

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Fenología y Manejo del Suelo para el Cultivo  
de Nogal Pecanero (*Carya illinoensis*)

Por:

**MARCO ANTONIO DUARTE ROSAS**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Fenología y Manejo del Suelo para el Cultivo  
de Nogal Pecanero (*Carya illinoensis*)

Por:

**MARCO ANTONIO DUARTE ROSAS**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

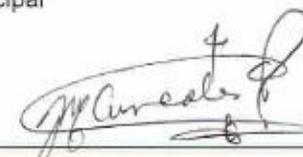
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

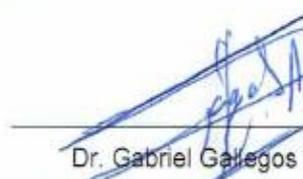
~~Dr. Víctor Manuel Reyes Salas  
Asesor Principal~~

  
Ing. Gerardo Rodríguez Galindo

Coasesor

  
Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez

Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

#### **Samuel Duarte Alcocer y Olivia Rosas Torres**

Por darme la oportunidad de vivir y apoyarme de manera incondicional en mi preparación personal y profesional. Gracias a ustedes he logrado a concluir una más de mis metas en la vida, y de todo corazón les quiero decir que mi triunfo también es su triunfo, por creer en mí y por darme la mayor herencia que un hijo puede recibir la educación.

### **A MI ESPOSA E HIJA**

#### **Ana Paola Mendoza Cruz**

Son la mayor motivación para salir adelante día a día y en todo momento, gracias por depositar su confianza y comprensión en mí, y esto es el resultado de todo el sacrificio, las amo.

### **A MIS HERMANOS**

#### **Samuel, Omar, Alejandro y Jaqueline.**

Con cariño y respeto por ser mis mejores amigos y por ser parte de mi familia. Gracias por depositar su confianza en mí y por ser parte de esta gran historia.

### **A MIS SOBRINOS**

#### **Samuel Eduardo y Monserrat**

Por alegrar nuestras vidas con su presencia y por tantas muestras de amor y cariño.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme dado la oportunidad de vivir esta gran experiencia de cumplir con una de mis más grandes metas en la vida, que es terminar mis estudios profesionales y poder ser alguien en la vida.

A mi Alma Terra Mater por haberme brindado la gran oportunidad de ser parte de ti y por darme todo durante mi estancia cobijo, alimento, salud y sobre todo una gran abundancia de conocimientos que me serán muy útiles en mi vida personal y profesional.

Al Departamento de Horticultura por todas las experiencias, conocimientos y herramientas que me proporcionaron para formar mi futuro profesional.

**AL Dr. Víctor Manuel Reyes Salas** por la oportunidad de trabajar con esta investigación, por apoyo brindado en este proyecto y por su amistad.

**Al Ing. Gerardo Rodríguez Galindo** por brindarme su amistad y orientación para concluir el proyecto.

A la **Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez** por la amistad y agradecerle por la participación en el presente trabajo.

## Contenido

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
INTRODUCCION.....	1
ASPECTOS GENERALES DEL NOGAL PECANERO .....	1
Origen.....	1
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL .....	2
DISTRIBUCION NACIONAL.....	2
IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y USOS DE LA NUEZ PECANERA .....	2
FENOLOGIA .....	3
Brotación .....	3
Desarrollo de brotes.....	4
Floración y polinización .....	4
Desarrollo del fruto.....	6
Caída del fruto.....	8
Las causas de la caída de fruto .....	8
a). Caída de flor.....	8
b). Segunda caída del fruto.....	8
c). Daños radicales.....	9
d). Insuficiente producción de carbohidratos.....	9
e) Falta de nitrógeno.....	9
f) Daños por insectos.....	9
Madurez del fruto .....	10
Periodo vegetativo.....	11
Producción y calidad.....	13
CALIDAD DE LA NUEZ.....	15
Porcentaje de almendra.....	15
Tamaño de la nuez .....	16
Germinación de la nuez en el ruezno.....	16
MANEJO DEL SUELO.....	18
Características del suelo a considerar para establecer una huerta.....	18
Origen y clasificación de los suelos de la comarca lagunera.....	18
Textura.....	19
Profundidad del suelo.....	20
Compactación .....	20

Salinidad y sodicidad .....	21
MEJORAMIENTO DE SUELOS AFECTADOS POR SALINIDAD Y SODICIDAD ....	24
Suelos salinos .....	24
Suelos sódicos.....	27
MEJORAMIENTO DE SUELOS AFECTADOS POR COMPACTACIÓN.....	28
ANÁLISIS DE SUELO.....	29
Material y equipo requerido .....	29
Procedimiento .....	29
Definir unidades de muestreo dentro de la huerta .....	29
Numero de submuestras .....	31
Técnica de colecta de submuestras.....	31
Profundidad de muestreo.....	31
Preparación de la muestra compuesta.....	31
Etiquetado de la muestra .....	32
LITERATURA CITADA .....	33

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento del brote de nogal variedad Western. Región Lagunera. CELALA-INIFAP. ....	4
Figura 2. Formas de dicogamia que se presentan en el nogal pecanero .....	5
Figura 3. Etapas de desarrollo del fruto de nuez crecimiento total (A) y de la almendra (B). CELALA-CIRNOC-INIFAP 1993.....	7
Figura 4. División de una huerta en unidades de muestreo. ....	30

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fechas de periodos críticos de desarrollo del fruto, Región Lagunera CELALA-CIRNOC-INIFAP 1993 .....	7
Cuadro 2. Epocas de brotación, apertura del ruezno y defoliación de 17 variedades de nogal pecanero en la Región Lagunera. CELALA-CIRNOC-INIFAP. 1993 .....	12
Cuadro 3. Parámetros considerados en la selección de variedades de nogal para alto rendimiento y calidad de nuez a largo plazo. Comarca Lagunera. 1998.....	14
Cuadro 4. Área transversal del tronco por hectárea, rendimiento de la nuez, índice de alternancia, circunferencia del tronco y arboles/ha en el nogal pecanero. Comarca Lagunera 1995-1997. ....	15
Cuadro 5. Susceptibilidad de variedades de nuez a la germinación antes de la cosecha Comarca Lagunera 1994. ....	17
Cuadro 6. Clases texturales predominantes en los suelos de la Comarca Lagunera.....	20
Cuadro 7. Comparación de algunas propiedades físicas del suelo en dos sistemas labranza en huertas nogaleras de la Comarca Lagunera .....	21
Cuadro 8. Criterios para interpretar resultados de análisis de calidad de agua de riego.....	22



## **INTRODUCCION**

El nogal pecanero es de los pocos cultivos que han mantenido su rentabilidad en los últimos años, además de su importancia socioeconómica en México, es relevante desde el punto de vista de nutrición humana y generación de divisas. La nuez pecanera se distingue de otras nueces por tener excelentes cualidades de sabor, aroma agradable, buena apariencia, alto valor nutricional y por ser una fruta seca que ofrece beneficios a la salud. El norte de México y el sur de los Estados Unidos son el origen de la nuez pecanera, nuestro país tiene una vocación natural para su producción y una tradición de consumo por la población. México es el segundo país productor de nuez pecanera en el mundo, por lo cual, tiene una gran relevancia económica en las regiones con presencia del cultivo del nogal pecanero y donde se comercializa. En la actualidad el nogal ha sido implementado para su manejo en huerto y se han creado cientos de variedades. México cuenta con una producción promedio de 85,000 toneladas.

Para dar paso a una rentabilidad es importante darle un buen manejo de enfermedades, plagas, nutrición, poda, uso y manejo del agua y control de maleza al nogal pecanero.

## **ASPECTOS GENERALES DEL NOGAL PECANERO**

### **Origen**

Este árbol es nativo de las regiones del Sur de los Estados Unidos y Norte de México. Se han encontrado restos fósiles en Texas y en el Norte de México indicando su existencia antes que los americanos nativos vivieran ahí. Se han encontrado millones de nogales pecaneros en los bordes de arroyos y causes de ríos que se encuentran en el Sur de Estados Unidos y el Norte de México, indicando que el origen de la Nuez Pecanera es de dichas áreas.

La explotación e industria Nogalera se inició con árboles Criollos hace aproximadamente 400 años.

## DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

México es el segundo país productor de nuez pecanera después de Estados Unidos; ya que el cultivo ha sido manejado con una orientación técnica, se ha insistido en un manejo integral de huertas, con la asesoría técnica en distintos estados productores, con el fin de elevar la productividad por hectárea, el rendimiento y asegurar la competitividad como cultivo.

La producción mundial es de 210,900 toneladas.

## DISTRIBUCION NACIONAL

México cuenta con una producción promedio de 85,000 toneladas al año. Chihuahua es el estado líder en la producción de nuez produciendo 51,782 toneladas.

Coahuila: 17,952 toneladas

Durango: 6,460 toneladas

Nuevo León: 4,420

Sonora: 4,300

## IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y USOS DE LA NUEZ PECANERA

La nuez pecanera es rica en ácidos grasos mono y poli insaturados, como los Omega 3 y Omega 6, mismos que tienen funciones.

Son protectoras de formaciones de coágulos de sangre y reducen el riesgo de cardiopatía coronaria, además contribuyen en el desarrollo normal del sistema nervioso, la nuez pecanera, al mismo tiempo, es fuente de proteína, fitoesteroles y compuestos fitoquímicos, contiene vitamina E, vitaminas del Complejo B y Hierro.

La nuez pecanera se comercializa con cáscara y sin cáscara, en mitades, pedacería, así como polvo de nuez, se consume en estado fresco o bien se procesan para la elaboración de botanas, dulces, pasteles, nieves y paletas, entre otros. Por otra parte, se elaboran subproductos como aceite de nuez, y carbón activado, este último a partir de su cáscara; la madera del árbol es empleada para la elaboración de muebles finos.

## **FENOLOGIA**

La fenología del nogal pecanero son diferentes etapas de desarrollo del nogal son importantes para adecuar las prácticas de manejo a esos periodos. En la Región Lagunera se han determinado para varios cultivares de nogal las siguientes etapas: brotación, desarrollo de brotes, floración, desarrollo y maduración del fruto, época de cosecha y defoliación, (Arreola y Lagarda 1985).

### **Brotación**

La época de brotación en el nogal varía según el clima que prevalezca en el año; sin embargo, esta ocurre de manera general durante la segunda quincena de marzo. El porcentaje de yemas que brotan bajo las condiciones de la Región Lagunera en la variedad Western, es superior al 72%, (Arreola, 1990). No obstante, una cantidad considerable de brotes quedan sin desarrollarse y mueren durante el desarrollo de las flores masculinas o femeninas, por lo cual el porcentaje final de brotes resulta ser de 25% en la variedad Western y 21% en Wichita y Choctaw, (Cortes, 1975 y Lagarda, 1978).

Los porcentajes reportados se consideran normales para nogal en términos de acumulación de frío, ya que en todos los años se logra brotación de yemas superior al 60% o porcentaje final de brotes superior al 22%, con una acumulación de frío superior a 200 horas abajo de 7°C, (Lagarda, 1978).

## Desarrollo de brotes

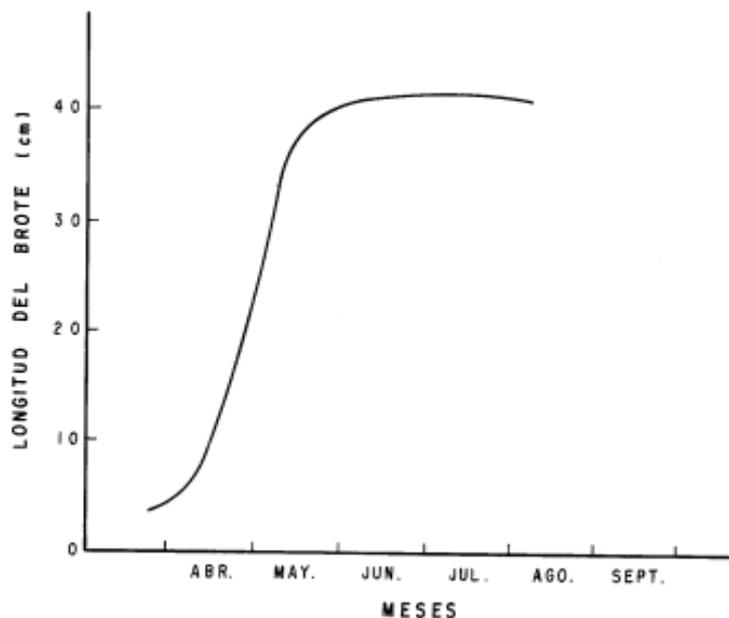
El crecimiento de los brotes ocurre de fines de marzo a los últimos días de mayo, observándose la máxima tasa de crecimiento en abril. La curva de crecimiento del brote de la variedad Western, en huertas con 16 a 17 años de edad, muestra una gran similitud en el desarrollo del mismo; encontrándose diferencias sólo en el tamaño final del brote.

Probablemente éstas se deben a efecto de las condiciones climáticas, manejo del agua, fertilidad o bien a la consecuencia de la cosecha anterior. En árboles jóvenes este período se prolonga hasta finales de junio, (Lagarda, 1977).

## Floración y polinización

El nogal es una planta monoica, en consecuencia tiene flores femeninas y masculinas separadas en el mismo árbol. Si la producción, viabilidad y dispersión del polen de la flor masculina no coinciden con la receptividad de la femenina, ocurre la dicogamia y cuando éstos períodos son simultáneos se denomina monogamia, (Brison, 1975).

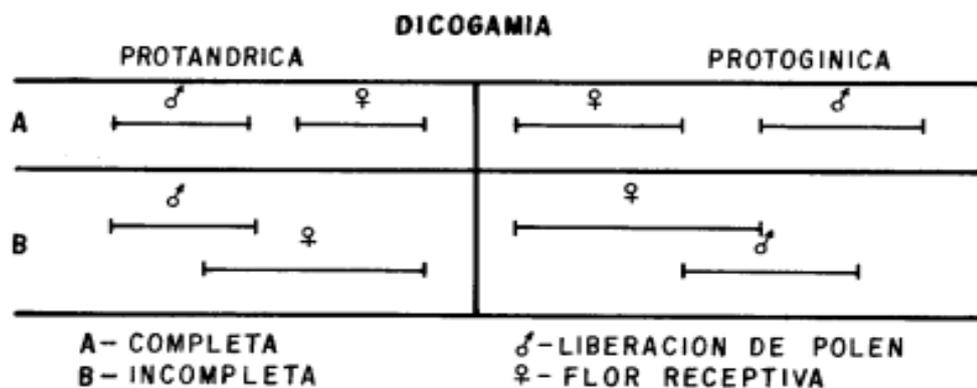
Figura 1. Crecimiento del brote de nogal variedad Western. Región Lagunera. CELALA-INIFAP.



La dicogamia puede ser protándrica, cuando el polen se libera y la flor femenina aun no ésta receptiva o protogínica, cuando la flor femenina ésta receptiva y la liberación del polen aun no ocurre. Estos fenómenos pueden ser completos si la liberación del polen y la receptividad de la flor ocurre en períodos separados, o bien incompletos cuando parte de ellos coinciden, (Cortes, 1975).

Considerando que existen variedades de nogal de comportamiento dicogámico (protándrico y protogínico), es necesario el establecimiento de dos o más variedades en una plantación con el fin de asegurar una óptima polinización cruzada y por lo tanto de una mayor producción y calidad del fruto. Si esta práctica no se realiza se presenta la autopolinización y en consecuencia se obtienen nueces pequeñas y de menor calidad, (Maden y Brown 1975, sparks y heath 1972, y Storey 1974).

Figura 2. Formas de dicogamia que se presentan en el nogal pecanero



En la Región Lagunera la variedad Western (protándrica) ha sido utilizada como productora y la Wichita (protogínica) como polinizadora, (Arreola y Lagarda, 1984). Sin embargo, esta combinación no permite cubrir completamente el período receptivo de polen de la Western, lo cual se logra con el uso de dos o más variedades, procurando que éstas sean protándricas y protogínica.

Las variedades Frutoso , Cherokee, Caddo, Sioux y Cape Fear, que inician antes su liberación de polen con relación al inicio de receptividad de Western, presentan ante ésta una dicogamia completa de tipo protándrico (Wichita presentan ante Western una dicogamia (protogínica) incompleta, es decir polinizan las tres cuartas partes aproximadamente del período de receptividad de Western, Las variedades: Kiowa y Choctaw presentan una liberación de polen más tardía que las anteriores y pueden polinizar la parte final del período de receptividad en las flores femeninas de la variedad Western. Por lo que se debe recurrir a éstas variedades con el propósito de asegurar una completa polinización de Western. Así se sugiere plantar la variedad Western como productora y las variedades: Wichita, Choctaw y Shoshoni (con liberación de polen tardío) como polinizadoras, (Arreola, 1989).

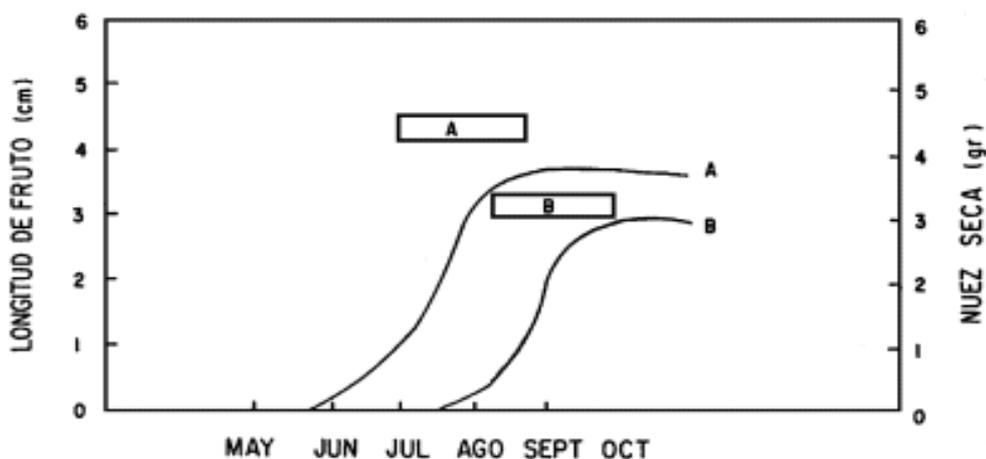
#### Desarrollo del fruto

El fruto de la nuez inicia su crecimiento después que la flor femenina es fecundada, Su desarrollo implica dos etapas (Storey y wolstenholme, 1997): a) Crecimiento rápido del fruto: Es el período que corresponde al crecimiento de la nuez, comprende del amarre del fruto (mayo) al inicio de endurecimiento de cáscara (finales de julio) y b) Llenado de la almendra: Abarca del endurecimiento de la cáscara (finales de julio a principios de agosto) al comienzo de la maduración del fruto o apertura del ruzno (mediados de septiembre).

Durante el período de crecimiento del fruto, se inicia el período de alta demanda de agua y nutrimentos y cualquier deficiencia de estos insumos afecta el tamaño de la nuez, (Storey, Wolstenholme, 1997). Después del crecimiento de la nuez, inicia la etapa de llenado de la misma con el

crecimiento del embrión o almendra, por lo que cualquier factor que reduzca la elaboración de carbohidratos en el árbol reducirá el llenado de la nuez y se reflejará en un bajo porcentaje de almendra, (Lagarda, 1978).

Figura 3. Etapas de desarrollo del fruto de nuez crecimiento total (A) y de la almendra (B). CELALA-CIRNOC-INIFAP 1993.



Cuadro 1. Fechas de periodos críticos de desarrollo del fruto, Región Lagunera CELALA-CIRNOC-INIFAP 1993.

VARIEDAD	INICIO DE AUMENTO DE TAMAÑO	INICIO DE ESTADO ACUOSO	INICIO DE ENDURECIMIENTO DE LA CASCARA	INICIO DE MADURACION
western	20-21 mayo	18-30 junio	25-30 julio	6-20 sep
Wichita	12-20 mayo	12 jun-9 jul	15-30 julio	6-13 sep
Choctaw	19-20 mayo	20 jun-9 jul	25 jul-4 Ago	8-17 sep

Durante la etapa de llenado de la nuez las labores de riego, control de plagas y enfermedades son prioritarias. La almendra constituye del 30 al 60% del peso de la nuez madura y contiene aproximadamente 70% de aceite que se produce en un período de seis semanas aproximadamente, (Sparks y Heath, 1972).

Una producción excesiva de nueces trae como resultado una disminución en los carbohidratos almacenados en el árbol; particularmente si la relación área foliar por nuez es baja.

Lo anterior provoca una reducción en la formación de flores para el siguiente ciclo o en la capacidad de amarre del fruto, lo cual se refleja como alternancia en la producción, (Arreola 1990, Hanna 1997, Sparks y Brack 1972, Storey 1974).

### Caída del fruto

En la Región se observan tres etapas en la caída de fruto en las variedades Western, Wichita y Choctaw entre otras. Estas etapas son de importancia y corresponden a los períodos de: fecundación, estado acuoso del fruto y endurecimiento de la cáscara. Los mayores porcentajes de caída de nuez se presentan durante la fecundación y en el estado acuoso, (Arreola y Lagarda, 1984). Sin embargo, la etapa más conocida, porque ocurre cuando la nuez puede ser vista fácilmente corresponde al endurecimiento de la cáscara y se presenta a principios de agosto, (Lagarda, 1977).

### Las causas de la caída de fruto

#### a). Caída de flor.

Las flores femeninas no se polinizan y por lo tanto no hay fertilización del óvulo o son anormales. Esta corresponde a la primer caída de la flor y es más severa cuando hay una floración femenina abundante.

#### b). Segunda caída del fruto.

Esta ocurre en el período del estado acuoso justo antes del crecimiento del embrión. La causa puede ser por sequía seguido de un período con humedad disponible, (Stein et al,1989). En este caso las nueces pueden no caer durante el período en que falta humedad, sino hasta que existen condiciones de humedad disponible.

La predisposición es causada por el esfuerzo hecho durante el período que al árbol no se le suministró la humedad suficiente.

c). Daños radicales.

Las labores de cultivo demasiado profundas pueden destruir raíces superficiales de absorción y manifestarse como deficiencias de agua. Si no hay agua suficiente para mantener el embrión, éste muere y como consecuencia cae la nuez. Este problema puede ser evitado parcialmente con labores de cultivo superficiales usando segadora rotativa ó herbicida para controlar malas hierbas.

d). Insuficiente producción de carbohidratos.

Las nueces deben disponer de una cantidad considerable de carbohidratos y se estima que se requieren 10 hojas sanas e iluminadas por nuez. Por lo que es importante que los árboles se encuentren lo suficientemente espaciados y si es necesario realizar poda de aclareo de ramas durante el invierno para que penetre suficiente luz.

e) Falta de nitrógeno.

El nitrógeno debe proporcionarse al árbol desde el inicio del crecimiento del brote, para asegurar un desarrollo sano y vigoroso de las hojas. La caída de fruto generalmente es menor en brotes largos y vigorosos (30-40 cm), que en brotes débiles y cortos (menores de 10 cm).

f) Daños por insectos.

Es necesario tener un buen control de insectos que no dañe las hojas ni el fruto para disminuir la caída por esta causa.

## Madurez del fruto

Una vez que el desarrollo de la almendra se ha completado, lo cual ocurre en un período aproximado de seis semanas (agosto y septiembre) en las variedades Western, Wichita y Choctaw, la planta inicia la apertura del ruezno, lo cual indica que principia la maduración del fruto.

En la Región Lagunera ésta etapa se ha determinado en un número considerable de variedades, observándose que la mayoría madura de la segunda a la tercera semana de septiembre. Las variedades Wichita, Shoshoni y Cherokee son aproximadamente una semana más precoces que Western.

Las variedades Cheyenne, Choctaw, Gratex y Grakiing entre otras, han madurado en un período similar al de Western. Observaciones efectuadas sobre la selección Frutoso han mostrado que ésta madura una semana antes que la variedad Wichita, (Arreola y Lagarda, 1985).

Considerando los requerimientos térmicos de las variedades para alcanzar la madurez de la nuez, Mahan es la única de maduración tardía, ya que el inicio de maduración ocurre hasta principios del mes de octubre, entre 15 y 20 días después que la Western.

Esta condición es importante para considerar las prácticas de manejo específicas para cada variedad, (Lagarda, 1978). Para determinar en forma práctica cuando ocurre el inicio de la maduración de la nuez se deberán observar las costillas del ruezno; las cuales se tornan color negro. Si presiona con los dedos la punta del ruezno éste se separara en sus partes y se desprende la nuez indicando que el fruto ha madurado. La cosecha puede iniciar 15 a 20 días mas tarde.

Las mejores variedades son aquellas que reúnen características de buena producción, alta calidad, con fruto de maduración temprana, y cuya producción no varía a través de los años.

Las primeras huertas de la región se establecieron con variedades como Burkett, San SabalImproved, Stuart, Barton, Western, Choctaw, Mahan y Wichita entre otras. De éstas, las que mejor se adaptaron fueron Western como productora, Wichita y Choctaw como polinizadoras. Actualmente Western y Wichita son las variedades que se tienen plantadas en la mayoría de las huertas de la Región.

#### Periodo vegetativo

Durante los estudios en distintas nogaleras y localidades de la Región Lagunera se ha observado que no existe diferencia considerable en cuanto al período vegetativo de las variedades, lo cual permite hacer extensivas las observaciones encontradas sobre las variedades de nogal para toda La Laguna.

El período vegetativo del nogal varía de 240 a 270 días, considerando desde su brotación a fines de marzo hasta la defoliación natural a fines de noviembre. Las variedades inician su brotación generalmente después de la segunda semana de marzo, siendo Frutoso la más temprana, seguida de Wichita, Caddo y Shoshoni. Las variedades Western, Mohawk y Mahan, brotan de tres a nueve días después que Wichita. Las tardías son Gratex y Barton, ocurriendo cinco días después que Western.

Este inicio de brotación ocurre cuando el riesgo de daño por heladas tardías es casi nulo, por lo que se ha considerado que la Región Lagunera reúne las características ambientales apropiadas para el cultivo del nogal. Cuando se han presentado heladas posteriores a la brotación los daños han sido evidentes sólo en árboles muy jóvenes, (Lagarda, 1978).

Cuadro 2. Epocas de brotación, apertura del ruezno y defoliación de 17 variedades de nogal pecanero en la Región Lagunera. CELALA-CIRNOC-INIFAP. 1993

VARIEDAD	INICIO DE BROTACION	APERTURA DE RUEZNO	INICIO DE DEFOLIACION	CICLO VEGETATIVO (DIAS)
Frutoso	10-15 mar	1-10 sept	20 nov – 1 dic	250
Western	20-30 mar	8-20 sept	20 nov – 1 dic	242-245
Wichita	15-17 mar	8-14 sept	30 nov – 3 dic	247-263
Choctaw	23-26 mar	15-17 sept	25 nov –12 dic	244-264
Cheyenne	19-22 mar	20 sept	20 nov –28 dic	243-254
Shawnee	17-22 mar	10-15 sept	5 dic – 12 dic	258-270
Sioux	19-22 mar	10-15 sept	12 dic – 20 dic	265-271
Mohawk	20-22 mar	7-10 sept	20 nov – 3 dic	243-258
Caddo	15-17 mar	10-13 sept	28 nov – 3 dic	256-263
Barton	25-26 mar	9-10 sept	28 nov –17 dic	247-262
Gratex	27-30 mar	17-20 sept	20 nov – 3 dic	234-251
Graking	17-19 mar	17 sept	20 nov – 1 dic	248-250
Mahan	19-21 mar	5 oct	27 nov – 5 dic	254-256
Texas	17-19 mar	15-20 sept	20 nov – 1 dic	244-253
Cape Fear	15-17 mar	25-28 sept	20 nov – 3 dic	247-252
Shoshoni	15-17 mar	12-17 sept	20 nov – 5 dic	245-248
cherokee	17-19 mar	15-20 sept	20 nov – 5 dic	243-250

### Producción y calidad

Uno de los aspectos más importantes en la selección de variedades es la capacidad productiva de éstas en una región determinada, así como también la calidad del fruto y estabilidad de la producción a través de los años, (Arreola, 1989).

Una forma de evaluar la capacidad para estabilizar la producción a través de los años es considerando la cosecha total de las variedades en un período mínimo de nueve años consecutivos de evaluación; después se obtiene el coeficiente de variación en porcentaje y el resultado obtenido es el índice de alternancia.

Este índice mientras mas tiende a cero o sea menor, indicará mayor estabilidad en la producción a través del tiempo. Los valores normales aceptables son inferiores al 50%.

Analizando las variedades estudiadas en la Región Lagunera, en árboles de 22 años, se ha determinado que la Western es la más estable en producción con un índice de alternancia de 43.9%. La situación de las variedades de nuez considerando algunos parámetros de producción como: porcentaje de almendra, eficiencia productiva, e índice de alternancia; nos permiten integrarlas y se obtiene un índice de producción de nuez a largo plazo (IPLP), el cual se indica en el cuadro 15 y su valor es mejor cuando este tiende hacia el valor de 1.0, (Lagarda, 1998).

De acuerdo al (IPLP), las variedades mas adecuadas para seleccionarse en la Comarca Lagunera son. Western (0.91), Wichita (0.53) y Cape fear (0.52). El resto de las variedades estudiadas tienen un IPLP. inferior al 0.50 que las pone en desventaja sobre las seleccionadas.

Cuadro 3. Parámetros considerados en la selección de variedades de nogal para alto rendimiento y calidad de nuez a largo plazo. Comarca Lagunera. 1998

VARIEDAD	EFICIENCIA PRODUCTIVA	ALMENDRA (%)	INDICE DE ALTERNANCIA	INDICE DE PRODUCCION A LARGO PLAZO
Rango aceptable	>30 g/cm <sup>2</sup>	>55%	<50%	(I.P.L.P.)>0.5
Sioux	18	58.8	50.5	0.36
Cape Fear	20	54.3	38.0	0.52
Mohawk	20	59.0	63.8	0.32
Tejas	21	54.7	48.9	0.43
Caddo	21	58.9	59.9	0.35
Gratex	21	61.6	63.6	0.33
Cheyenne	22	56.7	66.0	0.33
Choctaw	28	58.2	84.0	0.33
Shawnee	32	58.8	74.9	0.43
Frutoso	36	47.1	80.2	0.45
Western	40	58.0	43.9	0.91
Wichita	40	62.5	75.0	0.53
Cherokee	40	55.0	93.6	0.43
Shoshoni	51	52.8	105.0	0.48

Evaluaciones de producción del cultivar Western en huertas de diferente edad realizadas durante un período de tres años, indican que la producción de nuez por hectárea varía desde 118 hasta 2914 kilogramos, (Medina et al, 1997). Esta variación se debe en buena medida a diferencias en las condiciones de suelo y manejo, las cuales afectan considerablemente el índice de alternancia y el IPLP. Independientemente de la edad de la huerta.

Para un rendimiento óptimo de nuez debe haber de 5.7 a 7.8 m de área transversal del tronco (ATT) por hectárea sin problemas de sombreado, (Worley, 1990). Esta ATT se calcula con la suma del área de los troncos de una hectárea, la cual se obtiene midiendo la circunferencia del tronco a 50 cm del suelo.

Se calcula el diámetro y el área transversal, y ésta se multiplica por el número de árboles por hectárea para obtener m<sup>2</sup>/ha. En la región se encontró que con 6 a 10 m<sup>2</sup>/ha de ATT se obtuvieron los mas altos rendimientos cercanos a las 2 ton/ha y el índice de alternancia se reduce hasta 39.3%. Esta ATT de 6 a 10 m<sup>2</sup>/ha se puede obtener con densidades de plantación de 50 hasta 100 árboles/ha y con una circunferencia del tronco promedio de 111 cm. Cuando hay mas de 80 árboles/ha, se recomienda la poda selectiva de aclareo de ramas para aumentar la penetración de luz, (Medina et al, 1997).

Cuadro 4. Área transversal del tronco por hectárea, rendimiento de la nuez, índice de alternancia, circunferencia del tronco y arboles/ha en el nogal pecanero. Comarca Lagunera 1995-1997.

Área del tronco (m <sup>2</sup> /ha)	Rendimiento (kg/ha)	Índice de alternancia	Circunferencia del tronco (cm)	Arboles/ha
3-5	898	48.4	104	43
6-10	1932	39.3	111	80
12-13	1460	52.2	158	68

## CALIDAD DE LA NUEZ

### Porcentaje de almendra

La calidad de la nuez, considera principalmente el porcentaje de almendra, el tamaño del fruto, color, daños de la almendra y otros de menor importancia. El contenido de almendra producido en la región en las variedades estudiadas es bueno, considerando que el grueso de los árboles nativos rinden arriba del 40%. Sin embargo, las variedades evaluadas superan el 50% y en su mayoría igualan o sobrepasan el 60% de almendra, como son Gratex y Wichita, (Lagarda et al, 1998).

Es evidente que la mayoría de las variedades evaluadas presentan altos porcentajes de almendra, lo cual indica que la Región Lagunera reúne las condiciones ideales para producir nuez de buena calidad.

## Tamaño de la nuez

El número de nueces por kilogramo varía entre 100 y 180. Destacan por su peso: Mohawk, Shoshoni y Choctaw . Las nueces Caddo y Frutoso son pequeñas para descascarar, obteniendo valores superiores a 150 nueces por kilogramo, su porcentaje de almendra es de 59.9 y 47.1% respectivamente. En la mayoría de las variedades el tamaño de la nuez tiende a disminuir en los árboles de mayor edad, (Arreola, 1989 y Lagarda 1978).

## Germinación de la nuez en el ruezno

La germinación de la nuez, antes de realizar la cosecha ha sido evidente en casi todas las variedades estudiadas en la Región Lagunera. Esta germinación prematura de la nuez varía según las variedades: Shawnee es la más susceptible en tanto que la Cheyenne y la Choctaw, presentan porcentajes muy bajos de germinación.

Las causas de la germinación prematura no han sido bien determinadas. Sin embargo, se ha encontrado que cuando los árboles carecen de agua durante el crecimiento de la nuez, el problema se acentúa y la germinación de la nuez es mayor, (Zertuche y Storey, 1983).

La producción excesiva es otro factor importante sobre la inducción de la germinación de nuez, la cual es muy común en árboles maduros con edad superior a los 18 años, (Medina, 1980, Zertuche y Storey, 1983). La variedad de nogal es el factor mas importante para disparar la germinación prematura de nuez, reportándose que para La Laguna hay una clasificación de variedades de acuerdo a la susceptibilidad de presentar este fenómeno, (Lagarda y Arreola 1994).

Cuadro 5. Susceptibilidad de variedades de nuez a la germinación antes de la cosecha Comarca Lagunera 1994.

MUY SUSCEPTIBLE	SUSCEPTIBLE	SIN PROBLEMA
Graking	Wichita	Caddo
Mahan	Western	Sioux
Cheyenne	Choctaw	S. Delight
Shawnee	Gratex	
Burkett		

En la Región Lagunera se cosechan alrededor de unas 4100 toneladas de nuez de las variedades de Western y Wichita de las cuales el 3% corresponden a nuez germinada (123 toneladas), por lo tanto, las pérdidas por este concepto son significativas. La germinación prematura de la nuez en nuestro país ocurre en las regiones nogaleras con veranos y otoños cálidos, como son, Sonora, norte de Coahuila, Comarca Lagunera, sur de Chihuahua. Sin embargo en regiones más frías como Saltillo, Parras y Durango, Dgo. este problema no es común, (Lagarda, 2002).

La germinación de la nuez tiende a incrementar a medida que la huerta entra en edad, sobre todo en años de alta producción, (Sparks et al, 1995 y Sparks, 1993). La cosecha oportuna, la cual se alcanza en la tercera semana de septiembre, permite disminuir el porcentaje de nuez germinada. En la variedad Western con esta época de cosecha se redujo el daño por germinación. El porcentaje de nuez verde por árbol no se incrementó en comparación con la cosecha realizada en noviembre, (Lagarda, 1977). El uso de productos hormonales pueden tener algunas perspectivas para reducir la germinación de nuez; sin embargo debe ser estudiada y comprobada su efectividad, (Lagarda y Arreola 1994). La calidad de la nuez expresada en porcentaje de almendra disminuye en años de alta producción, (Medina, 1997).

## **MANEJO DEL SUELO**

Características del suelo a considerar para establecer una huerta

Cuando se va a establecer una huerta de nogal es conveniente tomar en cuenta algunas características del suelo para tener un buen desarrollo de los árboles. En huertas establecidas también es conveniente conocer las propiedades del suelo para darle un manejo adecuado.

Origen y clasificación de los suelos de la comarca lagunera

Los suelos de la Comarca Lagunera se localizan en la planicie de inundación de los ríos Nazas y Aguanaval, es decir, son suelos aluviales que se formaron por acarreo de materiales con las avenidas de los ríos.

Lo anterior dio como resultado una diversidad de tipos de suelo, con estratos bien definidos de arcillas y arenas. El origen de los materiales que formaron estos suelos son rocas calizas, de ahí los altos contenidos de carbonatos de calcio en el suelo. Un estudio agrológico realizado en (Ojeda, 1951) clasificó los suelos de Región Lagunera en 11 Series de suelo. Una serie agrupa suelos que tienen características similares en el perfil del suelo, excepto la textura de la capa superficial.

Las propiedades del suelo mas importantes a considerar al establecer una huerta de nogal son textura, profundidad, compactación, salinidad y sodicidad. Otra propiedad importante es el grado de fertililidad del suelo, aunque éste podrá acondicionarse mediante la suplementación de nutrimentos.

Es importante realizar una evaluación del suelo previo a la plantación, por medio de observaciones de campo y análisis de laboratorio, para evitar problemas futuros después de realizar altas inversiones.

## Textura

La textura del suelo se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla en un suelo. Esta propiedad se analiza en laboratorio y considera únicamente partículas del suelo menores de 2 mm.

Una huerta de nogal puede establecerse en una amplia variedad de suelos, desde texturas migajón arenoso hasta migajón arcilloso, (Brisson, 1974). Sin embargo, los mejores suelos son de textura media y corresponden a la clase textural franco o migajón. Esta clase textural contiene idealmente 40% de arena, 40% de limo y 20% de arcilla pero exhibe propiedades de los tres tipos de partículas, (Brisson, 1974). Los suelos arenosos tienen buena capacidad de infiltración, pero almacenan poca agua disponible para los árboles.

Por el contrario, los suelos arcillosos retienen humedad y nutrientes pero tienen poca velocidad de infiltración, lo que provoca estancamiento de agua que es perjudicial para los nogales.

En la Comarca Lagunera predominan los suelos arcillosos; de acuerdo con el estudio agrológico de la región (Ojeda, 1951), un 60% de los suelos contienen 27% o más de arcilla, mientras que el 40% restante corresponden a texturas medias (migajón arenoso a migajón arcillo arenoso), sin llegar a texturas extremas arenosas. Por lo tanto, existen en esta región suelos donde es posible cultivar el nogal pecanero.

Cuadro 6. Clases texturales predominantes en los suelos de la Comarca Lagunera.

CLASE TEXTURAL	SUPERFICIE		ARENA	LIMO	ARCILLA
	Ha	%			
Franco arenoso (Fa)	49,346	16	43-80	0-50	0-20
Franco (F)	69,618	22	23-52	28-50	7-27
Franco arcillo arenoso (Fra)	6,970	2	45-80	0-28	20-35
Franco arcillo limoso (Frl)	23,539	8	0-20	40-73	27-40
Franco arcilloso (Fr)	38,745	12	20-45	15-53	27-40
Arcilla arenosa (Ra)	2,143	1	45-65	0-20	35-45
Arcilla limosa (Rl)	13,140	4	0-20	40-60	40-60
Arcilla (R)	108,958	35	0-45	0-40	40-100

#### Profundidad del suelo

Los suelos para establecer huertas de nogal deben ser profundos (mayor de 2.0 m) para tener un buen anclaje.

Además, un suelo profundo representa un mayor volumen de suelo que las raíces pueden explorar para un adecuado abastecimiento de nutrimento (Brison, 1974). Dado su origen aluvial, los suelos de la Región Lagunera tienen una profundidad adecuada para el establecimiento de huertas nogaleras. Una excepción a lo anterior son los suelos cercanos a las formaciones montañosas, donde es recomendable verificar la presencia de capas impermeables o roca madre a una profundidad menor de 2.0 m.

#### Compactación

La compactación del suelo es un problema común en huertas nogaleras, principalmente a consecuencia del paso de maquinaria. El control de malezas con pasos de rastra y las aplicaciones de agroquímicos con equipos pesados jalados por tractor, contribuyen a la compactación del suelo.

Los suelos húmedos con altos contenidos de arcilla son los más susceptibles a formar capas compactas por el paso de maquinaria. Los principales efectos negativos de la compactación del suelo son:

- 1) disminuye la velocidad de infiltración del agua en el suelo, y
- 2) limita el crecimiento de la raíz de los nogales.

En la Región Lagunera se evaluaron los sistemas de labranza utilizados en 17 huertas nogaleras y su efecto en la compactación del suelo. Casi el 60% de las huertas utilizan sistemas de manejo intensivo, con más de ocho pasos de maquinaria por ciclo, donde los valores de compactación y densidad aparente están cercanos al límite de crecimiento de las raíces, (Gonzales, 1996).

Cuadro 7. Comparación de algunas propiedades físicas del suelo en dos sistemas labranza en huertas nogaleras de la Comarca Lagunera (Gonzales, 1996).

VARIABLE	UNIDADES	LABRANZA DE CONSERVACION	LABRANZA INTENSIVA	LIMITE PARA CRECIMIENTO DE RAICES
Compactación (a 30 cm de prof.)	lb/pulg <sup>2</sup>	58	120	150
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	1.43	1.61	1.70
Conductividad hidráulica	Cm/hr	2.5	0.74	
Clase textural		Franco	Franco arenoso	

### Salinidad y sodicidad

La acumulación de sales en el suelo es un problema común en áreas de riego con clima árido y semiárido (Miyamoto, 1997). Las causas más frecuentes de la salinización del suelo en estas condiciones son:

- 1) uso de agua de riego de mala calidad, y/o
- 2) suelos de baja infiltración.

La salinidad se evalúa mediante análisis de laboratorio, en muestras representativas de agua y suelo, y se expresa en términos de conductividad eléctrica (CE). A mayor valor de CE mayor es la cantidad de sales solubles.

La sodicidad del agua de riego se evalúa como la proporción de sodio (Na ) respecto a la suma de calcio (Ca ) + magnesio (Mg 2+ adsorción de sodio (RAS):

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

El sodio provoca una separación de las partículas de arcilla en el suelo, por lo que los suelos sódicos tienen una estructura suelta, como de talco, y la velocidad de infiltración se reduce considerablemente. El calcio y magnesio tienen un efecto contrario al sodio, es decir, favorecen la agregación de las partículas de arcilla, lo que se refleja en una mejor estructura y mayor velocidad de infiltración del agua, (Ayers y Westcot 1989).

Cuadro 8. Criterios para interpretar resultados de análisis de calidad de agua de riego.

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	RESTRICCIÓN DE USO		
		NINGUNA	MODERADA	SEVERA
<b>SALINIDAD</b>				
Conductividad eléctrica	dS/m	<0.7	0.7 – 3.0	>3.0
Sales totales disueltas	mg/l	<450	450 - 2000	>2000
<b>TOXICIDAD ESPECIFICA</b>				
Sodio	RAS	<3	3 – 9	>9
Cloro	mg/l	<142	142 – 354	>354
Boro	mg/l	<0.7	0.7 – 3.0	>3.0
SODICIDAD (baja infiltración)	RAS	..... CE (dS/m).....		
	<3	>0.7	0.7 – 0.2	<0.2
	3 – 6	>1.2	1.2 – 0.3	<0.3
	6 – 12	>1.9	1.9 – 0.5	<0.5
	12 – 20	>2.9	2.9 – 1.3	<1.3
	>20	>5.0	5.0 – 2.9	<2.9

De acuerdo con una evaluación llevada a cabo en 18 huertas de nogal de la Comarca Lagunera, alrededor del 75% tuvieron agua de riego con 0.7 dS/m de CE o mas, mientras que los valores de RAS fluctuaron de 0.7 a 13.8 (Rivera et al,1997). Lo anterior significa que se requiere un manejo adecuado del agua de riego y del suelo para prevenir efectos adversos en la huerta. Cuando el agua de riego excede 1.0 dS/m y se utiliza en suelos de baja infiltración (aquellos de textura arcillosa, arcillo-limosa y migajón arcillo-limosa), es muy probable que después de algunos años se observen daños por salinidad (Miyamoto, 1997). Estas áreas donde la salinidad es limitante para el desarrollo del nogal pecanero deberán evitarse, o bien, llevar a cabo prácticas de manejo que disminuyan las limitaciones al cultivo y eviten la degradación del suelo.

Salinidad del suelo. La clasificación tradicional de suelos en base a salinidad indica que a una CE mayor de 4 dS m en un extracto de saturación, son salinos y suelos con CE menor de 4 dS m se consideran no-salinos (Richards, 1962).

En 1973 el Comité de Terminología de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo, propone el valor límite de 2 dS m para considerar a un suelo salino, ya que algunas plantas sensibles pueden verse afectadas a esos niveles de salinidad (Bohn et al, 1993). La sodicidad del suelo se evalúa en términos del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con respecto la capacidad de intercambio catiónico (CIC) total del suelo. Cuando un suelo tiene 15 o mas de PSI, se considera como sódico. Sin embargo, algunos suelos y cultivos se ven afectados a valores muy por debajo de 15 de PSI.

Al final de este capítulo se presentan cuadros detallados de clasificación de suelos en base a salinidad y sodicidad (Pizarro 1978). Cuando el RAS del suelo es mayor de 7 se deben realizar prácticas de mejoramiento; en suelos donde el RAS es superior a 10 no es recomendable plantar huertas de nogal (Miyamoto, 1997). En la Comarca Lagunera, un 28% de huertas evaluadas en 1995-97 tuvieron problemas de salinidad y/o sodicidad, provocados en gran parte por la calidad del agua ( Santamaria et al, 2002).

Efectos de la salinidad en el nogal pecanero. Estudios realizados en la región de El Paso, Texas, en los Estados Unidos (EUA), indican que el nogal pecanero es sensible a la salinidad, ya que el crecimiento del árbol, expresado como diámetro de tronco, disminuye a una tasa de 12% por cada unidad que se incremente la CE del suelo, a partir de un valor limite de tolerancia (VLT) de 2.5 dS/m (Miyamoto, 1986).

En la Comarca Lagunera se evaluaron los efectos de la salinidad en el rendimiento de nuez; el rendimiento en kg de nuez por árbol disminuyó cuando la salinidad del suelo fue de 3 dS/m de CE o más, o cuando la sodicidad del suelo fue de 3% o mas de PSI (Santamaria et al, 2002).

## **MEJORAMIENTO DE SUELOS AFECTADOS POR SALINIDAD Y SODICIDAD**

### Suelos salinos

Cuando el problema de salinidad es causado solamente por sales solubles y no se tienen problemas de sodicidad, es necesario considerar el lavado de suelos como una práctica para aumentar la productividad de la huerta. El lavado de suelos puede ser de dos tipos:

- 1) lavado de recuperación para mejorar un suelo que ya tiene una cantidad alta de sales acumuladas en el perfil,
- 2) fracción de lavado, es la que se aplica como un porcentaje extra a la lámina de riego normal, para mantener las sales fuera de la zona de raíces y evitar que se acumulen en la parte superficial del suelo.

Un lavado de recuperación consiste en aplicar una lámina grande de agua de buena calidad, la cual disuelve las sales acumuladas en el perfil y las mueve a estratos profundos del suelo. El lavado de suelos es efectivo cuando se cumplen tres condiciones (Aceves, 1979):

- disponer de agua de buena calidad,
- que el suelo sea permeable, y
- que exista una salida para el agua de drenaje (drenes abiertos, drenaje parcelario, manto freático o estratos profundos del suelo).

La cantidad de agua para lavar un suelo salino depende de:

- la salinidad inicial,
- la tolerancia del cultivo y
- la profundidad que se desea lavar.

Existen fórmulas que permiten determinar la cantidad de agua necesaria para desalinizar un perfil de suelo a una profundidad y a una concentración de sales previamente definidas. Una de esas formulas es la siguiente (Hoffman, 1980):

$$L = \frac{kPs}{C/C_0}$$

L = Lámina de agua aplicada (cm)

C= Concentración final de sales en el suelo

C = Concentración inicial de sales en el suelo

P = Profundidad del suelo a ser lavada (cm)

k = Coeficiente empírico. Varía de acuerdo con la textura del suelo:

0.1: texturas gruesas (arena, franco-arenoso),

0.2: texturas medias (franco, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso) y

0.3: texturas finas (arcilloso, franco-arcillo-limoso, arcillo-limoso y franco-arcilloso)

Por ejemplo, una huerta establecida en un suelo franco arcilloso, que tenga 4.0 dS/m de CE y se quiera lavar el suelo a 80 cm de profundidad, hasta una CE de 2.0 dS/m, requerirá una lámina de:

$$L = \frac{(0.3 \times 80)}{2/4} = 48cm$$

El resultado anterior es la lamina requerida después de que el suelo alcanza la saturación y el drenaje efectivo inicia. Como la lámina total es muy grande para los bordos que se manejan normalmente, ésta puede aplicarse de manera intermitente en el lapso de varios días.

La aplicación de una fracción de lavado es importante cuando la huerta esta plantada en suelos de baja infiltración y el agua subterránea disponible para regar los nogales es alta en sales solubles (Hoffman 1990). Por ejemplo, si el agua de riego tiene una CE de 1.5 dS/m, se requiere un fracción de lavado de 0.15; es decir, si el riego normal es de 15 cm de lámina, la fracción de lavado será de

15 cm \* 0.15 = 2.25 cm, o 17 cm de riego total

## Suelos sódicos

Cuando los análisis de suelo indican que existe un problema de exceso de sodio en el suelo, es necesario:

- 1) desplazar el sodio de los sitios de intercambio catiónico del suelo, mediante la aplicación de un mejorador químico, y
- 2) aplicar una lámina de lavado para desplazar el sodio a estratos profundos del suelo.

Los mejoradores químicos recomendados para suelos alcalinos con altos contenidos de carbonato de calcio, como los de la Comarca Lagunera, son los ácidos, como el ácido sulfúrico, o productos formadores de ácido, como el azufre. También es posible utilizar yeso agrícola para estos fines. La fórmula siguiente se utiliza para calcular la dosis de mejorador químico (DM), de acuerdo con Pizarro (1978):

$$DM = [((PSI - PSI_f) \times CIC \times Prof \times Da \times Peq)]/100$$

Donde:

PSI = Porcentaje de sodio intercambiable inicial

PSI<sub>f</sub> = porcentaje de sodio intercambiable final

CIC = capacidad de intercambio catiónico del suelo (meq/100 g de suelo)

Prof = profundidad del suelo que se desea mejorar (cm)

Da = densidad aparente del suelo (g/cm<sup>3</sup>)

Peq = peso equivalente químico del mejorador (49 para el ácido sulfúrico, 86 para el yeso agrícola).

Por ejemplo, un suelo tiene un PSI de 15 y se quiere aplicar ácido sulfúrico para bajar el PSI a 6; la CIC del suelo es de 15 meq/100 g de suelo, la  $D_a$  es de 1.35 g/cm<sup>3</sup>, y la profundidad que se quiere mejorar es de 30 cm.

$$DM = ((15 - 6) \times 15 \times 30 \times 1.35 \times 49) / 100 = 2679 \text{ kg}$$

Después de aplicar el mejorador químico, se requiere aplicar 6.9 cm de lamina de lavado por cada tonelada de ácido sulfúrico o 4.2 cm por tonelada de yeso, para desplazar el sodio mas allá de la zona radical (Keren y Miyamoto, 1990).

## **MEJORAMIENTO DE SUELOS AFECTADOS POR COMPACTACIÓN**

Las siguientes prácticas de manejo ayudan a disminuir el problema de compactación del suelo:

- Reducción del paso de maquinaria al mínimo indispensable. Cuando se requiera el uso de maquinaria es recomendable que sea lo mas ligera posible.
- El control de malezas con desvaradora o chapoleadora ayuda a mejorar la estructura del suelo.
- Incorporación de abonos orgánicos como el estiércol y gallinaza
- Cultivos intercalados e incorporación de abonos verdes
- En suelos donde ya existen capas endurecidas es posible realizar un subsoleo profundo para aumentar la velocidad de infiltración del agua.

## ANÁLISIS DE SUELO

Los análisis de suelo son útiles para conocer la acumulación de nutrientes disponibles al cultivo, y de esta manera ajustar las dosis de fertilizantes. También es útil para detectar problemas de salinidad y sodicidad que pueden afectar a los árboles. La toma de muestras de suelo es la parte inicial y mas importante del proceso de análisis de suelo.

Cuando el muestreo no se hace correctamente, los resultados del análisis pueden producir recomendaciones erróneas. Es importante consultar a un técnico para recibir asesoría de cómo llevar a cabo el muestreo de suelos y como interpretar los resultados.

### Material y equipo requerido

- Barrena de cilindro o pala
- Cubeta de plástico (20 l de capacidad)
- Bolsas de papel o plástico transparente (para 2 kg de suelo)
- Etiquetas o papel para etiquetar las bolsas
- Libreta de notas y bolígrafo.

### Procedimiento

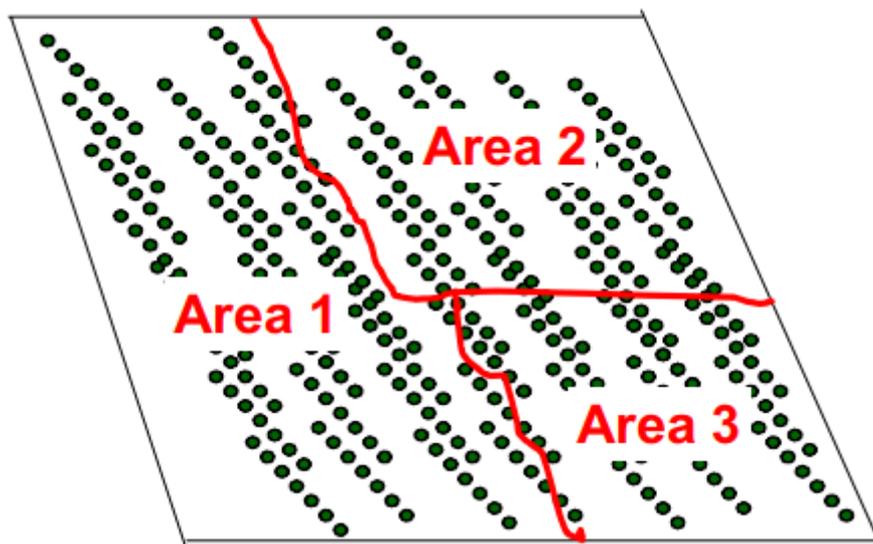
Definir unidades de muestreo dentro de la huerta

Una unidad de muestreo es un área uniforme de la huerta de la que se tomará una muestra de suelo. Dividir el predio a muestrear en unidades que sean lo mas uniforme posible, en base a características como:

- textura del suelo
- aplicación de estiércol
- edad de los árboles
- síntomas visibles en el follaje
- cualquier otro manejo que haga diferente una parte de la huerta del resto.

La extensión de las unidades de muestreo puede ser desde dos hasta 10 ha o mas en el caso de áreas muy uniformes. Por ejemplo, una huerta de 30 ha puede dividirse en tres unidades de muestreo de 10 ha cada una.

Figura 4. División de una huerta en unidades de muestreo.



## Numero de submuestras

Al muestrear un predio es indispensable tomar muestras compuestas. Una muestra compuesta consiste en tomar submuestras o porciones de suelo de diferentes sitios o pozos dentro de la misma unidad de muestreo. El número de submuestras varía de 10 a 20 de acuerdo a la superficie de la unidad de muestreo.

## Técnica de colecta de submuestras

El procedimiento recomendado para colectar las submuestras es recorrer cada unidad de muestreo en forma de zigzag, tomando muestras de puntos al azar. Los sitios de muestreo deben ubicarse dentro del área de goteo de los árboles. Se puede caminar en zigzag por una banda del terreno y regresar por la banda contraria al punto inicial.

El volumen de suelo colectado en cada punto debe ser similar. Lo anterior es relativamente fácil de lograr con las barrenas de muestreo.

## Profundidad de muestreo

En el caso de huertas de nogal pecanero se recomienda tomar muestras a profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm.

## Preparación de la muestra compuesta

Cada submuestra colectada se deposita en una cubeta de plástico para cada profundidad. Después de colectar todas las submuestras, se revuelve bien todo el suelo dentro de cada cubeta. Finalmente, se toma aproximadamente 2.0 kg de suelo de cada profundidad y se pone en bolsa de plástico doble, o de papel resistente, con la etiqueta entre una bolsa y otra.

## Etiquetado de la muestra

Cada muestra compuesta debe llevar una etiqueta con la siguiente información:

- Nombre del productor
- Nombre y ubicación del predio
- Identificación de la muestra de acuerdo al productor (nombre del predio y un número consecutivo de muestra)

## LITERATURA CITADA

Aceves N., E. 1979. El ensalitramiento de los suelos bajo riego (Identificación, control, combate y adaptación). Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.

Arreola A., J. G. 1990. Efecto de la cianamida de hidrógeno sobre la brotación y desarrollo de laterales en nogal en producción. Matamoros, Coah. INIFAP- Región Lagunera. Informe de Investigación en Fruticultura.

Arreola A., J. G. 1990. Tipo y vigor de ramas y su aplicación en la producción del nogal pecanero. Resumen XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Cd. Juárez, Chih.

Arreola A., J. y A. Lagarda M. 1984. Efecto de la polinización cruzada sobre el amarre y calidad del fruto en 3 cultivares de nogal pecanero (*Caryaillinoensis* K.). Matamoros Coah. CAELALA CIAN INIA. Informe de Investigación en Fruticultura. Vol. 1:571- 584.

Arreola A., J. y A. Lagarda M. 1985. Introducción de variedades de nogal pecanero (*Caryaillinoensis* Koch) en la Región Lagunera. Matamoros Coah. CAELALA CIAN INIA. Informe de Investigación en Fruticultura. Vol. 1:585-592.

Arreola A., J.G. 1989. Crecimiento y rendimiento de variedades de nogal pecanero bajo las condiciones de la Región Lagunera. Matamoros Coah. CAELALA CIAN INIA. Informe de Investigación en Fruticultura.

Ayers, R. S. y D. W. Westcot. 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage paper No. 29. Rev. 1. FAO, Rome.

Bohn, H. L., B. L. McNeal and G. A. O Connor. 1993. Química del suelo. Ed. Limusa, 1ª ed. en español. México, D. F.

Brison, F.R. 1974. Pecan culture. Texas A&M University. College Station, TX.

Brison, R. F. 1975. Cultivo del nogal pecanero. México. CONAFRUT. Pag. 106-10, 133, 279-291.

Cortés, D. O. 1975. Caracterización de floración en nogal. Río Bravo, Tamps. CIAT INIA. Circular Informativa 1 (12).

González C.,G. 1996. Los sistemas de labranza y la distribución de humedad en huertas de nogal pecanero. Informe de investigación 1995-1996. INIFAP-CENID-RASPA.

Hanna, U. D. 1997. Cruzas y efectos de la producción alternada en México. CONAFRUT SARH. VI Ciclo de conferencias Internacionales de Producción de Nuez de la República Mexicana. P. 53-56.

- Hoffman, G. J. 1980. Guidelines for the reclamation of salt affected soils. G. A. O Connor (ed.). 2nd. Inter-American Conference on salinity and water management technology. Cd. Juárez, Chih.,Méx. 11-12 Dec. 1980. pp. 49-64.
- Hoffman, G. J. 1990. Leaching fraction and root zone salinity control. In: Tanji, K. K. (ed.). Agricultural salinity assessment and management. ASCE manuals and reports on engineering practice No. 71.
- Keren, R. and S. Miyamoto. 1990. Reclamation of saline, sodic, and boron affected soils. In: Tanji, K. K. (ed.). Agricultural salinity assessment and management. ASCE manuals and reports on engineering practice No. 71.
- Lagarda M., A. y J. Arreola A. 1994. Causas que propician la germinación de la nuez antes de la cosecha. XIII Conferencias Internacionales sobre el cultivo del Nogal. Delicias, Chihuahua, México. Memorias. pp. 112-116.
- Lagarda M. A. 2002. La germinación prematura de la nuez pecanera. Memoria. Simposio Internacional del Nogal Pecanero. Hermosillo, Sonora. P. 55-66.
- Lagarda M. A., M.D.C. Medina M. y J. Arreola A. 1998. Productive performance of 14 pecan cultivars in the arid zone of the North of Mexico. Third National Pecan Workshop Proceedings. Pecan Industry: Current situation and future challenges. U.S.D.A. pp. 194-200.
- Lagarda M., A. 1977. Efecto de la poda de despunte en la brotación y fructificación del nogal pecanero. Matamoros, Coah. CAELALA CIAN INIA Informe de Investigación en Fruticultura. pp.. 33-52.
- Lagarda M., A. 1978. Comportamiento fenológico de 14 cultivares de nogal pecanero en la Región Lagunera. Matamoros, Coah. CAELALA CIAN INIA Informe de Investigación de Fruticultura. pp. 91-157.
- Lagarda M., A. 1977. Relación entre crecimiento del fruto y algunos puntos críticos del desarrollo fenológico con la acumulación de unidades caloríficas en el cultivo del nogal cáscara de papel. CAELALA CIAN INIA Seminarios Técnicos CIANE 4 (4):2.
- Maden, G. D. and E.J. Brown. 1975. Here are methods to improve pollination. Pecan Quarterly. 9 (4): 10-12.
- Medina M., M. D. C. 1980. Marco de referencia regional de cultivo del nogal en la Región Lagunera. Matamoros, Coah. CAELALA CIAN INIA. Informe de Investigación en Fruticultura. 207 Pag.
- Medina M., M. D. C. 1997. Factores ambientales, infraestructura, y de las huertas y su relación con la fenología y el rendimiento del nogal pecanero. Informe de Investigación de Fruticultura. Campo Experimental La Laguna. CIRNOC. INIFAP.

Medina M., M. D. C., J. A. Samaniego G., J. Santamaría C., R. Faz C., T. Herrera P., M. Ramírez D y G. González C. 1997. Producción de nuez y su alternancia en nogal pecanero. Sexto Simposium Internacional Nogalero. NOGATEC 98. Memorias. Torreón Coahuila. México. pp. 63-69.

Miller, R.W. y R.L. Donahue. 1995. Soils in our environment. 7 Edition. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ.

Miyamoto, S. 1997. Salinity management. In: McEachern, G.R. y L.A. Stein. (Eds.). Texas Pecan Handbook. TAEX Hort Handbook 105. Texas A&M University. College Station, TX.

Miyamoto, S., T. Riley, G. Gobran and J. Petticrew. 1986. Effects of saline water irrigation on soil salinity, pecan tree growth and nut production. IrrigationScience. 7:83-95.

Ojeda, O.D. 1951. Estudio agrológico detallado del Distrito de Riego No. 17 en la Región Lagunera. SARH. Lerdo, Dgo.

Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid.

Región Lagunera. Informe de Investigación. INIFAP-CENID- RASPA.

Richards, L.A. (Ed.) 1962. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México, D.F.

Rivera, G.M., J.L. González B. y J.O. Job. 1997. Diagnostico de los problemas de salinidad y sodicidad en huertas de nogal de la

Santamaria C. J., M.C. Medina M., M. Rivera G. Y R. Faz C.. 2002. Algunos factores de suelo, agua y planta que afectan la producción y alternancia del nogal pecanero. Rev. Fititec. Mex. Vol. 25(2): pag 119-125.

Sparks, D. 1993. Manejo de huertas de nuez pecanera en climas cálidos con énfasis en la germinación prematura y apertura del ruezno. Memorias. XII Conferencia Internacional sobre el Cultivo del Nogal. Guaymas, Sonora. Pag. 25-29.

Sparks, D. and C. E. Brack. 1972. Return bloom and fruit set of pecan from leaf and fruit removal. HortScience. 7 (2) 131-132.

Sparks, D. and J. H. Heath. 1972. Pistillate flower and fuit properties of pecan as a function of time and shoot length. HortScience. 7 (4):402-403

Sparks, D., W Reid, I., E. Yates, M. W. Smith and T. G. Stevenson.1995. Fruiting stress induces shuck and premanture germination in pecan. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(1) :43-53.

Stein, L. A., G. R. McEachern and J. B. Storey. 1989. Summer and fall moisture stress and irrigation scheduling influence pecan growth and production. HortScience. 24(4): 607-611.

Storey, J. B. 1974. Causas que originan la caída de la nuez. México CONAFRUT. 2º Ciclo de Conferencias Internacionales de Productores de Nuez de la República Mexicana. pp. 66-67.

Storey, J. B. y B. W. Wolstenholme. 1997. Desarrollo de la fruta del nogal. México CONAFRUT. 3º Ciclo de Conferencias Internacionales de Productores de Nuez de la República Mexicana. pp. 42-48.

Worley, R. E. 1990. Pecan tree spacing and tree size. Pecan Husbandry: Challenges and opportunities. Georgia U. S. D. A. Agricultural Research Service. pp. 143-151.

Zertuche, M. and J. B. Storey. 1983. Preharvest germination of pecans. HortScience 8 (4):579.