.5.1. Superficie y producción.....	7
2.5.2. Pronostico de producción de nuez pecanera.....	14
2.5. Descripción de variedades.....	14
2.5.1. Apache.....	15
2.5.2. Caddo.....	16
2.5.3. Cheyenne.....	16
2.5.4. Chowtaw.....	17
2.5.5. Comanche.....	19
2.5.6. Desirable.....	20
2.5.7. Forkert.....	20
2.5.8. Pawnee.....	21
2.5.9. Sioux.....	22
2.5.10. Tejas.....	23
2.5.11. Western Schley.....	24
2.5.12. Wichita.....	25
2.6. Principales plagas del nogal pecanero.....	26
2.7. Principales enfermedades fungosas del nogal pecanero.....	28
2.8. Criterios de fertilización.....	30
2.9. Elementos nutricionales del nogal pecanero.....	31
2.10. Prácticas de agricultura convencional.....	32
2.10.1. Surgimiento y origen.....	32

2.11. Programa de manejo de huertas nogaleras con prácticas Convencionales.....	34
2.11.1. Huerta “San Antonio de Gurza”.....	34
2.11.2. Programa de manejo de la huerta.....	35
2.11.3. Descripción de los productos.....	36
2.11.4. Uso y control de los productos.....	40
2.12. Agroecología.....	41
2.12.1. Historia de la agroecología.....	41
2.12.2. Definiciones.....	43
2.13. Prácticas agroecológicas.....	45
2.13.1. Surgimiento y origen.....	45
2.13.2. Definiciones.....	45
2.13.3. Clasificaciones de las prácticas agroecológicas.....	46
2.14. Perspectivas para el manejo orgánico del nogal pecanero en México.....	49
2.15. Programa de manejo de huertas nogaleras con prácticas agroecológicas.....	50
2.15.1. Huerta “La Flor”.....	50
2.15.2. Programa de manejo de la huerta.....	52
2.15.3. Descripción de los productos.....	54
2.15.4. Uso y control de los producto.....	57
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Pag.
1	Superficie Plantada (Has.) de nogal pecanero en EE.UU.....	8
2	Superficie y Producción de Nuez pecanera: principales estados productores, rangos y porcentaje del total en 2016.....	8
3	Producción de Nuez pecanera en México por estado (2015 – 2017) y estimación para 2018.....	10
4	Resumen agrícola de la región Lagunera durante 2017.....	11
5	Importancia de las plagas y su organismo agente causal.....	27
6	Enfermedades fungosas más prevalentes y su microorganismo o patógeno causal.....	29
7	Fertilización en nogal en función del diámetro del tronco (60cm. de altura).....	30
8	Fertilización del nogal en función de los crecimientos vegetativos	31
9	Elementos esenciales y concentraciones óptimas en el nogal pecanero.....	31
10	Productos, uso y control con prácticas convencionales.....	40
11	Costo de producción con BMF (Ha.).....	40
12	Productos, uso y control con prácticas agroecológicas.....	57
13	Costos de producción (Ha.).....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pag.
1	Producción y Superficie de nogal pecanero en México.....	9
2	Plantaciones nuevas en México.....	9
3	Superficie plantada y producción de Nuez en México (2000 – 2017)	10
4	Plantaciones establecidas en el sureste de Sudáfrica.....	12
5	Plantaciones establecidas en las provincias de Argentina.....	13
6	Variedad Apache.....	15
7	Variedad Caddo.....	16
8	Variedad Cheyenne.....	17
9	Variedad Choctaw.....	18
10	Variedad Comanche.....	19
11	Variedad Desirable.....	20
12	Variedad Forkert.....	21
13	Variedad Pawnee.....	22
14	Variedad Sioux.....	23
15	Variedad Tejas.....	23
16	Variedad Western.....	25
17	Variedad Wichita.....	26
18	Presencia de las plagas del nogal pecanero de acuerdo a su fenología.....	28
19	El suroeste asiático, la región donde surgió la agricultura y donde se originaron los primeros cultivos.....	33
20	Localización geográfica de la huerta “San Antonio Gurza” en San Pedro de las colonias, Coah.....	34
21	Diseño de plantación “Cuadrado o Marco Real” San Antonio de Gurza.....	35
22	Desarrollo de la superficie orgánica de nogales en México.....	50
23	Localización geográfica de la huerta “La Flor” en Nazas, Dgo.....	51
24	Diseño de plantación “Cuadrado o Marco Real” La Flor.....	52
25	Comparación de costos de producción por hectárea de una huerta manejada con prácticas convencionales vs huerta manejada con prácticas agroecológicas.....	58
26	Comparación de costos de insumos por hectárea de una huerta manejada con prácticas convencionales vs huerta manejada con prácticas agroecológicas.....	59

RESUMEN

El presente estudio es una recopilación de información detallada sobre las prácticas agroecológicas que el nogalero realiza en la huerta, vinculadas principalmente a la fertilización, control de plagas y enfermedades. Actualmente las prácticas agroecológicas que están publicadas en libros, manuales, revistas científicas, no están bien claras ni clasificadas. La mayor parte de esta información está centrada en cultivos de sistemas de producción de zonas tropicales y subtropicales. Por el otro lado, existe poca o nula información sobre las prácticas agroecológicas que se utilizan en los frutales de sistemas de producción de zonas templadas, principalmente en el nogal pecanero (*Carya illinoensis*). No obstante a la crisis económica en el sector agropecuario del país, el número de productores de nuez y la superficie plantada de huertas nogaleras manejadas con prácticas agroecológicas para su producción orgánica y sustentable ha crecido dinámicamente. Durante el periodo de 1986 a 2008 la superficie tuvo un crecimiento anual superior al 3% con mas de 129,000 productores mexicanos estaban cultivando alrededor de 400,000 hectáreas de manera orgánica.

Palabras clave: Prácticas agroecológicas, Sistemas productivos, Nogal pecanero, Orgánica, Zonas templadas.

INTRODUCCION

Hasta hoy las prácticas agroecológicas en nogal, solo se han presentado en libros, artículos, literatura extensa, o bien solo se centran en una sola práctica y en la mayoría de los casos de manera general, y se les da el nombre de prácticas agroecológicas, sin definir de que o quienes las califican como tales (Wezel, *et al*, 2014).

Según nuestro conocimiento, aún no se ha realizado una evaluación resumida del potencial de un gran conjunto de prácticas agroecológicas en un documento de revisión. Un punto final es que la evaluación de las prácticas agroecológicas se ha realizado en mayor medida para las prácticas que se utilizan principalmente en los trópicos y subtrópicos, pero hasta ahora esto solo se ha hecho de manera limitada en áreas templadas (Wezel, *et al*, 2014).

El propósito fundamental de esta recopilación de información, es de ofrecer al productor de Nuez pecanera; el apoyo técnico sobre el sistema de producción con el manejo de prácticas agroecológicas para nogaleras que ya se encuentran encaminados de una producción orgánica pero que lo hacen con tecnología convencional para que inicien el proceso de cambio o periodo de transición. Lo anterior, para que su huerta sea y/o no deje de ser un negocio altamente rentable.

REVISIÓN DE LITERATURA

El nogal pecanero

Origen y antecedentes históricos

La nuez pecanera es originaria del norte de México y sur este de los Estados Unidos de América. Los colonizadores españoles llamaron "Nogal" al árbol pecanero y a su fruto "Pecana" le llamarón nuez. El nombre de pecana o pecanera es derivado del vocablo indígena Algonquín que le da el nombre de "Pakan" que significa nueces tan duras que requieren una piedra para quebrarlas. Por miles de años, la nuez fue una de las principales fuentes de alimentos para los indios americanos. En la actualidad el nogal es cultivado en las partes sur de los Estados Unidos y el norte de la república Mexicana (Medina y Cano, 2002).

López de vega en 1533 escribe lo siguiente: " Había a orillas del rio muchas nueces que los indios comían durante la temporada de cosecha; los indios venían de lugares distantes a 30 leguas. Estas nueces eran más pequeñas que las de España" (Duarte, 2004).

Cabeza de Vaca, uno de los primeros exploradores Españoles en el Norte de México, escribe en 1541 que los indios asistían cada dos año en la orillas del rio Nueces, hoy rio Guadalupe, a comer durante dos meses este fruto, sin probar ningún otro alimento (Salas, 1997).

Esta observación nos indica el gran valor nutritivo de la nuez y el hábito de fructificación de los nogales al tener una producción alterna. Los indios en ese tiempo llamaban a la nuez con el nombre de "Pecana" que significa fruto pequeño con cascara dura (Duarte, 2004).

En el año de 1587, Fray de León, en un escrito, se refiere a una área nogalera a 100 leguas, al Sur de Laredo. Siendo esta región donde actualmente se encuentra Bustamante, Nuevo León (Duarte, 2004).

Diego de Montemayor indica que la ciudad de Monterey, Nuevo León se estableció en una superficie poblada con nogales silvestres (Duarte, 2004).

El nogal es el árbol representativo del estado de Coahuila y en su escudo aparece a orillas del río Monclova. En Castaños, Coahuila los primeros Españoles que llegaron al lugar confundieron la nuez nativa con castañas que se producen en España y le pusieron a ese lugar el nombre con el que actualmente se conoce (Duarte, 2004).

Clasificación taxonómica y morfológica

De acuerdo con Arreola A. *et al.*, 2002 citado por Tenorio, 2005; resumieron la clasificación de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Espermatofitas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Familia: Juglandácea

Género: *Carya*

Especie: *illioensis* (Koch.)

Descripción botánica

El nogal pecanero pertenece a los frutales productores de nuez llamados caducifolios (Calderón, 1998).

Raíz

Presenta una raíz pivotante en el primero y segundo año de crecimiento; crece más del doble de su follaje, del tercer año en adelante, se hace semifibrosa y se extiende en su radio que se engancha horizontalmente hasta abarcar un área semejante o mayor a la alcanzada por el follaje, pudiendo desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 mt. al momento de madurez. Esto se debe a que las capas profundamente la compactación de la tierra impide que las raíces puedan respirar con facilidad. Cuando estas encuentran agua estancada detienen ahí su desarrollo (Camargo, 2001).

Tronco y ramas

Existen nogales con troncos de más de 3 mt. de diámetro, estos por lo general son nativos o silvestres, se elevan rectos y sus ramificaciones comienzan casi a los 10 mt. de altura. Estas características diferencian a los árboles criollos de los injertados, ya que en estos generalmente su tronco es más corto y sus ramificaciones empiezan desde abajo. Un nogal adulto con alimentación equilibrada deberá tener un crecimiento anual entre 10 a 35 cm. en sus ramas y aumento en el diámetro del tronco no menos de 2.5 cm., al año (Camargo, 2001).

Hojas

Todos los nogales adultos son de follaje espeso con copa semi-redonda, sus hojas son compuestas con 5 a 19 folíolos grandes, ovales, lanceoladas y finalmente dentadas, al tallarlos despiden un olor típico. Las hojas del nogal criollo comparado con los injertados, es una característica típica para diferenciarlos antes de los primeros cinco a seis años de edad. Las hojas de los nogales criollos tienen vellosidades y son de color verde ligeramente grisáceas, las del nogal injertado son “glabras”, es decir, carecen de bello, su color verde es más brillante y el aserrado del margen es diferente y más notable. Las hojas contribuyen directamente en el

desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenadas en los tallos y raíces, las cuales servirán para el crecimiento del árbol y desarrollo de las nueces del año siguiente (Camargo, 2001).

Flores

El nogal es una planta monoica, lo cual significa que tiene flores femeninas y masculinas en el mismo árbol. Las flores masculinas son muy pequeñas, apétalas y se encuentran ubicadas en amentos cilíndricos colgantes que nacen en yemas mixtas (hojas y flores) no de la rama. Las flores femeninas crecen en inflorescencias de racimo en número de 2-9 en un pedúnculo corto, son de color verde claro y los pistilos tienen forma de motita amarilla en una punta cuando ya están maduras. Las yemas florales macho se forman de julio a septiembre de cada año y lo hacen junto con las nueces en desarrollo y las flores femeninas al inicio de la brotación (Camargo, 2001).

Frutos

Los frutos (nueces) se desarrollan de las flores femeninas por lo general de 3 a 9, pero cuando el árbol está viejo o es débil solo produce una por racimo; el fruto del nogal es clasificado botánicamente como drupa (cuya cubierta es el ruezno); estas drupas tienen una capa verde carnosa de sabor amargo llamado ruezno (mesocarpio) que al madurar se vuelve negra y se abre a lo largo dejando la nuez libre, la parte dura de la nuez (endocarpio) protege a la almendra o parte comestible (Brisson, 1986).

Clima

Deben evitarse lugares cuyas temperaturas primaverales puedan descender a menos de 1,1°C, ya que pueden ocasionar daños por heladas en las inflorescencias masculinas, brotes nuevos y pequeños frutos (Reid and Hunt, 2000).

El nogal es muy sensible a las heladas de primavera, que mermarán sustancialmente la cosecha, pero también a las heladas precoces de otoño que interfieren muy negativamente en la formación los primeros años; durante este periodo juvenil pueden llegar a producirse la muerte de toda la parte aérea del plantón (Reid and Hunt, 2000).

Si se dan temperaturas superiores a los 38°C acompañadas de baja humedad es posible que se produzcan quemaduras por el sol en las nueces más expuestas. Si esto sucede al comienzo de la estación, las nueces resultarán vacías, pero si es más tarde las semillas pueden arrugarse, oscurecerse o adherirse al interior de la cáscara (Reid and Hunt, 2000).

En climas muy templados y en situaciones bajas, afectadas por vientos secos y cálidos procedentes del sur, además de provocar la caída prematura de las hojas, difícilmente puede salvarse la cosecha por las puestas del lepidótero *Cydia pomonella*, causante del agusanado del fruto (Reid and Hunt, 2000).

Importancia del cultivo

El nogal pecanero [*Carya illinoensis* (Wangenh.) Koch], se considera un cultivo promisorio por las siguientes ventajas (Salas, 1997):

1. Es un cultivo muy remunerativo.
2. Por la longevidad y años de producción dignifica un patrimonio para varias generaciones.
3. Por su contenido en carbohidratos, vitaminas, aceites y proteínas, constituyen una fuente concentrada de energía que debe aprovecharse en alimentación de nuestros ciudadanos.
4. Gran demanda en el mercado internacional, local e industrial ya que actualmente Estados Unidos, México y Australia son los únicos países

productores en forma comercial en el mundo, existiendo demás plantaciones en África del sur Brasil e Israel.

5. La nuez es un producto que se almacena en refrigeración hasta por un año, sin descomponerse a temperatura de 2° C.
6. Fácil de beneficiarse creando industrias de tipo rural y generando mano de obra.

De todos los alimentos con que América ha contribuido a la cocina internacional, la nuez es más importante y está destinada a jugar un papel muy importante en la gastronomía, siendo además un recurso para resolver la falta de alimentos como fuente concentrada de energía (Duarte, 2004). Este fruto además tiene aplicaciones médicas y en la industria (Salud y Medicina Boletín, 1988; Walzem, 2005). El fruto del nogal es de sabor agradable y rico en contenido de aceite según la variedad (Salas, 1997).

Situación mundial de la nuez pecanera

Superficie y producción

Actualmente EE.UU., México, Sudáfrica, Argentina, Brasil y Australia son los principales productores de nuez en forma comercial (Herrera, 2018), ya que tienen una gran demanda en los mercados internacionales, locales e industriales, es decir su venta puede ser en cascara o en almendra (Salas, 1997).

En EE.UU. los principales estados productores de nuez pecanera son Georgia, Nuevo México, Texas, Arizona, Oklahoma y California con una superficie total plantada de 150,403 hectáreas en producción y una producción total de 7,588 Kg. (Herrera, 2018).

Cuadro 1. Superficie Plantada (Has.) de nogal pecanero en EE.UU.

	2002	2007	2012	2016
Total	165,2014 (55,580)	204,931 (30,618)	188,726 (31,312)	158,987
Georgia		46,245 (4,518)	49,965 (5,485)	48,582**
	Nuez mejorada	38,969	44,024	
Texas		70,821 (9,920)	66,754 (7,954)	55,465
	Nuez mejorada	35,640	35,450	
Nuevo México	Nuez mejorada	15,859 (1,903)	16,733 (1,879)	16,194
Oklahoma		50,426 (7,017)	49,034	38,056***

* Números en paréntesis representan árboles que aún no están en producción.

**** * Se ha reportado una superficie de 72,874 hectáreas plantadas en Georgia.

**** * No se obtuvo información de la superficie plantada en nuez mejorada. Oklahoma tiene una extensión considerable de nogales criollos.

Fuente: Herrera, 2018.

Cuadro 2. Superficie y Producción de Nuez Pecanera: principales estados productores, rangos y porcentaje del total en 2016.

Estado	Rango	Superficie en producción (Has.)	Producción		% del total en EE. UU.
			Kg/has.	Kg.	
Georgia	1	48,582	1,019	49,506,077	41
Nuevo México	2	16,194	2,021	32,647,234	27
Texas	3	40,485	437	17,691,945	15
Arizona	4	5,789	1,942	11,242,238	9
Oklahoma	5	38,054	148	5,632,436	5
California	6	1,296	2,021	2,619,216	2

Fuente: Herrera, 2018.

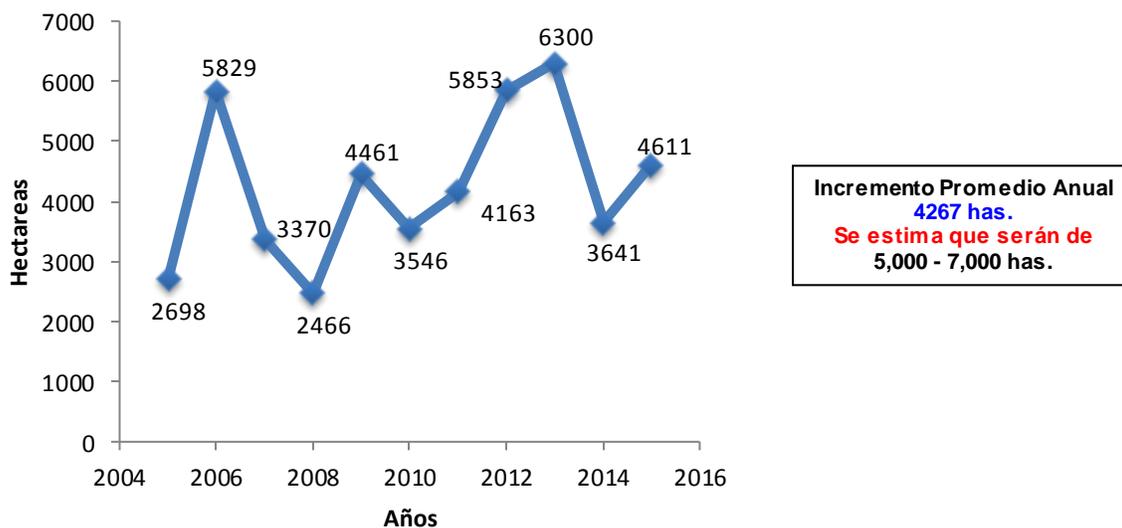
La producción de nuez pecanera en México ocurre principalmente en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Sonora, con una producción total de 142,140 Tons. (Herrera, 2018).

Figura 1. Producción y Superficie de nogal pecanero en México.



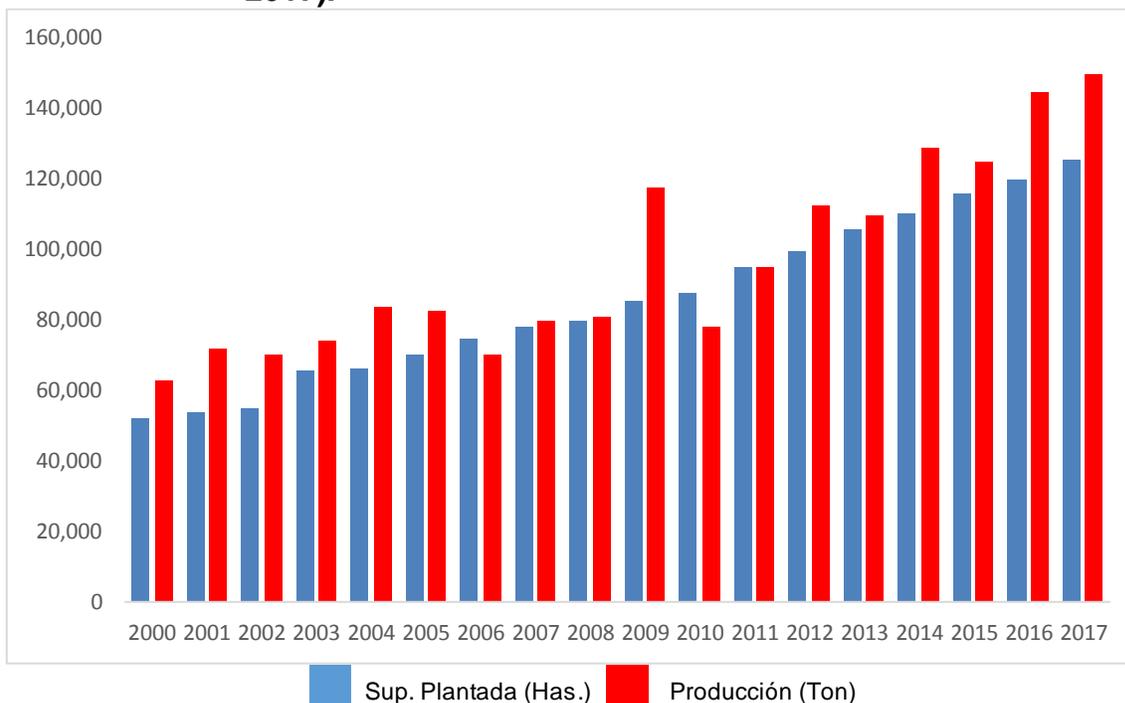
Fuente: Herrera, 2018.

Figura 2. Plantaciones nuevas en México.



Fuente: Herrera, 2018.

Figura 3. Superficie plantada y producción de nuez en México (2000 – 2017).



Fuente: Herrera, 2018.

Cuadro 3. Producción de nuez pecanera en México por estado (2015 – 2017) y estimación para 2018.

Estado	Producción Anual (Tons)		Estimación Producción (Tons)		Porcentaje Compara con 2017
	2015	2016	Anual 2017	Anual 2018	
Chihuahua	79,984	92,500	77,500	92,233	19%
Sonora	15,028	17,500	13,000	15,627	20%
Coahuila	12,509	14,600	10,700	18,160	69%
Durango	7,143	8,140	6,100	7,000	15%
Nuevo León	3,353	3,500	2,750	3,500	27%
Otros	4,748	5,900	4,700	5,200	10%
Total	122,714	142,140	114,750	141,720	27%

Fuente: Herrera, 2018.

El reporte anual de actividades de Sagarpa región Lagunera incluye cultivos de otoño-invierno, primavera-verano y perennes. Dichos cultivos están regados por gravedad, bombeo y temporal (El Siglo de Torreón, 2018).

Pastos y praderas, forrajes y frutales se incluyen en este padrón de cultivos en la Comarca Lagunera. Se describe en el siguiente cuadro la superficie plantada por gravedad, bombeo y temporal del nogal pecanero (El Siglo de Torreón, 2018):

Cuadro 4. Resumen agrícola de la región Lagunera durante 2017.

Cultivos	Gravedad	Bombeo	Temporal	Total	
	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas	Superficie Has.	Producción Ton.
	Semb.	Semb.	Semb.	Semb.	
Perennes 2017					
Alfalfa verde	33941	5831	0	39773	3503798
Nogal	3734	4290	0	8024	9562
Nogal en desarrollo	827	1106	0	1933	0
Pastos y praderas	310	0	3248	3558	44872
Nopal verdura	40	4	0	44	2293
Viñedos	62	3	0	65	517
Granado	21	0	0	21	156
Otros	17	54	9	80	192
Total	38952	11288	3257	53498	3561390

Fuente: El Siglo de Torreón, 2018.

Figura 4. Plantaciones establecidas en el sureste de Sudáfrica



Fuente: Herrera, 2018.

Sudáfrica es el país que, de acuerdo con la superficie y la producción de nuez pecanera, ocupa el tercer lugar a nivel mundial. Sin embargo, no hay datos oficiales de producción en ese país y la información disponible muestra datos no concordantes relacionados a diferentes fuentes. Sin embargo, hay información accesible que puede dar una buena idea sobre la industria de nuez pecanera de Sudáfrica (Herrera, 2018).

Dries Duvenhage, un nogalero sudafricano en su presentación en la conferencia nogalera en Las Cruces, Nuevo México en marzo de 2017 indicó que del año 2010 al 2015 se habían plantado alrededor de 1.8 millones de árboles y la producción ha alcanzado más de 10 mil toneladas en los últimos tres años (Herrera, 2018).

Expuso también que solo en 2016 se plantaron 4,900 hectáreas (10 m x 10 m de espaciamiento); estimando que se tendrán sembradas más de 16,000 hectáreas para 2022 con una producción potencial de cultivo de 24,000 toneladas, considerando 1.5 toneladas por hectárea (Herrera, 2018).

En Argentina se reportan de 6,000 a 7,000 hectáreas plantadas de nogal. Se estima que alrededor de 1,000 hectáreas se plantan cada año (Herrera, 2018).

Figura 5. Plantaciones establecidas en las provincias de Argentina



Fuente: Herrera, 2018.

El total de la superficie establecida en Brasil son cerca de 2,025 hectáreas con un 80% de árboles jóvenes, principalmente la variedad “Barton” es la más plantada (Herrera, 2018).

Los huertos de nogal en Australia ascienden a aproximadamente 1,400 hectáreas. Deán “Sunny” Stahmann (q.e.p.d.) plantó 810 hectáreas en la década de 1960 (Herrera, 2018).

Otros países como Israel, Perú y Uruguay también tienen algunos huertos de nogal. Perú e Israel no tienen una superficie de nogal significativa. Solo Uruguay ha estado plantando algunos nogales en los últimos 10 años. Actualmente se tienen alrededor de 2,700 hectáreas plantadas, la mayoría de ellos son huertos establecidos (Herrera, 2018).

Pronóstico de producción de nuez pecanera

La producción de nuez de México podría alcanzar las 149,685 toneladas para el año 2025 (Herrera, 2018).

En el caso de Sudáfrica se estima que para el año 2022 se tendrán plantadas más de 16,000 hectáreas con una producción potencial de 24,000 toneladas, considerando 1.5 toneladas por hectárea (Herrera, 2018).

Brasil puede aumentar la superficie de nogal en un futuro cercano, pero tomará algún tiempo exportar parte de su producción, si es que lo hace, ya que el potencial para el consumo local es tremendo (Herrera, 2018).

Desde la década de 1960 no ha habido un aumento sustancial en las plantaciones, tampoco hay señales de plantaciones significativas de nogales en el futuro. Los productores en Australia tienen otras buenas opciones agrícolas de las que pueden elegir (Herrera, 2018).

Descripción de variedades

Las huertas de nogales son una inversión prolongada y costosa. Una cuidadosa selección de variedades es una de las decisiones más importantes que debe tomar un productor (Herrera, 1985).

Algunos factores que deben tenerse en cuenta al seleccionar una variedad son la capacidad de producción regular, la resistencia y la calidad del árbol, tamaño y calidad de la nuez (para las variedades con cáscara), el porcentaje de almendra (para las variedades de cáscara), la madurez (la apertura del ruezno), la precocidad (edad del árbol cuando entra a producción), características de polinización y susceptibilidad a la deficiencia de zinc y hierro (Herrera, 1985).

Existen más de 1000 nueces diferentes que a continuación se describen las variedades plantadas en la huerta manejada con prácticas convencionales y prácticas agroecológicas algunas de ellas:

Apache

Apache combina una buena producción y el vigor del árbol con cualidades deseables de nuez. Los árboles jóvenes son ante todo vigoroso. La estructura y el follaje de los árboles se asemejan a las de sus padres, Burkett y Schley (Herrera, 1985).

Las nueces de apache son un poco más largas que las de Burkett y ligeramente aplanado en el ápndice. Los rueznos son delgados, con colores y las marcas como los de “western”. “Apache” las nueces se llenan bien para producir aproximadamente 60% de almendra. El cultivo madura un poco más tarde que el “Western”, pero las nueces son más grandes, de 45 a 55 por libra (Herrera, 1985).

Figura 6. Variedad apache



Fuente: National Clonal Germplasm Repository Pecan Cultivar Collection, 2019.

Caddo

Es una nuez muy pequeña, de alta calidad, con muy buena resistencia a la roña y maduración temprana. La nuez es puntiaguda en ambos extremos, de forma similar a una pelota de futbol americano. El árbol es fuerte, vigoroso y vertical, y comienza a producir a una edad temprana. Debido a que caddo libera el polen muy temprano en la primavera, lo cual es esencial para la polinización de las variedades de floración temprana, es un buen polinizador para todas las variedades primarias (McEachern and Stein, 1997).

Figura 7. Variedad Caddo.



Fuente: Popular Texas Pecan Varieties to Plant, 2019.

Cheyenne

Produce nueces con un buen sabor. Es un árbol de forma compacta. La producción es abundante con relación al tamaño del árbol. El follaje es de color verde oscuro y hojas pequeñas. Ramas laterales con ángulos cerrados que son fáciles de desgajarse. Es resistente al daño de heladas aun después de grandes cosechas. Es exigente en zinc y otros nutrientes para un desarrollo adecuado. La almendra es de color brillante (Thompson and Fountain, 1985).

Es extremadamente productivo y de muy alta calidad de almendra de color crema brillante. El árbol se establece lento y tiene ramas delgadas y flexionadas

cuando está maduro. El árbol comienza a ensayar a una edad muy temprana. Cheyenne es suficientemente resistente a la roña de la nuez en Texas y puede desarrollarse con aspersiones de fungicidas durante los períodos de alta precipitación. Cheyenne es altamente susceptible a las infestaciones de áfidos, lo que resulta en un follaje débil, mucha mielecilla y problemas de moho. Se recomienda Cheyenne debido a su calidad superior de almendra y la fuerte demanda del mercado (McEachern y Stein, 1997).

Figura 8. Variedad Cheyenne.



Fuente: Popular Texas Pecan Varieties to Plant, 2019.

Choctaw

Por ser una cruce de Succes y Mahan, el follaje conserva ciertas características de estas ultima variedad, sin embargo, en la maduración del fruto no es tardía como la Mahan, en este aspecto es regularmente precoz, con buena producción, buen follaje y árbol atractivo. La nuez es de doble propósito para vender en cascara y en almendra. Susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas. La almendra es brillante y suave con un alto contenido de aceite y de un rico sabor con cascara muy delgada (Thompsón and Fountain, 1985).

Requiere una temporada de crecimiento prolongada y puede madurar demasiado tarde para ser utilizada en algunas áreas de cultivo de nogal en Nuevo México (Herrera, 1985).

Los árboles son vigorosos, se ramifican libremente y tienen el aspecto general de las variedades del oeste. Comienzan a brotar y a producir follaje tarde, lo que puede protegerlos de las heladas tardías en primavera. Las hojas permanecen verdes hasta que se desprenden por heladas fuertes, lo que puede explicar la madurez tardía de las nueces. Los árboles "choctaw" comienzan a producir cuando son jóvenes y alternan fuertemente (Herrera, 1985).

Las nueces son grandes (40 a 50 por libra) y simétricas. Los rueznos delgados se abren bien cuando las nueces están maduras. Las cascara son delgadas y se necesita un manejo cuidadoso para evitar que se rompan. Algunas nueces pueden abrirse cuando los días secos son seguidos por tardes extremadamente húmedas. Las almendras se separan bien de la cáscara, son de colores brillantes y suaves, y tienen un alto contenido de aceite y un rico sabor. El porcentaje de almendra es de aproximadamente 60 (Herrera, 1985).

Figura 9. Variedad Choctaw.



Fuente: Popular Texas Pecan Varieties to Plant, 2019.

Comanche

Produce una nuez grande, de 35 a 50 nueces por libra. Se recomienda para las áreas donde la "Burkett" se da bien y es usado principalmente para el comercio con cáscara. Las nueces son más o menos redonda, similares a las de "Burkett", pero con más marcas en la cascara. Los rueznos son de grosor medios delgados y tiene rebordes a lo largo de cada uno de las cuatro suturas, muy parecidos a las nueces de "Burkett" (Herrera, 1985).

Los árboles son vigorosos, con hojas de tamaño medio. Se han reportado que son difíciles de podar, ya que tienden a producir ramas de ángulo cerrados (Herrera, 1985).

Las almendras de comanche son de colores brillantes, de alta calidad y sin puntos negros como los puntos que se encuentran en las almendras de la "Burkett". El rendimiento de almendra es 52 a 57% (Herrera, 1985).

Figura 10. Variedad Comanche



Fuente: National Clonal Germplasm Repository Pecan Cultivar Collection, 2019.

Desirable

Es la nueva variedad comercial estándar del sureste de Estados Unidos. Ha sido la mejor variedad para la costa del golfo de Texas y el este de Texas durante 30 años. Desirable es un árbol maduro sobresaliente debido a sus muy altos rendimientos de nueces grandes y bien llenas. Sin embargo, no es precoz y por lo general requiere 10 años para entrar en plena producción. El follaje es verde claro y no denso. Desirable necesita un buen manejo de poda para evitar troncos débiles en forma de "V". Cuando el árbol es joven y el crecimiento es rápido, las ramas pueden romperse fácilmente con vientos fuertes, lluvias y una cosecha abundante. Desirable requiere de aspersiones de fungicidas para prevenir la roña de la nuez durante períodos de alta humedad y clima cálido (McEachern and Stein, 1997).

Figura 11. Variedad Desirable.



Fuente: Popular Texas Pecan Varieties to Plant, 2019.

Forkert

Es resistente a la roña, variedad antigua, que ha ganado popularidad en Texas debido a su almendra de alta calidad y un rendimiento excepcional en concursos de nuez. El árbol es lento para entrar en producción y no tiene alternancias marcadas, pero es fuerte y requiere poca formación. Se recomienda

para plantaciones en buenos suelos en todas las áreas, al norte de Texas (McEachern and Stein, 1997).

Figura 12. Variedad Forkert.



Fuente: National Clonal Germplasm Repository Pecan Cultivar Collection 2019.

Pawnee.

Nuez grande, maduración temprana a finales de septiembre. Resistencia moderada a la roña, precoz en la producción, se ha reportado resistencia al pulgón amarillo debido a la presencia de vellosidades o setas glandulares en el envés de las hojas; las hojas de color verde oscuro, las ramas laterales con ángulo cerrado con relación al líder central. Se adapta a las regiones con moderada humedad y buena resistencia a las heladas tempranas y tardías (Thompson and Fountain, 1985).

Es una nueva nuez ideal para todas las áreas de Texas. La nuez es de tamaño mediano y la almendra es de alta calidad. Pawnee es demasiado joven para clasificarla con respecto al potencial de producción a largo plazo. Sin embargo, dado que madurará a principios de septiembre, habrá menos oportunidades de sufrir daños por helada en el ruzno. Pawnee es un árbol fuerte de crecimiento vertical con follaje verde oscuro. Su producción es lenta y tiene un fuerte dominio apical

con una ramificación lateral limitada. Pawnee tiene una gran cantidad de nueces por racimo, con frecuencia hasta ocho. Tiene mejor resistencia al pulgón que la mayoría de las variedades (McEachern y Stein, 1997).

Figura 13. Variedad Pawnee.



Fuente: Popular Texas Pecan Varieties to Plant, 2019.

Sioux

Es muy pequeña, extremadamente de muy alta calidad de cascara delgada, que tiene un árbol hermoso y fácil de manejar. Sioux es un árbol vigoroso de rápido crecimiento que cuenta con un historial de producción consistente. La calidad de mercado de Sioux es tan excepcional que a menudo se vende con frecuencia como nuez con cáscara a pesar de su pequeño tamaño. Sioux es susceptible a la roña y puede requerir aspersiones de fungicidas (McEachern and Stein, 1997).

Figura 14. Variedad Sioux.



Fuente: Popular Texas Pecan Varieties to Plant, 2019.

Tejas

Es una nuez de tamaño mediano la cual se produce en un árbol muy grande, vigoroso. Es altamente susceptible a la roña y sólo se cultiva en el lejano oeste de Texas. Tejas con frecuencia tiene ramas estrechas “V” que requieren podarse (McEachern and Stein, 1997).

Figura 15. Variedad Tejas.



Fuente: Pecan cultivars, 2019.

Western Schley

Es el árbol más popular y preferido por los productores en el estado de Coahuila y otras regiones del norte del país de México, así como la variedad de nuez comercial estándar del oeste de Texas (Thompson and Fountain, 1985; McEachern and Stein, 1997)

Es una selección nativa de gran adaptación a las zonas desérticas semidesérticas (Thompson and Fountain, 1985).

Muestra cierta tolerancia a las deficiencias de zinc, sin embargo necesita aplicaciones de este elemento menor para un buen desarrollo. Regularmente precoz en la maduración del fruto (Thompson and Fountain, 1985).

Necesita de la presencia de la variedad Wichita para una buena polinización. Árboles vigorosos con buena ramificación con buen ángulo de apertura (Thompson and Fountain, 1985).

El árbol es fuerte y soporta el calor y la sequía mejor que cualquier otra variedad. La variedad Western es una nuez de tamaño mediano que madura en la temporada media o tardía. Sin embargo, puede tener problemas de adherencia si una helada extremadamente temprana daña los ruznos las nueces antes de que estén completamente abiertas. El manejo del agua, zinc y nitrógeno en western tiende a ser más fácil que el de cualquier otra variedad. El árbol es muy atractivo y puede producir grandes rendimientos a una edad temprana (McEachern and Stein, 1997).

Figura 16. Variedad Western.



Fuente: Popular Texas Pecan Varieties to Plant, 2019.

Wichita

Variedad también de buena adaptación a las zonas desérticas y semidesérticas, susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas: no se recomienda para regiones húmedas (Thompson and Fountain, 1985).

La liberación del polen coincide en gran parte con la receptibilidad de las flores hembras de la variedad Western Schley (Thompson and Fountain, 1985; McEachern and Stein, 1997).

Extremadamente precoz, buen follaje de color verde oscuro, hojas grandes y buena producción de nueces atractivas de gran calidad. Los ángulos de las ramas son cerrados por lo que es necesaria una buena poda para proporcionar una apropiada estructura del árbol para evitar desgajamientos de la rama. Ruezno grueso que es atractivo para el gusano barrenador del ruezno (Thompson and Fountain, 1985; McEachern and Stein, 1997).

Es la nuez comercial más productiva y de mayor calidad jamás desarrollada. Desafortunadamente requiere suelo ideal, espacio, clima y manejo. El árbol es extremadamente vigoroso y hermoso cuando se maneja adecuadamente; sin

embargo, si no es manejado, puede ser susceptible a heladas, follaje pobre y totalmente poco atractivo (McEachern and Stein, 1997).

Wichita requiere el doble del volumen de agua y aspersiones de zinc que otras variedades, y es un gran consumidor de nitrógeno. En agosto, las nueces de Wichita pueden germinar (viviparidad) debido a la presión interna excesiva del agua. Wichita tiene el más bajo requerimiento de horas frío de todas las variedades cultivadas, que causan daños por heladas en el invierno, daños por heladas de primavera a partir de brotes de apertura temprana y daños en el tronco por cosecha mecánica temprana en el otoño (McEachern and Stein, 1997).

La nuez es de tamaño mediano, tiene un excelente color de almendra durante la cosecha y tiene el porcentaje más alto de almendra de todas las principales variedades cultivadas (McEachern and Stein, 1997).

Figura 17. Variedad Wichita.



Fuente: Pecan cultivars, 2019.

Principales plagas del nogal pecanero

Aunque el nogal pecanero es atacado en el fruto y en el follaje por más de 39 especies diferentes de insectos, nos referimos en este trabajo únicamente a las

principales plagas que ocurren en las diferentes regiones nogaleras (Knuston y Ree, 1997; Jonson, 1997).

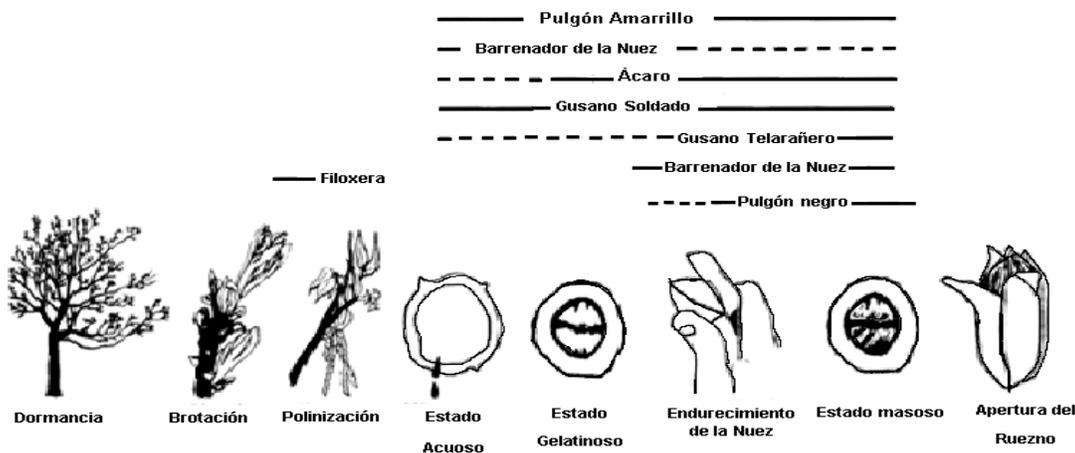
En las huertas nogaleras se pierde más del 40% de la cosecha debido al daño de las plagas sobre todo el gusano barrenador de la nuez y los pulgones. En el caso de los pulgones no solamente reducen la calidad de la nuez, ya que junto con la presencia de minadores y enfermedades del follaje causan una defoliación prematura y al siguiente año la cosecha se reduce notablemente, ocasionando lo que se conoce con el nombre de producción alterna (Tenorio, 2005).

Cuadro 5. Importancia de las plagas y su organismo agente causal.

Importancia	Plagas	Organismo causal
Plagas primarias	Gusano barrenador de la nuez.	<i>Acrobasis nuxvorella</i> (Weunzing)
	Gusano barrenador del ruezno.	<i>Cydia caryana</i> (Fitch)
	Pulgón negro	<i>Melanocallis caryaefolial</i> (Davis)
	Pulgón amarillo	<i>Monelliopsis pecanis</i> (Bissell)
	Pulgón amarillo de alas con márgenes negros	<i>Monellia costalis</i> (Fitch)
Plagas secundarias	Gusano barrenador del tronco y ramas.	<i>Euplatypus segnis</i> (Chapuls) <i>Nezara viridula</i> (Linnaeus), <i>Euschistus servus</i> (Say), <i>Leptoglossus phyllopus</i> (Linnaeus) y <i>Chlorochroa ligata</i> (Say)
	Chinche apestosa.	
	Gusano telarañero.	<i>Hyphantria cunea</i> (Drury)
	Minador serpentina	<i>Stigmella juglandifoliella</i> (Clemens)
	Minador de la ampolla	<i>Phyllonorycter caryaefoliella</i> (Clemens).
	Salivazo	<i>Clastoptera achatina</i> (German)

Fuentes: Tenorio, 2005; Aguilar, J. H. 2007.

Figura 18. Presencia de las plagas del nogal pecanero de acuerdo a su fenología.



Fuente: Johnson, 2015.

Principales enfermedades fungosas del nogal pecanero

El reino vegetal podemos considerar la enfermedad como **“una alteración de las funciones normales de una planta”**, alteración que se refleja en el desarrollo y fructificación de la misma (Agris, 1986).

Las enfermedades pueden ser ocasionadas por: (Agris, 1986).

1. Condiciones ecológicas.
2. Microorganismos o patógeno.
3. Desequilibrios nutricionales.

En lo referente a este apartado mencionaremos únicamente las enfermedades más prevalentes y que se pueden presentar (Agris, 1986).

En la mayoría de los casos las principales enfermedades que atacan al nogal aparecen en la forma grave y su daño severo cuando se reúnen las tres condiciones principales para que aparezca una epifitía; es decir para este caso es necesaria la

presencia del organismo que causa la enfermedad. Segundo la presencia de la hospedera o la planta que es susceptible al ataque del patógeno. Tercero, las condiciones ecológicas necesarias para que prospere la enfermedad. En el caso de la mayoría de las enfermedades fungosas que causan daño en este frutal para que prosperen es necesario cierto grado de humedad relativa (Herrera, 2003).

En unas regiones nogaleras estas enfermedades están presentes pero su daño es limitado precisamente porque no existen las condiciones ideales para su desarrollo óptimo (Johnson, 1997).

Bajo condiciones de un tiempo lluvioso prolongado cuando la humedad atmosférica es alta, los organismos le causan enfermedades se reproducen rápidamente y ocasionan la caída de las hojas y de las nueces (Johnson, 1997).

Los nogales deben ser protegidos del ataque de las enfermedades que afectan su producción y las personas que se dedican a este cultivo deben estar familiarizadas con la naturaleza de las enfermedades, así como ciertas prácticas culturales a reducir el daño (Johnson, 1997).

Cuadro 6. Enfermedades fungosas más prevalentes y su microorganismo o patógeno causal.

Enfermedad	Microorganismo o patógeno causal
Producción de la raíz del nogal	Phymatotrichopsis omnivora (Duggar) Hennebert.
Roña	<i>Cladosporium caryigenum</i>
Tizón de pedúnculo.	<i>Botryosphaeria ribis</i>
Mildéu polvoriento.	<i>Microsphaera alni</i>
Fumagina.	<i>Monelliopsis pecanis</i> (Bissell)
Mancha vellosa.	<i>Mycosphaerella caryigena</i>
Mancha café de la hoja	<i>Cercospora fusca</i> (Helad and Wolf)
Mancha de la vena	<i>Gnomonia nerviseda</i>

Fuente: Tenorio, 2005.

Criterios de fertilización

El nogal necesita de nutrimentos que obtiene del suelo, agua y atmosfera de manera natural, otros se complementan por medio de aplicaciones vía foliar, al suelo o en el agua (Tenorio, 2005).

La manera más efectiva de determinar los nutrimentos es mediante los siguientes diagnósticos (Tenorio, 2005):

- ✓ Análisis de suelo.
- ✓ Análisis foliar.
- ✓ Análisis de agua.
- ✓ Edad del árbol y diámetro del tronco.
- ✓ Tamaño de las hojas.
- ✓ Color de follaje.
- ✓ Numero de hojas por racimo de nuez.
- ✓ Cosecha del anterior año.

Cuadro 7. Fertilización en nogal en función del diámetro del tronco (60 cm. de altura).

Diámetro del tronco (cm)	Gramos de N (i.a)/árbol	Edad (años)
<25	100	2 - 4
2.5-5.0	200	4 - 6
5.0-7.5	300	6 - 8
7.5-10.0	450	8 - 10
10.0-12.5	600	10 - 12
12.5-25.0	1500	12 - 25
>25.0	4000	>25

Fuente: McEachern y Stenin, 1997; Lagarda, 2018.

Cuadro 8. Fertilización del nogal en función de los crecimientos vegetativos.

Edad del árbol	Crecimientos óptimos(cms.)
Árboles jóvenes	60 – 100
Árbol en producción	40 – 60

Fuente: Lagarda 2018.

Elementos nutricionales del nogal pecanero

En el nogal pecanero existen elementos esenciales que la deficiencia de estos impide completar el ciclo vegetativo del árbol y no llevar a cabo las funciones vitales de las plantas (Tenorio, 2005).

Cuadro 9. Elementos esenciales y concentraciones óptimas en el nogal pecanero.

Elementos	Región		
	Texas	Nuevo México	Comarca Lagunera
N	2.5 - 3.0%	2.5 - 4.0%	2.5 - 4.0 %
P	0.12 - 0.2%	0.15 - 0.30%	0.08 - 0.2%
K	0.9 - 1.2%	0.75 - 1.25%	0.8 - 2.0%
Ca	0.9 - 1.8%	0.7 - 3.0%	0.7 - 2.0%
Mg	0.3 - 0.7%	0.3 - 0.6%	0.3 - 0.6%
Na	0.10 - 0.15%		0.10 - 0.15%
Fe	50 - 650 ppm	50 - 300 ppm	50 - 300 ppm
Mn	100 - 600 ppm	40 - 300 ppm	50 - 400 ppm
B	50 - 200 ppm	20 - 45 ppm	20 -45 ppm
Cu	8 - 30 ppm	10 - 30 ppm	10 - 30 ppm
Zn	60 - 100 ppm	80 - 500 ppm	30 - 600 ppm
S	0.10 - 0.15 ppm	0.20 - 2.5 ppm	0.15 - 0.25 ppm
Cl			500 ppm
Mo			0.5 - 2.5 ppm

Fuente: Tenorio, 2005.

Prácticas de agricultura convencionales

La agricultura convencional se basa en dos objetivos: la maximización de la producción y de las ganancias. Para alcanzar estos objetivos se han desarrollado prácticas que no consideran las poco entendidas consecuencias a largo plazo ni la dinámica ecológica de los agroecosistemas. Las seis prácticas básicas que constituyen la columna vertebral de la agricultura moderna son: labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control químico de plagas y manipulación genética de los cultivos. Cada una de ellas es usada por su contribución individual a la productividad, pero como un conjunto de prácticas forman un sistema en el cual cada una depende de la otra reforzando la necesidad, e usar todas las prácticas (Gliessman, 2002).

Las prácticas antes mencionadas también forman parte de una estructura que tiene su propia lógica. La producción de alimentos se lleva a cabo como un proceso industrial en el que las plantas asumen el papel de minifábricas, su producto se maximiza por el uso de insumos, la eficiencia de la productividad se incrementa mediante la manipulación de sus genes y, el suelo se convierte simplemente en el medio en el cual las raíces crecen (Gliessman, 2002).

Surgimiento y origen

La historia de las sociedades está íntimamente relacionada con el desarrollo de la agricultura; no podemos separar el hecho de que las primeras civilizaciones tuvieron cercanía con grandes ríos y lagos y que eso marcó el paso de la recolección de frutos y semillas a las prácticas agrícolas. Egipto, Mesopotamia, China y México son claros ejemplos de que el esplendor cultural, social y económico de sus grupos humanos se debió en gran medida a su éxito en la domesticación, producción y comercialización de alimentos (Robledo, 2012).

Evidencias muy recientes indican que hace entre 11,000 y 11,500 años, el suroeste asiático fue la primera región del mundo en la que se empezaron a cultivar cereales silvestres, en cinco áreas Irán, Irak, Turquía, Siria, Líbano y Chipre de manera independiente y casi al mismo tiempo. De allí proviene mucho del conocimiento actual de las plantas, de la tierra, de la lluvia, del arado y por supuesto del comercio (Robledo, 2012).

Figura 19. El suroeste asiático, la región donde surgió la agricultura y donde se originaron los primeros cultivos.



Fuente: Robledo, 2012.

Gran cantidad de muestras bioarqueológicas permitieron a los científicos establecer que las montañas Zagros, en Irán, son el origen y el punto de dispersión de los principales cultivos modernos; allí se encontraron las especies silvestres progenitoras de la cebada, del trigo, de las lentejas y de los chícharos (Robledo, 2012).

Programa de manejo de huertas nogaleras con prácticas convencionales

Huerta “San Antonio de Gurza”

La huerta se localiza en el municipio de San Pedro de las Colonias Coahuila, entre las coordenadas 25° 47' 55" de Latitud Norte y 103° 04' 74" de Longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1103 metros, establecida en una superficie de 150 hectáreas (Sánchez, 2019).

Figura 20. Localización geográfica de la huerta “San Antonio de Gurza” en San Pedro de las colonias, Coah.



Existen tres diferentes sistemas de diseño de plantación de los árboles. “Marco real” plantando los árboles a una distancia de 7.5X7.5, 10X10 y 15X15 metros, con una densidad de población de 177, 100 y 44 árboles por hectárea respectivamente. Actualmente la edad de los nogales es de 15 y 50 años, los más jóvenes y los más avejentados respectivamente con variedades “Western Schley”, “Wichita”, “Mahan”, “Desirable”, “Succes”, “Cheyenne”, “San Antonio”, “Pawnee”,

“Tejas”, “Comanche”, “Choctaw”, “Fructosa”, “Barton”, “Sioux” entre otras y regados por inundación (Sánchez, 2019).

Figura 21. Diseño de plantación “Cuadrado o Marco Real” San Antonio de Gurza.



La huerta actualmente está manejada convencionalmente desde su plantación. (Sánchez, 2019).

Programa de manejo de la huerta

El calendario de las actividades programadas en esta huerta incluye las siguientes prácticas agrícolas convencionales (Sánchez, 2019):

Febrero

Se realiza una poda de rejuvenecimiento.

Marzo

Se aplica al riego UAN32.

Mayo

Se aplica el segundo riego con UAN32. se hace una aplicación al follaje con una solución que contiene singular para control del barrenador de la nuez, se hace una mezcla de Toretto Y Warton para el control de pulgones.

Junio

Se hace el tercero y el cuarto riego aplicando el siguiente producto UAN32, se aplica una fertilización foliar con los siguientes productos NZN, Micro perfect, Ácido nítrico, Adherente.

Julio

Se aplica una fertilización foliar con los siguientes productos NZN, Micro perfect, Ácido nítrico, Adherente.

Agosto

Se hace un riego

Octubre

Se aplica cipermetrina para el control del barrenador del ruezno.

Descripción de los productos

De los productos que se aplican en la huerta se describen su ingrediente activo o contenido de cada uno.

UAN32

Es un fertilizante líquido que contiene nitrógeno al 32% en tres diferentes estados: uréico (Nitrógeno Ureico 16%), amoniacal (Nitrógeno Amoniacal 8%) y nítrico (Nitrógeno Nítrico 8%) (Ficha técnica UAN32, 2018).

Arcadian NZN

Es un fertilizante foliar con nitrógeno y zinc. El ingrediente activo es nitrógeno al 15.0% y zinc 5.0 % (Ficha técnica Arcadian NZN, 2019).

Bricil

Es un fertilizante de alta eficiencia, que incluye una mezcla óptima de aminoácidos especialmente (4.5%), anhídrido fosfórico (6.0%), óxido de potasio (4.0%), y materia orgánica (13.5%) (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2016).

Micro perfect

Fertilizante líquido para aplicación al suelo con alto contenido de nutrientes secundarios y micro nutrientes los cuales son: (Mg), (Ca), (S), (Fe), (Mn), (Cu), (Co),(Mo), (Zn) y (B) (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2016).

Singular

Es un insecticida sistémico con actividad translaminar de acción de contacto y estomacal el Ingrediente activo: Imidacloprid (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2016).

Toretto

Es un "insecticida que pertenece a una familia química nueva llamada Sulfoximinas que actúa de forma sistémica y translaminar. El ingrediente activo es el Sulfoxaflor (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2016).

Warton

Es un insecticida sistémico y residual mezcla de imidacloprid (18.8%) con lambda cyaotrina (13.6%) (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2016).

Cytrin 200

Es un insecticida a base de piretroide. El ingrediente activo es la cipermetrina al 21.42% (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2016).

En esta huerta se práctica la poda de producción y poda selectiva de ramas (Sánchez, 2019).

La poda de producción se realiza en los árboles donde existen problemas de sombreo disminuyendo la producción y calidad de nuez y un aumento en la alternancia. Para incrementar la penetración de la luz y reactivar la producción de estos árboles, se sugiere la poda de aclareo de ramas en forma selectiva. Resultados de investigación indican que el eliminar una o dos ramas de 15 años de edad causan una reducción en el volumen de la copa del 20 o 30%, esta disminución se refleja en la producción; la cual es menor en aproximadamente el mismo porcentaje (Lombardini, 2006; Worley and Mullinix, 1997; Worley *et al.*, 1996; Worley, 1991).

Con esta poda se incrementa la entrada de luz en el interior de la copa, se induce el desarrollo de brotes sobre las ramas permanentes, y se reduce el tamaño

árboles. En huertas adultas, esta poda tiene por objetivo renovar la copa de los árboles en un periodo de 5 años aproximadamente. Con esto se evita tener una disminución repentina en el rendimiento, por eliminación excesiva de madera. La poda mecánica de despunte induce la producción de brotes cercanos al corte, cuyo vigor depende del diámetro de corte. Esta práctica induce la formación de follaje denso en la periferia del árbol, provocando un sombreo notable en el interior de la copa algunos años después de efectuarla. Ambos tipos de poda, inducen fructificación en los brotes sobre la madera de 3 o 4 años de edad. Aunque el tiempo transcurrido entre esta actividad y la fructificación de la nueva madera producida, dependerá de la severidad de los cortes realizados. Con la poda es posible disminuir la alternancia, según lo demuestran los valores de variación en la producción. Para tener éxito en la disminución de la irregularidad productiva a través de los años y mantener o recuperar la calidad de la nuez, es necesario podar en el momento oportuno de la edad de la huerta. Realizarla a mediano o largo plazo (Lombardini, 2006; Worley and Mullinix, 1997; Worley *et al.*, 1996; Worley, 1991).

Para la poda selectiva de ramas en el nogal, cada año se elimina aquella que ocupe del 15 al 20% del volumen de la copa del árbol, con el propósito de reducir la densidad de la copa en una producción de 30% en el periodo de 3 años. Con esto se incrementa la entrada y disponibilidad de la luz dentro del árbol y entre árboles (Lombardini, 2006; Worley and Mullinix, 1997; Worley *et al.*, 1996; Worley, 1991).

La rama que se seleccione para eliminarse, que sea la que más sombreo ocasiona, o sea la más alta y céntrica. Así se provoca una ventana en el centro de la copa del árbol. El corte se hace a una altura de 5 o más metros dependiendo del tamaño del árbol (Lombardini, 2006; Worley and Mullinix, 1997; Worley *et al.*, 1996; Worley, 1991).

Uso y control de los productos

Cuadro 10. Productos, uso y control de los productos con prácticas Convencionales.

Producto	Uso	Control
UAN 32	Fertilizante liquido	Corrige deficiencias de N en los cultivos
Arcadia NZN	Fertilizante foliar	Corrige deficiencias de Zn
Bricil	Fertilizante foliar	Corrige deficiencias de K y P
Micro perfect	Fertilizante	Corrige severas deficiencias de Fe, Zn, S y Mg.
Singular	Insecticida	Áfidos
Toretto		
Warton	Insecticida	Áfidos y gusano soldado
Cytrin 200	Insecticida y/o acaricida	Gusano perforador de la hoja, gusano barrenador del ruezno y chinche apestosa

Fuente: diccionario de especialidades agroquímicas 2016; ficha técnica de arcadian NZN 2019; ficha técnica UAN32 2019.

Cuadro 11. Costos de producción con BMF (Ha.).

Conceptos	Desglose mensual de los costos (\$)												Totales
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Preparación del terreno	586	0	0	0	0	0	0	0	0	318	0	0	904
Fertilización	0	2267	0	200	3767	6092	500	0	0	0	0	0	12826
Labores culturales	0	0	170	450	450	170	450	450	450	0	0	4500	7090
Riego	1099	1099	1099	1099	1099	1099	1099	1099	1099	1099	863	863	12716
Control de plagas, malezas y enfermedades	0	0	0	0	0	975	420	335	0	0	0	0	1730
Cosecha, selección y empaque	0	0	0	0	0	0	0	450	0	12000	0	0	12450
Diversos	0	0	0	2500	0	0	2000	0	0	0	0	0	4500
Totales	1685	3366	1269	4249	5316	8336	4469	2334	1549	13417	863	5363	52216

Fuente: FIRA, 2017.

Agroecología

Historia de la agroecología

Durante el siglo XX, las dos ciencias que componen la agroecología: Agronomía y la ecología, han tenido una relación distanciada. Por un lado, la ecología se ha enfocado principalmente en el estudio de los sistemas naturales, mientras que la agronomía ha aplicado los resultados de investigaciones científicas a la agricultura. Los límites establecidos por cada una de estas ciencias, una considerada como teórica y la otra como práctica, las ha mantenido relativamente separadas. Con algunas excepciones importantes, el análisis ecológico de los sistemas agrícolas es muy reciente (Gliessman, 2002).

A fines de los años 20 hubo un intento de combinar agronomía con ecología, dando origen al campo de "ecología de cultivos". Los científicos de esta disciplina se enfocaron al estudio de las condiciones físico-ambientales donde crecían los cultivos para determinar los mejores sitios de cultivo. En los años 30, se propuso el término agroecología para indicar la aplicación de ecología a la agricultura. Sin embargo, debido a que la ecología se desarrolló más como una ciencia experimental enfocada a sistemas naturales, los ecólogos se alejaron de la Ecología de Cultivos, dejándolo a los agrónomos. Así, el término "agroecología" aparentemente se olvidó (Gliessman, 2002).

Después de la segunda Guerra Mundial, la ecología continua su desarrollo como una ciencia pura y el éxito de la Agronomía se midió en sus resultados prácticos, debido en parte a la creciente mecanización y use de agroquímicos. De este modo, los investigadores de estas disciplinas se fueron alejando poco a poco entre sí (Gliessman, 2002).

A finales de los años 50, la consolidación del concepto de "ecosistema" atrajo nuevamente el interés en la Ecología de Cultivos, esta vez bajo la forma de "Ecología agrícola". El concepto de ecosistema propicio, por primera vez, un marco

de referencia lo bastante coherente y general para examinar a la agricultura bajo una perspectiva ecológica. Sin embargo, fueron pocos los investigadores que lo aprovecharon (Gliessman, 2002).

En los años 60 y 70, el interés en la aplicación de la ecología a la agricultura se intensificó debido a la investigación en las áreas de: ecología de comunidades y poblaciones, enfoques a nivel de sistemas y el aumento en la conciencia ambiental por parte de la población. Un hecho importante a nivel mundial ocurrió en 1974 cuando en el Primer Congreso Internacional de Ecología un grupo de participantes presentó un informe titulado "Análisis de Agroecosistemas" (Gliessman, 2002).

A medida que más ecólogos en los años 70 entendieron que los sistemas agrícolas eran legítimas áreas de estudio y que más agrónomos aceptaron el valor del enfoque ecológico, las bases de la agroecología crecieron rápidamente. A inicios de los años 80 la agroecología emergió como una disciplina distinta y única para el estudio de agroecosistemas. El conocimiento y entendimiento de la agricultura tradicional en países en desarrollo tuvo una influencia particular en este periodo. Varios investigadores reconocieron a estos sistemas como verdaderos ejemplos de agroecosistemas manejados con bases ecológicas (ej. Gliessman 1987a, Gliessman et al. 1982).

A medida que la agroecología se desarrollaba y su influencia crecía, esta disciplina contribuyó al desarrollo del concepto de sostenibilidad en la agricultura. Por un lado, la idea de sostenibilidad fue como un objetivo que sirvió a la agroecología para definir y enfocar proyectos de investigación; y por otro lado, el enfoque agroecológico a nivel de sistema y las evidencias de su equilibrio dinámico retroalimentaron teóricamente y conceptualmente el concepto de sostenibilidad. En un simposio llevado a cabo en 1984, varios autores establecieron las bases ecológicas del concepto de sostenibilidad (Douglass 1984); esta publicación jugó un papel muy importante en la consolidación de la relación entre la investigación agroecológica y la labor de promover la agricultura sostenible (Gliessman, 2002).

Hoy, la agroecología continúa creciendo y unificando disciplinas. Por un lado, la esta representa el estudio de los procesos ecológicos en los agroecosistemas; y por otro lado actúa como un agente de cambio que busca la transformación social y ecológica que debe ocurrir para que la agricultura se desarrolle realmente sobre bases sostenibles (Gliessman, 2002).

Definiciones

El término agroecología ha llegado a significar muchas cosas. Definida a grosso modo, la agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción. A esto podría llamarse el uso normativo o prescriptivo del término agroecología, porque implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá de los límites del predio agrícola de acuerdo a Norgaard (1983) citado por Altieri la Agroecología tiene una base filosófica diferente a la de las ciencias agrícolas convencionales. La Agroecología es holística mientras que las ciencias convencionales son atomistas (Restrepo, *et al*, 2000).

El término agroecología ha llegado a significar muchas cosas, definidas a grosso modo, la agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción. A esto podría llamarse el uso «normativo» o «prescriptivo» del término agroecología porque implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá de los límites del predio agrícola. En un sentido más restringido, la agroecología se refiere al estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como relaciones depredador/presa, o competencia de cultivo/maleza (Hecht, 1999).

La Agroecología se define como la aplicación de conceptos y principios ecológicos en el diseño y gestión de agroecosistemas sostenibles. La Agroecología aprovecha los procesos naturales de las interacciones que se producen en la finca con el fin de reducir el uso de insumos externos y mejorar la eficiencia biológica de los sistemas de cultivo. Esto se logra mediante la ampliación de la biodiversidad funcional de los agroecosistemas, condición esencial para el mantenimiento de los procesos inmunes, metabólicos y reguladores en el funcionamiento del agroecosistema (Nicholls, 2014).

La agroecología va más allá de un punto de vista unidimensional de los agroecosistemas (su genética, edafología y otros) para abrazar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de coevolución, estructura y función. En lugar de centrar su atención en algún componente particular del agroecosistema, la agroecología enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos (Vandermeer, 1995).

La agroecología es una propuesta que une los conocimientos tradicionales de agricultores, campesinos e indígenas de todo el mundo con las aportaciones del conocimiento científico moderno, para proponer formas sostenibles de gestión de los recursos naturales. Por un lado, la agroecología propone formas de desarrollo rural sostenible basadas en el conocimiento tradicional, el fortalecimiento de las redes sociales y económicas locales (no sólo agrarias), los mercados locales y un manejo integrado de agricultura, ganadería y silvicultura. Por otro lado, desarrolla técnicas de manejo agrario basadas en la recuperación de la fertilidad de los suelos; el policultivo y las variedades y razas agrarias locales; y en general en un diseño de las fincas basado en la mayor diversidad posible de usos y en la eficiencia en el uso de los recursos locales. La agroecología incorpora a la agricultura ecológica pero va más allá, integrando aspectos sociales como formas de comercialización justas para consumidores y productores, y aspectos ecológicos como el manejo de la biodiversidad (López y Llorente, 2010).

Prácticas agroecológicas

Surgimiento y origen

El término “Prácticas agroecológicas” surgió en la década de 1980 dentro del desarrollo de la agroecología. Prácticas como la fertilización de cultivos orgánicos, rotación de cultivos o control biológico de plagas son prácticas agrícolas bien conocidas que se han utilizado ampliamente durante mucho tiempo. Sin embargo, durante las últimas dos décadas, se han descrito cada vez más como prácticas agroecológicas (Wezel, *et al*, 2014).

Las prácticas agroecológicas se originan a raíz de uso indiscriminado de productos químicos causando graves problemas a la producción, al medio ambiente y, principalmente, a la forma de vida de las comunidades indígenas campesinas (Díaz y Cruz, 1987).

En regiones donde el uso de agroquímicos despertó gran expectativa en sus inicios por el aumento de rendimientos se pueden observar más suelos erosionados, mayor incidencia de plagas y enfermedades que diezman la calidad de los productos (Díaz y Cruz, 1987).

Definiciones

El concepto de prácticas agroecológicas es muy flexible. Existen numerosos enfoques y definiciones, por lo que solo encontraremos consenso con definiciones muy amplias. Sin embargo, estas estrategias de sistemas de producción obedecen a los grandes principios de la agroecología (Altieri y Nichols, 2000; Alvarado *et al.*, 2008; Gliessman, 2002; Wezel *et al.*, 2014; Fuentes y Marchant, 2016).

De acuerdo a Altieri y Nichols (2000), se basan en el uso de productos naturales y conocimientos locales, posibilitando una producción más sana y con

mayor calidad, en cantidades sostenibles y sin dañar el medio ambiente; además de contribuir a la no dependencia de los agroquímicos. Integra aspectos socioculturales, económicos y medio ambientales y tiende a mejorar la calidad de vida de la población, de los productores y consumidores, que dependemos del campo (Alvarado *et al.*, 2008). Se trata de cultivar y convivir con la tierra y la naturaleza, en lugar de explotarla inconscientemente. (Gliessman, 2002).

Wezel *et al* (2014) las definen como prácticas agrícolas que apuntan a producir cantidades significativas de comida, que valoriza de la mejor manera los procesos ecológicos y los servicios de los ecosistemas al integrarlos como fundamentales elementos en el desarrollo de las prácticas, y no simplemente confiando en técnicas ordinarias, como la química aplicación de fertilizantes y plaguicidas sintéticos o tecnología soluciones, tales como organismos genéticamente modificados.

Fuentes y Marchant (2016) conceptualizan las prácticas agroecológicas como alternativas que contribuyen a la sustentabilidad de los agroecosistemas y el manejo de los recursos naturales en zonas rurales. Asimismo, representan alternativas ante los mecanismos extensionistas convencionales, que son impulsadas por las políticas públicas asociadas con la revolución verde, las cuales resultan observables en gran parte de Latinoamérica.

Clasificaciones de las prácticas agroecológicas

De acuerdo a la literatura, las prácticas agroecológicas se pueden agrupar de acuerdo a la producción sostenible en huertos caseros, optimización de prácticas agroecológicas bajo enfoque de agricultura climáticamente inteligente, producción orgánica en manzana, su uso y manejo en fincas agropecuarias, entre otras (Aguilar, 2016; Arrieta, 2015; Yong *et al.*, 2016).

Las prácticas agroecológicas para la producción sostenible en huertos caseros se evalúan de acuerdo a su efectividad agronómica, factibilidad agronómica, adaptabilidad comunitaria y potencial de contribuir a sistemas climáticamente inteligentes. Estas prácticas agroecológicas incluyeron las vinculadas al suelo (fertilidad de suelos y conservación de suelos) y las vinculadas a cultivos (policultivos, selección y conservación de semillas y rotación de cultivos) (Arrieta, 2015).

La optimización de prácticas agroecológicas bajo enfoque de agricultura climáticamente inteligente en huertos caseros es otra manera de agrupar las prácticas agroecológicas. Esta investigación menciona prácticas agroecológicas practicadas en huertos caseros como el bocashi, microorganismos eficientes, biofertilizantes, lombricompost, compost a base de residuos sólidos, caldo sulfocálcico y rotación de cultivos (Aguilar, 2016).

Los productores de manzana orgánica de California aplican prácticas agroecológicas reguladas tales como cobertura de cultivos, solarización del suelo, incorporación de enmiendas orgánicas derivadas de plantas y animales y mulches orgánicos e industriales (Swezey, 2000)

El uso y manejo de prácticas agroecológicas en fincas agropecuarias incluyen la identificación y caracterización de las prácticas agroecológicas más utilizadas en el sector agropecuario de la comunidad. La forma más frecuente de utilización de prácticas agroecológicas que se disponen en fincas agropecuarias son: producción de abonos orgánicos y utilización de humus de lombriz, como una de las prácticas locales más importantes (90%). Otras de las Prácticas utilizadas en estas fincas, pero en menos proporción, son las de combinación de especies maderables con cultivos agrícolas (70%) y la rotación de cultivos (30%) (Yong *et al.*, 2016).

Sin embargo, todavía hace falta especificar las características que las identifican como prácticas agroecológicas. ¿Cuáles son sus ventajas y limitaciones, y qué potencial tienen en el futuro? Por ejemplo, la agroforestería en los países en desarrollo, con la integración de los árboles en las tierras de cultivo, no es beneficiosa pero cuándo los rendimientos de los cultivos están disminuyendo considerablemente debido a la pérdida de tierras de cultivo o la competencia por la luz, los nutrientes y el agua con los árboles, lo que genera un riesgo para los pequeños agricultores para la supervivencia familiar. Además, ¿cuáles son las prácticas desarrolladas más recientemente que podrían ser prometedoras para desarrollar una producción agrícola más sostenible y podrían considerarse prácticas agroecológicas innovadoras? Una práctica innovadora puede ser algo completamente nuevo, pero también una práctica basada en principios antiguos o técnicas que han sido poco estudiadas y que se han adaptado recientemente, creando así una novedad para mejorar. Los orígenes de las prácticas innovadoras pueden ser bastante diferentes. Pueden ser algo nuevo (descubierto accidentalmente), algo intencionalmente buscado a través de la experimentación (como diferentes prácticas potenciales), o pueden ser el resultado de un cambio radical en el pensamiento o enfoque para establecer un nuevo sistema (por ejemplo, agricultura biodinámica), creando así innovaciones para la implementación práctica del nuevo sistema (Wezel, *et al*, 2014).

El aumento de eficiencia se refiere a las prácticas que reducen el consumo de insumos (por ejemplo, agua, pesticidas y fertilizantes) y mejoran la productividad de los cultivos. Las prácticas de sustitución se refieren a la sustitución de un insumo o una práctica (por ejemplo, la sustitución de pesticidas químicos por pesticidas naturales). Finalmente, el rediseño se refiere al cambio de todo el cultivo o incluso del sistema de cultivo. Tenga en cuenta que una práctica podría corresponder a una o más categorías de dicho marco (Wezel, *et al*, 2014).

La combinación de conocimientos locales con prácticas agroecológicas en permite obtener beneficios para la producción a corto plazo y para la sostenibilidad

a largo plazo. Esta integración de conocimientos y prácticas representa la única ruta viable y sólida para incrementar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción (Arrieta, 2015).

En términos generales las ventajas de las prácticas agroecológicas se pueden mencionar las siguientes (Aguilar, 2016):

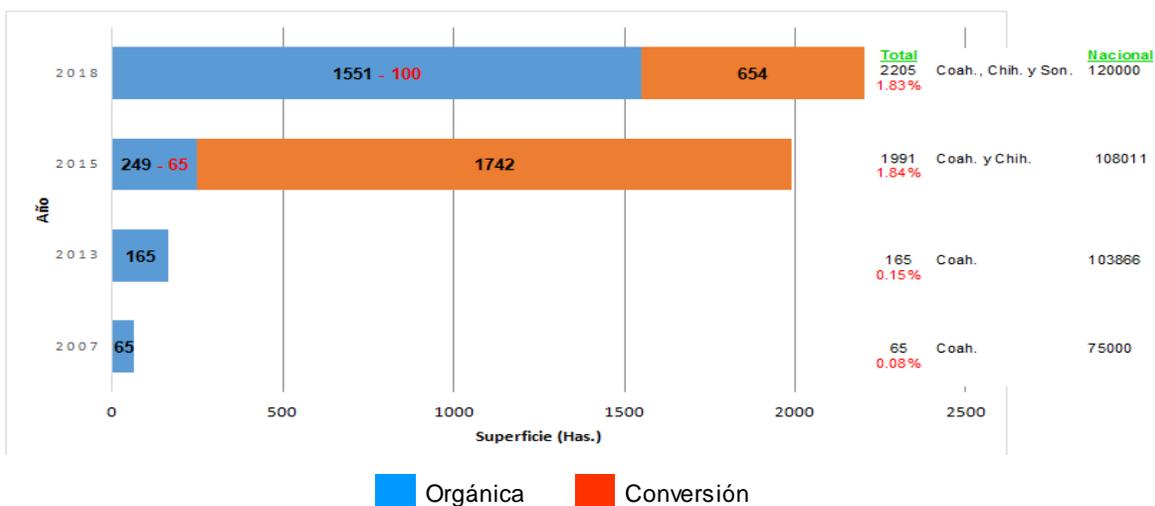
1. Reduce la contaminación
2. Incrementa la calidad de los cultivos
3. Disminuye los costos en la producción
4. Mejora la seguridad alimentaria de las familias
5. Promueve el uso de materiales locales

Perspectivas para el manejo orgánico del nogal pecanero en México

A diferencia de los otros sectores agropecuarios del país el sector orgánico ha crecido dinámicamente, a pesar de la crisis económica. La superficie orgánica alcanza entre 1996 y 2008 un crecimiento anual superior al 3%, hasta 2007/08 más de 129,000 productores mexicanos estaban cultivando alrededor de 400,000 hectáreas de manera orgánica (Aguilar, 2014).

En el caso de nogal pecanero el desarrollo de la superficie orgánica en México alcanza un crecimiento de 65 hectáreas a 1551 hectáreas de 2007 a 2018, huertas establecidas en los estados de Chihuahua, Coahuila y Sonora (Aguilar, 2018).

Figura 22. Desarrollo de la superficie orgánica de nogales en México.



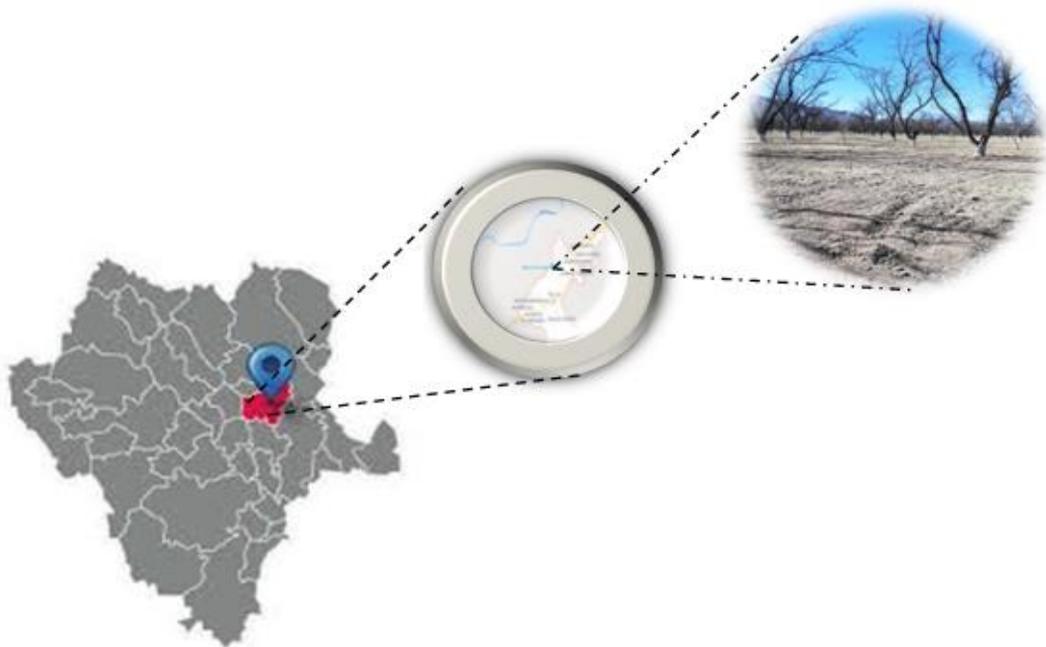
Fuente: Aguilar, 2018.

Programa de manejo de huertas nogaleras con prácticas agroecológicas

Huerta “La Flor”

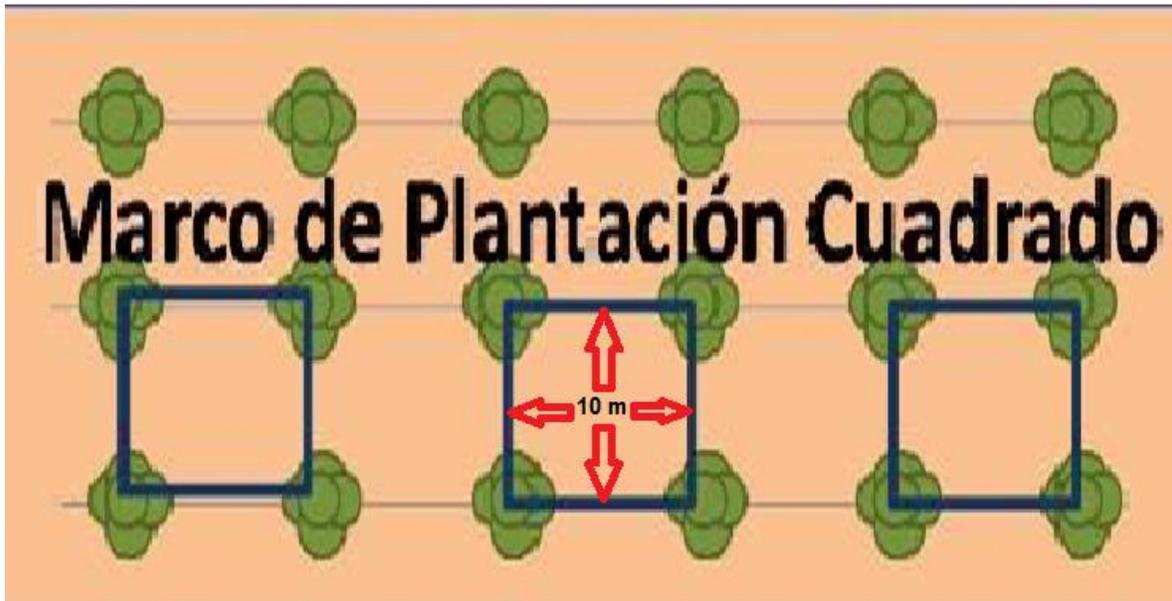
La huerta se localiza en Nazas, Dgo. la cual se encuentra entre las coordenadas 25° 13´ 76” de Latitud Norte y 104° 07´ 54” de Longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1256 metros, establecida en una superficie de 10 hectáreas.

Figura 23. Localización geográfica de la huerta “La Flor” en Nazas, Dgo.



El sistema de diseño de plantación de los árboles es el de “Marco real” plantando los árboles a una distancia de 10X10 metros con una densidad de población de 100 árboles por hectárea. Actualmente la edad de los nogales es de 30 años con variedades “Western Schley”, “Wichita” y “Mahan” regados por inundación (Morales, 2019).

Figura 24. Diseño de plantación “Cuadrado o Marco Real” “La Flor”



La huerta se estuvo manejando convencionalmente desde su plantación y a partir del año 2010 el nogalero empieza la transición con el manejo de prácticas agroecológicas (Morales, 2019)

Programa de manejo de la huerta

El calendario de las actividades programadas en esta huerta incluye las siguientes prácticas agroecológicas (Morales, 2019):

Febrero

Se aplica al suelo cuatro toneladas de composta al 3% de roca mineralizada por hectárea en el ciclo.

Marzo

Se aplica al riego Trichograma, Bacillus subtilis mas biomil - diazatropic. Se hace una aspersion foliar con Super Magro plus y Bioquel.

Abril

Se hace una aplicación al follaje de Super Magro plus más Bioquel. Así mismo se hace una aplicación foliar de aceite vegetal de neem mas beamet plus.

Mayo

Se hace una aplicación al follaje con Super Magro plus, Bioquel, aceite vegetal de neem compuesto más beamet plus, y diamet plus. Se libera chrysopas y trichogramma en caso de presencia de plagas. Se asperja al follaje con jabón agrícola.

Junio

Se hace una aspersión foliar con Super Magro plus, Bioquel y aceite vegetal de neem compuesto más biamet.

Julio

Se aplica trichograma, Bacillus subtilis y biomil diazatropic en el riego. Además se hace una aplicación al follaje con beamet plus y aceite de neem compuesto.

Agosto

Se aplica al follaje con aceite de neem compuesto y liberación de chrysopas y trichogrammas en caso de presencia de plagas.

Noviembre

Se aplica 2 toneladas de compost al 3% de roca mineralizada por hectárea en el ciclo.

Además el productor maneja la huerta con otras prácticas culturales como lo son: la poda de los árboles, aplicación al follaje de Nitrozinc como fuente de zinc, riegos en melgas y chapoleo para el control de arvenses (Morales, 2019).

Los beneficios desde que la huerta ha sido manejada con prácticas agroecológicas ha disminuido la alternancia en producción, la calidad de la nuez se ha incrementado, hasta obtener el 60.80% en nuez de primera y el 56.0% en nuez de segunda en la almendra, ha aumentado la población natural de insectos benéficos y el costo de producción ha sido menor (Morales, 2019).

Descripción de los productos

De los productos que se aplican en la huerta se describen su ingrediente activo o contenido de cada uno.

Aceite vegetal neem

Contiene una gran variedad de ingredientes activos, destacando la azadirachtina, nimbina, salanina, terpenos y limonoides. Tiene excelente efecto sinérgico al mezclarse con hongos entomopatógenos (*Bacillus thuringensis*) y algunos productos diferentes (gaia, 2014).

Bacillus subtilis

Es una bacteria denominada Phosphate solubilizing (gaia, 2014).

Beamet plus

Es una combinación de tres hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* con *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*). Reforzado con *Bacillus thuringensis* (gaia, 2014).

Biomil – Diazotropic

Contiene bacterias del genero *Azospirillum sp.* y hongos del genero *Penicillium* (gaia, 2014).

Bioquel

Compuesto de NPK y elementos menores, elementos traza, quelatados biológicamente, enriquecido con aminoácidos y algas marinas (gaia, 2014).

Chrysopas

Se les conocen como insectos entomófagos y se consideran insectos benéficos cuando se alimentan de plagas de los cultivos; también se les conoce como enemigos naturales de las plagas. Se clasifican como depredadores, ya que capturan y comen a presas más pequeñas que ellos (Tarango, 1997).

Jabón agrícola

Contiene ácidos grasos, sales potásicas, piretrina natural, tensoactivos, emulsificantes y otros compuestos relacionado (Ficha técnica ULTRASOAP).

Super magro plus

Contiene aminoácidos, algas marinas, ácidos húmicos y fúlvicos, NPK, elementos menores, elementos traza, saponinas esteroidales, y microorganismos benéficos (gaia, 2014).

Trichoderma spp

Hongo antagónico de hongos fitopatógenos. Actúa como insecticida para el control de plagas (gaia, 2014).

Trichogramma spp

Al igual que las chrysopas, se les conocen como insectos entomófagos considerándolos como insectos benéficos o enemigos naturales de las plagas. Se clasifican como parasitoides y son más pequeños que sus presas (hospederos en este caso) y viven y se alimentan dentro o sobre el cuerpo de estas últimas (Ellington *et al.*, 2002; Rojo y Cortés, 1997).

Uso y control de los productos

Cuadro 12. Producto, uso y su control con prácticas agroecológicas.

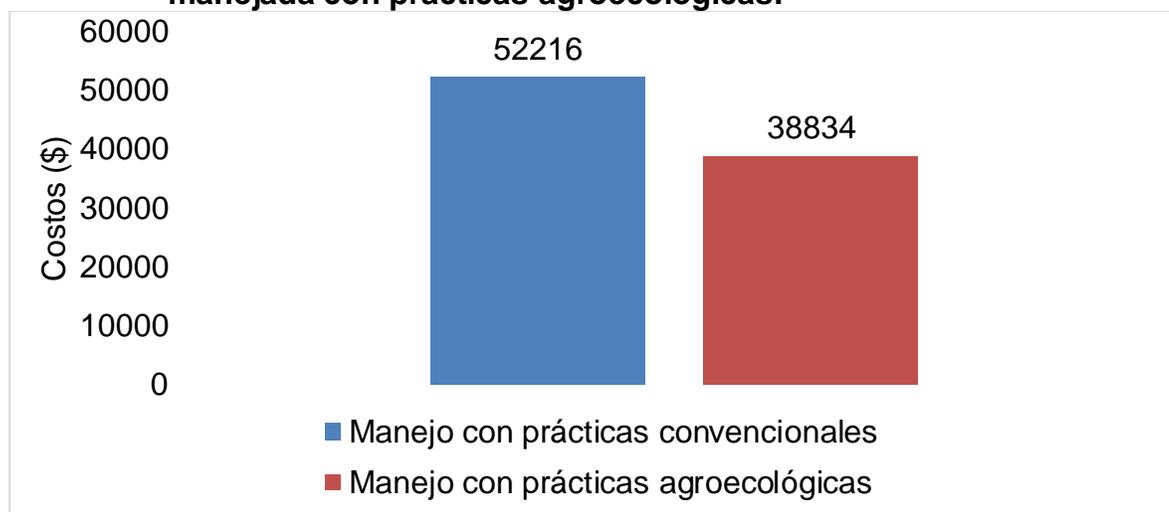
Producto	Uso	Control
Aceite vegetal neem	Bioinsecticida	Barrenadores
<i>Bacillus subtilis</i>	Bactericida, fungicida y promotor de crecimiento	<i>Botrytis cinérea</i>
Beamet plus	Actúa como insecticida.	Salivazo.
Biomil – Diazotropic	Biofertilizante	Fija el nitrógeno del medio ambiente y hacerlo disponible de inmediato para las plantas
Bioquel	Fertilizante complejo líquido	Permite la penetración y movilización, excelente para corregir deficiencias de Fe, Zn, Mg, Mn, B, Cu, etc
Chrysopas	Insecto benéfico	Depredador de pulgones
Jabón agrícola	Bioinsecticida	Actúa como insecticida
Super magro plus	Biofertilizante	Mejorador del suelo, favorece y potencializa el metabolismo vegetal y corrige problemas nutricionales de macro y micronutrientes.
Trichoderma spp	Biofungicida	Phytophthora, Fusarium, Armillaria, Phytium, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Sclerotium, Pseudoperonospora, cubensis
Trichogramma spp	Insecto benéfico	Insecto benéfico que parasita el huevecillo del gusano barrenador del ruzno

Fuentes: Ellington *et al.*, 2002; Ficha técnica ULTRASOAP; gaia, 2014; P.I.F.S.V.C.L., 1999; P.I.F.S.V.C.L., 2003; Shapiro and Bock, 2013.

Cuadro 13. Costos de producción (Ha.).

Conceptos	Desglose mensual de costos (\$)												Totales
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Preparación del terreno	586	0	0	0	0	0	0	0	0	318	0	0	904
Fertilización	2100	4200	710	460	760	460	250	0	0	0	0	0	8940
Labores culturales	0	0	170	450	450	170	450	450	450	0	0	4500	7090
Riego	0	0	0	1400	1400	260	260	260	0	0	0	0	3580
Control de plagas y enfermedades	0	0	500		1150	1340	1500	500	0	0	0	0	4990
Cosecha selección y empaque	0	0	0	0	0	0	0	450	0	12000	0	0	12450
Diversos	880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880
Totales	3566	4200	1380	2310	3760	2230	2460	1660	450	12318	0	4500	38834

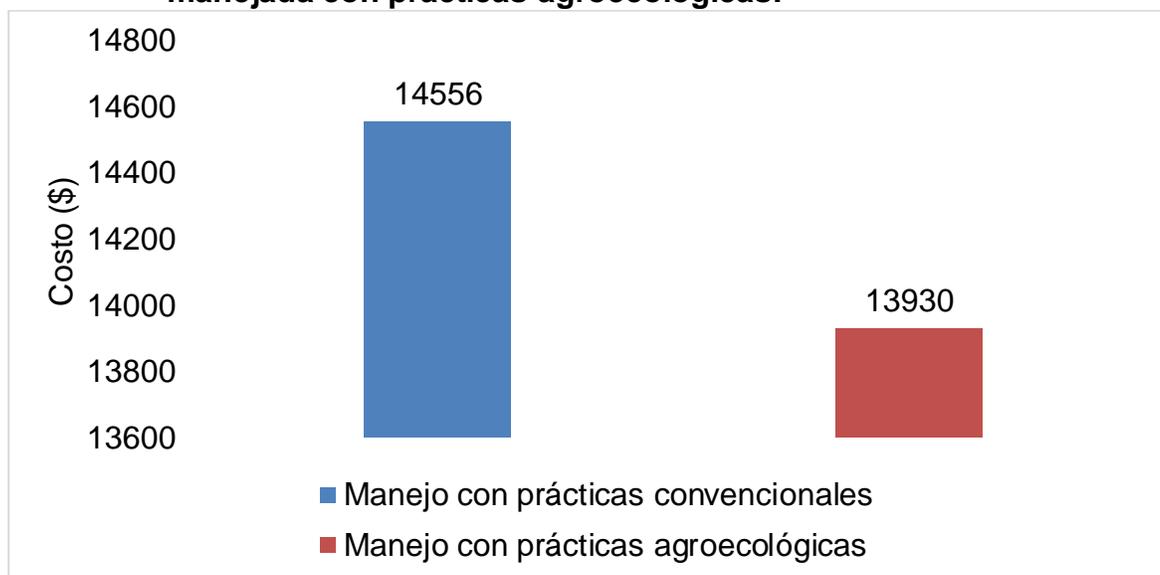
Fuente: Elaboración propias a base de información de bitácoras en las huertas 2019

Figura 25. Comparación de costos de producción por hectárea de una huerta manejada con prácticas convencionales vs huerta manejada con prácticas agroecológicas.

Fuente: Elaboración propias a base de información de bitácoras en las

huertas 2019.

Figura 26. Comparación de costos de insumos por hectárea de una huerta manejada con prácticas convencionales vs huerta manejada con prácticas agroecológicas.



Fuente: Elaboración propias a base de información de bitácoras en las huertas 2019.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro de las ventajas que incluye al utilizar las practicas agroecológicas en los cultivos que menciona la información investigadas en este documento son la reducción de la contaminación, el incremento de la calidad del cultivo, la disminución de los costos de producción, la mejora en la seguridad alimentaria de las familias y la promoción de el uso de materiales locales.

El manejo de huertas nogaleras con practicas agroecológicas se benefician en el aspecto de no contaminar el manto friático y aumentar la población de insectos benéficos. Otra de las ventajas incluye el aumento del porcentaje de almendra y la reducción en el índice de viviparidad y la alternancia.

El objetivo planteado de las prácticas agroecológicas se cumplió ya que mediante la búsqueda de información de varios autores se obtuvo la información que se quería para la elaboración de este trabajo. Sin embargo, es necesario seguir los estudios de dichas prácticas en el cultivo del nogal. Para obtener información más reciente y eficiente sobre las practicas agroecológicas, es recomendable hacer estudios de este cultivo en otras áreas productoras de nuez del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. N. 1986. Fitopatología. Ed. LIMUSA. Mex. Versión en Español Traductor: Manuel Guzmán Ortiz. p: 12.
- Aguilar, J. H. 2007. Pulgón amarillo. Principales plagas del nogal en el Norte de Coahuila p:13-14. Folleto Técnico: No. 14 Agrícola. Inifap Centro de Investigación Regional del Noreste Sitio Experimental Zaragoza.
- Aguilar, J. H. 2007. Chinchas. Principales plagas del nogal en el Norte de Coahuila (14):18-19. Folleto Técnico: No. 14 Agrícola. Inifap Centro de Investigación Regional del Noreste Sitio Experimental Zaragoza.
- Aguilar, J. H. 2018. Desarrollo de la Superficie Orgánica de Nogal en México. Tercer Foro Internacional de Agricultura Orgánica. Universidad Politécnica de Gómez Palacio, Dgo.
- Aguilar, J. H. 2014. Introducción. Manual para el manejo orgánico del nogal pecanero. p:1-3 Editorial Palibro Bloomington, IN.
- Aguilar, J. D. 2016. Prácticas agroecológicas en huertos caseros para la producción sostenible. Optimización de prácticas agroecológicas bajo enfoque de agricultura climáticamente inteligente huertos caseros del Trifinio. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. División de Educación Programa de Posgrado p:11-24.
- Alvarado, C. M., J. A. Colmenero y M. L. Valderrábano. 2008. La erosión hídrica del suelo en un contexto ambiental en el Estado de Tlaxcala, México. En: Ciencia Ergo Sum.(14): 003. UAEM, Toluca, Edo. de México.

- Altieri, M. y C. I. Nichols. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable p:250 PNUMA, 1ª edición. México, D. F.
- Arrieta, S. 2015. Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y seguridad alimentaria en huertos caseros en Nicaragua Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p:11-14. División de Educación Programa de Posgrado.
- Arreola J.G., A. Murrieta y M. C. Medina 2002. Tecnología en producción en nogal pecanero. Noviembre. INIFAP. Matamoros Coah. Mex. p: 39-50.
- Brisson R. F. 1986. Cultivo del Nogal Pecanero. CONAFRUT. México p: 4.
- Calderón, E. 1998. Clasificación de los árboles frutales. En: Fruticultura General Primera Parte. p: 211-212. E.C.A. Universidad Autónoma de Chapingo México, DF.
- Camargo A. 2001. Monografía el Barrenador del Ruezno (*Cydia caryana*) (Fitch) como Plaga Potencial del Nogal. Torreón Coah. Mex. p: 5-7.
- Diccionario de especialidades agroquímicas. 2016. Fertilizante agroquímico. Editorial PLM México S. A. de C. V.
- Díaz, M. A. y A. Cruz. 1987. Etnobotánica y agricultura tradicional. En Nueve mil años de agricultura en México, homenaje a Efraín Hernández Xolocotzi. p:104. Grupo de Estudios Ambientales A. C., Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Duarte E. 2004. Se Inicia la Cosecha de la Nuez Pecanera. El Siglo de Torreón. Sección Agropecuaria 4E.
- Douglass, D. 1984. Agricultural sustainability in a changing world order. Westview press: Boulder. CO.

Ellington, J., E. Herrera and T. Carrillo. 2002. Biological Control of Pecan Nut Casebeare and Aphids in New Mexico Pecans. Guide H – 653. NMSU Cooperative College of Agriculture and Home Economics. Extension Service Publication.

El Siglo de Torreón. 2018. Agro no lo logra crecer en 2017. RESUMEN ECONOMICO Y DE NOTICIAS.COMARCA LAGUNERA.

Ficha técnica UAN 32. 2019. PACIFEX FERTILIZANTES. GAVILON.

Ficha técnica arcadian NZN. 2019. CUPROSA.

Ficha técnica ULTRASOAP. AGRHUSA Agrobiologicos. Fecha de consulta 23/02/2019.Consultado en:

<http://esh30.esoft.com.mx/Sistema/include/Archivos/30/34/Documentos/PD30342011311581811.pdf>

FIRA. 2017. Sistema de costos agrícolas Memoria de cálculo. Nogal pecanero BMF.

Fuentes, N. R. y C. Marchant. 2016. ¿Contribuyen las prácticas agroecológicas a la sustentabilidad de la agricultura familiar de montaña? El caso de Curarrehue, región de la Araucanía, Chile*. Cuadernos de Desarrollo Rural 13(78):37-38.

Johnson, J. D. 1997. Chapter VII. Pests VII: 19, 19-30, 21-22, 23, 23-24, 24-25, 25 y 28. Texas Pecan Handbook. Texas Agricultural Extension Service College Station, Texas.

Johnson, D. 2015. Pecan Insect Pest Management. Arkansas Pecan Growers Association Annual Educational Meeting. Conway, AR. p:4.

- Knuston, A. and B. Ree. 1997. Chapter VII. Pest VII: 5-18, 7, 8-9, 12, 13-14,16. In: Texas Pecan Handbook. Texas Agricultural Extension Service Collage Station, Texas.
- Gaia. 2014. Catálogo de insumos orgánicos. Agro Orgánicos GAIA, S.P.R. de R.L. Cd. Lerdo, Dgo.
- Gliessman, S. 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. p:359. Impresiones LITOLAT, Turrialba, Costa Rica.
- Gliessman, S. R. 1987. Species interactions and community ecology in low external- input agricultura. American journal of alternative agricultura. p: 160-165.
- Gliessman, S. R. 1982. Nitrogen cycling in several tradicional agroecosystems in the humid tropical low lands of southeastern mexico. Plant and soil. p: 105-117
- Hecht, S. 1999. La evolución del pensamiento agroecológico. Capitulo 1. AGROECOLOGÍA Bases científicas para una agricultura sustentable.p:17-18.
- Herrera, T. 2003. Manual de Fitopatología. UAAAN-UL. p :1.
- Herrera, E. 1985. Pecan Varieties for New Mexico. In: Pecan Handbook 400 H-20. New México State University Cooperative Extension Service.
- Herrera, E. 2018. Producción de nuez pecanera a nivel mundial. Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México 49:50-59.
- Herrera, E. 2018. Superficie plantada de nogal pecanero en USA (USDA): en hectáreas. Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México 49:51.

- Herrera, E. 2018. Superficie y producción de nuez pecanera: principales estados productores, rangos y porcentaje del total en 2016. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:52.
- Herrera, E. 2018. Producción y Superficie de Nogal Pecanero en México. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:55.
- Herrera, E. 2018. Plantaciones nuevas en México. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:53.
- Herrera, E. 2018. Superficie plantada y producción de nuez en México (2000 – 2017). *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:55.
- Herrera, E. 2018. Producción de nuez pecanera en México por estado (2015 – 2017) y estimación para 2018. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:56.
- Herrera, E. 2018. Plantaciones establecidas en el sureste de Sudáfrica. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:57.
- Herrera, E. 2018. Plantaciones establecidas en las provincias de Argentina. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:58.
- Herrera, E. 2018. Brasil. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:58.
- Herrera, E. 2018. Australia. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:59.
- Herrera, E. 2018. Otros países. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:59.
- Herrera, E. 2018. Pronostico de producción de nuez pecanera en México. *Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México* 49:57.

- Herrera, E. 2018. Pronostico de producción de nuez pecanera en Sudáfrica. Nogaleros: revista informativa y de interés para el sector nogalero de México 49:57.
- Lagarda A. 2018. Comunicación personal. Mtro de Tiempo Completo. Dpto. Horticultura. UAAAN-UL.
- Lombardini, L. 2006. One-Time Pruning of Pecan Trees Induced Limited and Short- Term Benefits in Canopy Light Penetration, Yield, and Nut Quality. HortScience: a publication of American Society for Horticultural Science 41(6):1469-1473.
- López, D. y M. Llorente. 2010. Agroecología y soberanía alimentaria: dos propuestas transformadoras. La agroecología como encuentro entre agricultura y ecologismo. p:23.
- McEachern G. R. and L. A. Stein. 1997. Chapter III Varieties III: 1-5, 5. In: Texas pecan Handbook. Texas Agricultural Extension Service College Station, Texas.
- Medina, M.C. y P. Cano. 2002. Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Noviembre. INAFAP. Matamoros Coah. Mex. p:1-5.
- Morales, F. 2019. Comunicación personal. Productor de la huerta "La Flor".
- National Clonal Germplasm Repository Pecan Cultivar Collection. 2019. <https://aggie-horticulture.tamu.edu/carya/pecans/peccv96.htm>
- Nicholls, C. I. 2014. Presentación. Agroecología bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. P:7.
- Reid, W. and K. L. Hunt. 2000. Pecan Production in the Northern United States. HortTechnology 10(2): 300. Kansas Agricultural Experiment Station. Kansas State University, Chetopa, KS.

- Tarango, S. H. 1997. Capítulo 6 Depredadores de áfidos del nogal. En: Manejo integrado de plagas del nogal p:114. Doble Hélice ediciones. Chihuahua, Chih. México.
- Tenorio, J. E. 2005. Manejo y mantenimiento del nogal pecanero [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Kosh] en la Comarca Lagunera p:1-63. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL. Torreón, Coah.
- Thompson T. E. and Y. Fountain. 1985. Chapter 2. Description of Pecan Cultivars. p: 11, 26-27, 27-74, 97-100. In: Pecan Cultivars Past and Present. Published by: The Texas Pecan Growers Association, INC. College Station, Texas.
- Pecan cultivars. 2019. <https://cgru.usda.gov/CARYA/PECANS/tejas.htm>
- P.I.F.S.V.C.L., 1999. Chrysopa Insecto Benéfico Depredador de Plagas Insectiles. Torreón, Coah.
- P.I.F.S.V.C.L., 2003. Tricograma Insecto Benéfico Parasito de Diversas Plagas Agrícolas. Torreón, Coah.
- Popular Texas Pecan Varieties to Plant. 2019. <https://royaltypecans.com/blogs/news/popular-texas-pecan-varieties-to-plant>
- Restrepo M., D. I. Angel, M. Prager. 2000. Conceptualización y Desarrollo de la Agroecología. Capítulo 1. P: 6. AGROECOLOGÍA.
- Robledo, A. L. 2012. La historia de la agricultura y los cultivos transgénicos. CIENCIORAMA. P: 1.
- Rojo, F. y D. Cortés. 1997. Capítulo 8 Gusano barrenador del ruezno. En: Manejo integrado de plagas del nogal p:196. Doble Hélice ediciones. Chihuahua, Chih. México.

- Sánchez, C. 2019. Comunicación personal. propietario de la PP "San Antonio de Gurza". Municipio de San Pedro de las Colonias Coahuila.
- Salas, A. 1997. CAPITULO 1 Manejo Integrado de Plagas del Nogal. Editores: L.A. Rodríguez del Bosque y S.H. Tarango Rivero. P:26.
- Salud y medicina. 1988. La Vitamina E Reduce el riesgo de Cáncer de Próstata. Boletín No. 12. Caracas, Venezuela.
- Shapiro. D. and C. Bock. 2013. Pecan Aphids. Organic Methods for Control of Insect Pests and Diseases of Pecan and Peach p:11. USA – ARS – SEFTNRL Bryon, Ga.
- Swezey, S. 2000. Orchard Management. Organic Apple Production Manual. p:5-12 University of California. Agriculture and Natural Resource publication 3403.
- Vandermeer, J. 1995. The ecological basis of alternative agriculture. Annual Review of Ecological Systems. p:224.
- Walzem, R. L. 2005. Efectos de la Nuez Pecanera sobre los Factores de Riesgos Cardiovasculares. Universidad de Texas A&M. Departamento de Endocrinología. Scout and White Memorial Hospital Temple, Tx 76508. College Station, Tx.
- Worley, R. E. 1991. Selective Limb Pruning Intensity Influences Mature Pecan Tree and Nut Characteristics. HortScience: a publication of the American Society for horticultural Science 26(2).
- Worley, R. E., B. G. Mullinix and J. W. Daniel. 1996. Selective lim pruning, tree removal, and paclobutrazol growth retardant for crowding pecan trees. Scientia Horticulturae 67(1):79-85.

- Worley, R. E. and B. Mullinix. 1997. Selective Limb Pruning of Large Pecan Trees Reduces Yield but Improves Nut Size and Tree Characteristics. HortScience: a publication of the American Society for horticultural Science 32(1).
- Wezel, A., M. Casagrande, F. Celette, J. F. Vian, A. Ferrer y J. Peigné. 2014. Definition of agroecological croopping prácticas and analitical framework. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. Agronomy for Sustainable Development 34(1):3.
- Yong A., A. Crespo, B. Benítez, M. I. Pavón y G. R. Almenares. 2016. Uso y manejo de prácticas agroecológicas en fincas de la localidad de San Andrés, Municipio La Palma. Cultivos Tropicales 37(3):15-21. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Ministro de Educación Superior. Cuba.