

TRABAJO PROFESIONAL
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO BIOQUÍMICO

QUE PRESENTA:

OMAR FAREIH GUILLÉN DOMÍNGUEZ

CON EL TEMA:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE NEEM
(*Azadirachta indica*, A. Juss) Y MATA-RATÓN (*Gliricidia sepium*,
Jacquin) SOBRE EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*, L.) EN
AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN”**

ASESOR:

DR. JOAQUIN ADOLFO MONTES MOLINA

MEDIANTE:

OPCION I

(TESIS PROFESIONAL)

ÍNDICE

Cap.	Contenido	Pág.
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	JUSTIFICACIÓN	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1	Objetivo general	4
3.2	Objetivo específico	4
4.	MARCO TEÓRICO	5
4.1	Agricultura de conservación (AC)	5
4.1.1	Consideraciones para aplicar agricultura de conservación	6
4.1.2	Beneficios de la agricultura de conservación	6
4.1.2.1	Beneficios inmediatos	6
4.1.2.2	Beneficios a mediano y largo plazo	6
4.1.3	Principios de la agricultura de conservación	7
4.1.3.1	Remoción mínima del suelo (labranza mínima)	7
4.1.3.2	Implementación del uso de rastrojo	7
4.1.3.2.1	Beneficios del uso de rastrojo	8
4.1.3.3	Rotación de cultivos	8
4.1.3.3.1	Beneficios de la rotación de cultivos	9
4.1.4	Necesidades para la implementación de la AC	10
4.2	Maíz (<i>Zea mays</i> . L.)	12
4.2.1	Características morfológicas y fisiológicas del maíz	12
4.2.2	Morfología y anatomía de la semilla de maíz	13
4.3	Neem (<i>Azadirachta indica</i> , A Juss.)	17
4.3.1	Características morfológicas	17
4.3.2	Descripción	18
4.3.3	Cultivo y propagación	19

4.3.4	Composición química	20
4.3.5	Uso del neem como bioinsecticida	21
4.4	Mata-ratón (<i>Gliricidia sepium</i> , Jacquin)	23
4.4.1	Características morfológicas	23
4.4.2	Descripción	24
4.4.3	Cultivo y propagación	24
4.4.4	Composición química	25
4.4.5	Usos	26
5.	METODOLOGÍA	27
5.1	Medición de variables de crecimiento de las plantas	28
5.2	Medición de variables de las mazorcas	28
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	29
6.1	Figuras de rendimientos	30
6.2	Figuras de variables de crecimiento	32
6.3	Figuras de variables de mazorca	41
7.	CONCLUSIONES	47
8.	BIBLIOGRAFÍA	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.	Descripción	Pág.
1.	Ubicación del rancho “La Gloria”	2
2.	Cultivo de maíz con rastrojo de cobertura de una parcela del rancho “La Gloria”	8
3.	Parcela tratada con agricultura de conservación (AC)	11
4.	Semilla y plántula de maíz	14
5.	Sección longitudinal mediana del grano de maíz	16
6.	Árbol de neem (<i>Azadirachta indica</i> , A. Juss)	17
7.	Hoja de neem (<i>Azadirachta indica</i> , A. Juss)	19
8.	Estructura química de la azadiractina (C ₃₅ H ₄₄ O ₁₆)	20
9.	Árbol de mata-ratón (<i>Gliricidia sepium</i> , Jacquin)	23
10.	Hojas de mata-ratón (<i>Gliricidia sepium</i> , Jacquin)	25
11.	Medición de las variables de planta	28
12.	Análisis estadístico para la variable rendimiento por hectárea de los diferentes tratamientos en condiciones de riego en el experimento número uno	30
13.	Análisis estadístico para la variable rendimiento por hectárea de los diferentes tratamientos en condiciones de riego en el experimento número siete	30
14.	Análisis estadístico para la variable longitud de la planta de maíz en condiciones de riego para el experimento uno	32
15.	Análisis estadístico para la variable longitud de la planta de maíz en condiciones de riego para el experimento siete	32
16.	Análisis estadístico para la variable diámetro de tallo de la planta de maíz en condiciones de riego para el experimento uno	33
17.	Análisis estadístico para la variable diámetro de tallo de la planta de maíz en condiciones de riego para el experimento siete	34
18.	Análisis estadístico para la variable altura de mazorca en condiciones de temporal para el experimento uno	35
19.	Análisis estadístico para la variable altura de mazorca en condiciones de riego para el experimento siete	35
20.	Análisis estadístico para la variable número de mazorcas por planta de maíz en condiciones de riego para el experimento uno	36
21.	Análisis estadístico para la variable número de hojas por planta en condiciones de riego para el experimento siete	37

22.	Análisis estadístico para la variable número de hojas por planta en condiciones de riego para el experimento uno	38
23.	Análisis estadístico para la variable número de hojas por planta en condiciones de riego para el experimento siete	38
24.	Análisis estadístico para la variable porcentaje de daño de las plantas en condiciones de riego para el experimento uno	39
25.	Análisis estadístico para la variable porcentaje de daño de las plantas en condiciones de riego para el experimento siete	40
26.	Análisis estadístico para la variable longitud de mazorca en condiciones de riego para el experimento uno	41
27.	Análisis estadístico para la variable longitud de mazorca en condiciones de riego para el experimento siete	41
28.	Análisis estadístico para la variable diámetro de mazorca en condiciones de riego para el experimento uno	42
29.	Análisis estadístico para la variable diámetro de mazorca en condiciones de riego para el experimento siete	43
30.	Análisis estadístico para la variable número de hileras por mazorca en condiciones de riego para el experimento uno	44
31.	Análisis estadístico para la variable número de hileras por mazorca en condiciones de riego para el experimento siete	44
32.	Análisis estadístico para la variable número de granos por hilera en condiciones de riego para el experimento uno	45
33.	Análisis estadístico para la variable número de granos por hilera en condiciones de riego para el experimento siete	46

INDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Pág.
1.	Tratamientos implementados y su abreviatura	29

1. INTRODUCCIÓN

El maíz es el tercer cultivo más importante a nivel mundial, después del trigo y el arroz (SIAP, 2012). En este contexto, México ocupa el cuarto lugar mundial (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2007) y representa el mercado más grande de maíz (INEGI, 2012), siendo este cultivo el más importante desde el punto de vista alimentario, económico, industrial y sociocultural, en comparación con otros cereales, como arroz, sorgo, trigo y cebada (Conde, 2007).

El estado de Chiapas es el quinto productor nacional de maíz (SIAP, 2012), con 1.7 millones de toneladas producidas en el año 2011 y representa el sustento alimentario de las familias y el empleo de tres de cada cinco productores agrícolas (García, 2005).

La agricultura de conservación se presenta como una alternativa para elevar la producción, bajar costos, disminuir los riesgos y los índices de degradación ambiental. Comprende una serie de técnicas que tienen como objetivo fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales mediante un manejo integrado del suelo, agua, agentes biológicos e insumos externos (López, 2011).

Entre sus múltiples contribuciones encontramos:

- Favorece la filtración del agua y la retención de la humedad
- Retiene por más tiempo la humedad del suelo en zonas de temporal o riego, promueve el uso eficiente del agua y genera ahorros en su consumo durante el riego.
- Mejora las propiedades químicas y biológicas del suelo.
- Aumenta el nivel de materia orgánica.
- Reduce la erosión.
- Disminuye la quema del rastrojo.
- Al reducirse el uso de maquinaria agrícola, se ahorra combustible; hay menos emisiones de contaminantes y menor compactación del suelo, que se asocia al exceso de pases de maquinaria.

Se pretende, con el manejo adecuado del suelo, mantener su fertilidad y estructura. Los suelos con elevada fertilidad proporcionan cultivos con altos rendimientos, buena cobertura vegetal, y como consecuencia, condiciones que permiten minimizar los efectos erosivos de la lluvia al caer, de la escorrentía y el viento (Rodríguez, 1992), ya que el verdadero problema de la agricultura es su pérdida y degradación. Para evitar la erosión de suelo hay que adoptar técnicas

como la reducción y minimización de arado y labranza, la rotación de cultivos, la utilización de rastrojo (restos vegetales de las cosechas anteriores) como medio natural de protección y fertilización de los suelos, y el uso racional de fertilizantes y plaguicidas químicos (Kiishweko, 2013).

Y es precisamente el uso de los plaguicidas químicos un factor importante a considerar ya que estos provocan daños al medio ambiente y a la salud de la población que entra en contacto directa o indirectamente con el insumo fumigado. Ante esto se han buscado sustitutos que no tengan efectos nocivos para el medio ambiente y una de estas alternativas es el uso de bioinsecticidas.

Los bioinsecticidas son derivados de materiales naturales como animales, plantas, microorganismos y minerales, son una alternativa viable para ser utilizados dentro de esquemas de control biológico de plagas en los principales cultivos agrícolas, su uso permite mantener la productividad del campo sin contaminarlo y sin poner en riesgo la salud humana, además favorece la práctica de una agricultura sustentable con un menor empleo de insecticidas químicos (Nava *et al* 2012).

El presente trabajo se desarrolló en el rancho "La Gloria" en la localidad Jesús María Garza, municipio de Villaflores (16° 23' 28.16" N, 93° 17' 20.80" O), perteneciente a la región Frailesca del estado de Chiapas, donde se realizó la agricultura de conservación en el cultivo de maíz comparándola con la agricultura convencional en condiciones de riego, se compararon los resultados del uso de un tratamiento químico convencional dejándolo de manera expuesta al aplicar (tanto en el método de agricultura de conservación como en el convencional) con los bioinsecticidas elaborados con extracto de hojas de neem y mata-ratón.



Figura 1. Ubicación del rancho "La Gloria"

2. JUSTIFICACIÓN

Chiapas se distingue por su abundancia de recursos naturales y, también, por la pobreza de su población, las inundaciones frecuentes y altos riesgos climáticos en la agricultura. El maíz, uno de sus principales cultivos, presenta baja rentabilidad debido a la degradación de los suelos por erosión hídrica y altos costos de producción (López, 2011).

Hasta la mitad del siglo pasado, los agricultores no tenían herramientas aparte del laboreo del suelo para eliminar hierbas adventicias, descompactar el terreno y preparar un adecuado lecho de siembra, la labranza se entendía entonces como algo fundamental y necesario para lograr buenas cosechas. Desafortunadamente la implementación de estas prácticas de arado provoca la erosión de los suelos ocasionando que a la larga los mismos queden como terrenos infértiles para la producción agrícola (Fernández, 1997).

La agricultura de conservación nace por la necesidad de reducir esa erosión basándose en tres principios: Remoción mínima del suelo (labranza mínima), implementación del uso de rastrojo y la rotación de cultivos.

Otro punto importante también a considerar es la implementación de bioinsecticidas artesanales, ya que se ha observado que para el control de plagas agrícolas, generalmente los agricultores utilizan agroquímicos sintéticos, provocando contaminación en el ambiente, en el producto cosechado y problemas de salud humana, una de las alternativas actuales para el control de plagas es la utilización de plaguicidas de origen vegetal, para lo cual, los elaborados con el extracto de hojas de neem (*Azadirachta indica*) y Mata-ratón (*Gliricidia sepium*) han demostrado controlar plagas en una forma sana y económica, en comparación a los plaguicidas químicos sintéticos, lo que permite utilizarlos como una alternativa en la agricultura orgánica (Montes *et al*, 2008).

Todo esto en conjunto puede lograr que el suelo consiga mejorar su estructura y aumentar sus niveles de materia orgánica, además de mejorar los rendimientos de las cosechas y los ingresos de los agricultores.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de dos bioinsecticidas a base de extracto de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*, Jacquin.) sobre el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) en agricultura de conservación.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del extracto de neem y mata-ratón sobre las variables de crecimiento de la planta de maíz en agricultura de conservación.
- Evaluar el efecto del extracto de neem y mata-ratón sobre las variables de la mazorca de la planta de maíz en agricultura de conservación.
- Evaluar el efecto del extracto de neem y mata-ratón sobre las variables de cosecha de maíz en agricultura de conservación.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Agricultura de conservación (AC)

La Agricultura de Conservación se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, del agua y de todos los recursos agrícolas. Su característica principal es que bajo formas específicas y continuadas de cultivo, la regeneración del suelo es más rápida que su degradación de modo que la intensificación de la producción agrícola es económica, ecológica y socialmente sostenible (Vuelta, 2011).

Es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos cruciales: no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente), cobertura permanente del suelo (especialmente con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura), selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria. Estos sistemas muestran que cuando la calidad del suelo mejora, aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del suelo (FAO, 2005).

La cubierta permanente proporcionada por los sistemas agroforestales y cultivos sembrados en suelos protegidos con rastrojos o cultivos de cobertura no sólo protege al suelo del impacto físico de la lluvia y del viento, sino que también conserva la humedad del suelo y disminuye la temperatura en las capas superficiales. Así, el suelo se convierte en un hábitat favorable para una cantidad de microorganismos, incluyendo raíces de plantas, lombrices, insectos y microorganismos, como por ejemplo, hongos y bacterias. Esta vida del suelo usa la materia orgánica de la cubierta y la recicla en humus y en nutrientes, y contribuye a estabilizar físicamente la estructura del suelo, permitiendo que el aire y el agua se filtren y se almacenen (Hernández *et al.* 2008).

Este proceso incrementa fuertemente la conservación del suelo, del agua, la fertilidad y reduce la erosión hídrica de los suelos y arrastres de tierra que son frecuentes en áreas de ladera.

La erosión hídrica de los suelos, se refiere al arrastre y lavado continuo de los suelos por los escurrimientos del agua de lluvia. La erosión se considera como la principal amenaza de las ganancias de los productores. Además de empobrecer los suelos, la erosión también ensucia el agua, daña los caminos y cuando se presentan lluvias muy fuertes causa inundaciones y desastres en las tierras bajas (López, 2011).

4.1.1 Consideraciones para aplicar la agricultura de conservación

- Mantener una cobertura de residuos sobre el terreno para evitar que la lluvia caiga sobre el suelo desnudo.
- Una acción clave radica en la no quema de los residuos.
- Reducir al mínimo el movimiento del suelo para evitar que los escurrimientos lo arrastren con facilidad.
- Detener los escurrimientos con el establecimiento de barreras (vegetativas, piedra y otras) atravesadas a la pendiente del terreno, empezando en las partes altas y terminando en las más bajas.
- Practicar la rotación de cultivos, intercalando gramíneas (maíz, sorgo y más) con leguminosas (frijol común, café y canavalia, entre otros tipos), para aumentar la protección y mejorar las propiedades del suelo e incorporarle materia orgánica de alta calidad (Hernández *et al*, 2008).

4.1.2 Beneficios de la agricultura de conservación

4.1.2.1 Beneficios inmediatos

- Aumenta la infiltración de agua debido a que la estructura del suelo queda protegida por los residuos y al no haber labranza los poros se conservan intactos.
- Se reduce el escurrimiento de agua y la erosión del suelo al aumentar la infiltración de agua, resultado del estancamiento causado por los residuos.
- Se evapora menos humedad de la superficie del suelo, al quedar protegida de los rayos solares por los residuos.
- El estrés por humedad de las plantas es menos frecuente e intenso gracias a que, al aumentar la infiltración de agua y disminuir la evaporación del suelo, aumenta el contenido de humedad.
- Se necesitan menos pasadas de tractor y mano de obra para preparar el terreno y, por consiguiente, disminuyen los costos de combustible y mano de obra.

4.1.2.2 Beneficios a mediano y largo plazo

- Mayor cantidad de materia orgánica que mejora la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, y mejora la retención de agua.
- Los rendimientos aumentan y son más estables.
- Aumenta la actividad biológica tanto en el suelo como el ambiente aéreo; esto contribuye a mejorar la fertilidad biológica y permite establecer un mejor control de plagas (CIMMYT, 2011).

4.1.3 Principios de la agricultura de conservación

4.1.3.1 Remoción mínima del suelo (labranza mínima)

Consiste en reducir al mínimo la labranza del suelo a fin de preservar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Como resultado, se protege la superficie de las gotas de agua, incrementando la materia orgánica por los residuos vegetales y manteniendo los agregados, conservando la humedad y la tasa de infiltración (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Otro aspecto a considerar de suma importancia es el control de maleza al inicio del proceso, para esto debe utilizarse un desecante o otra herbicida de rápida descomposición solo donde sea necesario utilizar.

4.1.3.2 Implementación del uso de rastrojo

Consiste en la incorporación de los residuos de la cosecha anterior, antes de la siguiente siembra con la finalidad de mantener y/o aumentar el contenido de materia orgánica, incrementar la actividad micro y macro biológica del suelo, evitar la pérdida de nutrientes, así como mejorar la estructura y capacidad de retención de humedad del suelo (Castañeda y Monroy, 1984). Los productores usan el rastrojo en la agricultura porque es un componente clave para el suelo, ya que impactan favorablemente sobre sus propiedades químicas, físicas y biológicas, siendo por lo tanto fundamental para obtener rendimientos elevados y estables de los cultivos. Además, un incremento en la frecuencia de siembra de cultivos que aportan un mayor volumen de rastrojos amortigua la caída del contenido de materia orgánica del suelo y favorece la recuperación del mismo (Álvarez y Ochoa, 2006).

En la región Frailesca, 53% de los productores utilizan el rastrojo para AC, 27% para alimentar el ganado y 20% lo queman (Guevara *et al*, 2013). Es lamentable, aunque sólo sea una baja proporción, que aún existan productores que queman el rastrojo en la región sin saber los múltiples beneficios económicos y ambientales que este puede generarles, ya que el uso del rastrojo como material de cobertura del suelo, ha resultado ser de las medidas más efectivas, no sólo para evitar la erosión por su acción protectora, sino también mejorando la retención de humedad, así como fuente continua de nutrientes para la vida en el suelo, estimulando el crecimiento poblacional y funcionamiento de los organismos en él, incrementando de esta manera la fertilidad de los suelos agrícolas (Maldonado, 2013).



Figura 2. Cultivo de maíz con rastrojo de cobertura de una parcela del rancho “La Gloria”

4.1.3.2.1 Beneficios del uso de rastrojo

- Mayor filtración de agua.
- Menor evaporación de agua.
- Mayor volumen de agua disponible para los cultivos.
- Menor erosión por agua y viento.
- Más actividad biológica.
- Mayor producción de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Temperaturas moderadas del suelo.
- Reducción de malezas (CIMMYT, 2011).

4.1.3.3 Rotación de cultivos

En los sistemas de monocultivo, al paso del tiempo se observa un incremento de plagas y enfermedades específicas del cultivo. Asimismo, la cantidad de nutrientes disminuye, porque las plantas ocupan siempre la misma zona de raíces y en la temporada siguiente las raíces no se desarrollan bien.

Una rotación es la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos, sobre un área de terreno determinado. Esta práctica debe programarse tomando en cuenta las condiciones ecológicas y socioeconómicas de cada región (Tayupanta y Córdova, 1999).

Consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en el tiempo. Si se alternan los cultivos adecuadamente, se puede mantener el suelo constantemente ocupado, lo cual determina un crecimiento menor de las malas hierbas.

Se da con plantas que tienen las raíces profundas y otras que las tienen superficiales o con plantas que requieren un abonado diferente. La rotación de cultivos se ha empleado desde siempre como método tradicional para evitar desgastar el suelo y para que no se desarrollen tanto las plagas o enfermedades de las plantas (Botanical, 2013).

La rotación de cultivos es necesaria en la AC con el fin de evitar el aumento de plagas, malezas o enfermedades y para asegurar un sistema de raíces que penetren en el suelo a diferentes profundidades. Esto también conduce a una extracción más equilibrada de los nutrientes del suelo, la rotación es un sistema que consiste en alternar, en la misma época del año cultivos de coberturas o abonos verdes y cultivos comerciales en una secuencia que debe ser planificada teniendo el escenario de mercado, los precios de los productos, el capital disponible, la mano de obra entre otros.

4.1.3.3.1 Beneficios de la rotación de cultivos

- Se reduce la incidencia de plagas y enfermedades, al interrumpir sus ciclos de vida.
- Se puede mantener un control de malezas, mediante el uso de especies de cultivo asfixiantes, cultivos de cobertura, que se utilizan como abono verde o cultivos de invierno cuando las condiciones de temperatura, humedad de suelo o riego lo permiten.
- Proporciona una distribución más adecuada de nutrientes en el perfil del suelo (los cultivos de raíces más profundas extraen nutrientes a mayor profundidad).
- Ayuda a disminuir los riesgos económicos, en caso de que llegue a presentarse alguna eventualidad que afecte alguno de los cultivos.
- Permite balancear la producción de residuos: se pueden alternar cultivos que producen escasos residuos con otros que generan gran cantidad de ellos (CIMMYT, 2012).

4.1.4 Necesidades para la implementación de la agricultura de conservación

El centro de la atención de la agricultura de conservación se enfocará, especialmente en los primeros años hacia el control de las malezas y el manejo de los residuos (cultivos) de cobertura, y el monitoreo de la incidencia de las plagas y enfermedades. El agricultor debe estar preparado para asumir nuevos hábitos y horarios (INAFOR, 2007).

La Agricultura de Conservación está fundamentada en la restauración de los procesos naturales que ocurren y por ende necesita un periodo de conversión antes de que el nuevo sistema sea establecido y los balances naturales sean restituidos. Bajo estas condiciones un cambio en el sistema hacia la agricultura de conservación puede generar rápidamente un impulso, ya que los resultados son claros, especialmente para los agricultores, por lo cual son necesarias las siguientes prácticas para una adecuada implementación de la agricultura de conservación:

- Cambio de mentalidad y construcción colectiva involucrando la experiencia de técnicos y productores.
- Escoger áreas más fértiles y con menos malezas problema.
- Escoger áreas bien soleadas evitando mal drenadas.
- Subsolar las áreas que estén compactadas.
- Nivelación del suelo para permitir un buen trabajo del rolo-cuchillo y sembradoras.
- Corregir la acidez y las deficiencias de fertilidad para promover una adecuada producción de biomasa.
- Preparación de la cama de siembra con uno o dos cultivos de cobertura (abonos verdes o cultivos comerciales rastrojeros). Mismo que no se consiga, es bueno saber que la cantidad ideal de rastrojo para empezar el sistema es de 10 a 15t de materia seca por hectárea.
- No olvidar que la cobertura protege el suelo de la erosión, de la compactación, mantiene el suelo más húmedo y disminuye la amplitud térmica. Por lo tanto, hay que repetir los cultivos de cobertura o rastrojeros siempre que necesario, una a dos veces al año.
- Corregir la calidad del agua, en todas las fumigaciones no se puede olvidar de acidificar las soluciones para pH 3, con urea o pH plus, debido al riesgo de inoperancia principalmente de los herbicidas (FAO, 2005).



Figura 3. Parcela tratada con agricultura de conservación (AC)

4.2 Maíz (*Zea mays*, L.)

4.2.1 Características morfológicas y fisiológicas

Nombre común: Maíz.

Nombre científico: *Zea mays*.

Reino: *Plantae*.

División: *Magnoliophyta*.

Clase: *Liliopsida*.

Orden: *Poales*.

Familia: *Poaceae*.

Género: *Zea*.

Raíz: La planta tiene dos tipos de raíz, las primarias son fibrosas, presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta, sin embargo, por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a la sequía, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas de grandes vientos.

Tallo: El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares.

Hojas: Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos, la parte comestible de la planta, cuyo número puede variar entre ocho y treinta.

Inflorescencia: Es una planta monóica de flores unisexuales, sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran bien diferenciadas en la misma planta.

La inflorescencia masculina es terminal se le conoce como panícula, panoja o espiga, compuesta por un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen.

Las inflorescencias femeninas mazorcas se localizan en las yemas axilares de las hojas, son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen.

Semillas: En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca.

4.2.2 Morfología y anatomía de la semilla de maíz

La morfología se refiere a la forma de la semilla y la anatomía a las partes internas y externas que la forman. A continuación se describen ambas partes de la semilla madura de maíz según Moreno (1984).

De acuerdo a su tamaño y a su forma las semillas para siembras se clasifican de la siguiente manera: bola grande, bola chica, plano grande, plano medio y plano. Esta clasificación es de interés en la industria de la producción de semillas certificadas para siembras en campo de productores. Desde el punto de vista fisiológico, el tamaño de la semilla es importante debido a su correlación positiva que existe con el vigor de las plántulas y con el rendimiento de grano de la planta.

Respecto a su anatomía, la semilla de maíz, está formada por la testa, el pedicelo, restos del estigma, el endospermo y el embrión. Este último, a su vez, está constituido por el coleoptilo o plúmula, el escutelo o cotiledón, la coleorriza y la radícula.

De acuerdo con Meyer (1994), las estructuras de la semilla de maíz tienen las siguientes funciones:

Coleorriza: Tejido que envuelve la radícula en el embrión de las plantas gramíneas. Al desarrollarse aquella durante la germinación, atraviesa la testa y se introduce al suelo.

Coleoptilo: Tejido que envuelve la plúmula en el embrión de las plantas gramíneas y de otras monocotiledóneas. Al desarrollarse aquella durante la germinación, atraviesa el suelo y se asoman al aire de los extremos de la hoja.

Plúmula: Yemecilla que en el embrión de la planta es rudimento del tallo. Parte del embrión vegetal contenido en el interior de una semilla que corresponde a los esbazos del tallo o vástago.

Escutelo: Parte de la semilla que en muchas especies de plantas rodea el embrión. Nombre propuesto para designar al cotiledón en las semillas de las plantas gramíneas.

Radícula: Parte del embrión destinado a la raíz de la planta. Cabe mencionar que ésta no formará el sistema radical permanente en la planta de maíz.

Pedicelo: Columna carnosa que sostiene el sombrerillo de las setas. Este representa la unión del grano con el pedúnculo (olote), mediante el cual los productos de la fotosíntesis llegan al grano para su desarrollo (Gómez citando a Espinosa Paz, 2000).

Embrión: Organismo que no se ha desarrollado; antes de la germinación o nacimiento.

Endospermo: Tejido de reserva de las semillas; de donde la plántula tomará sus alimentos para iniciar su crecimiento.

Resto del estigma: Cuerpo glanduloso, colocado en la parte superior del grano y que se forma cuando el estigma muere.

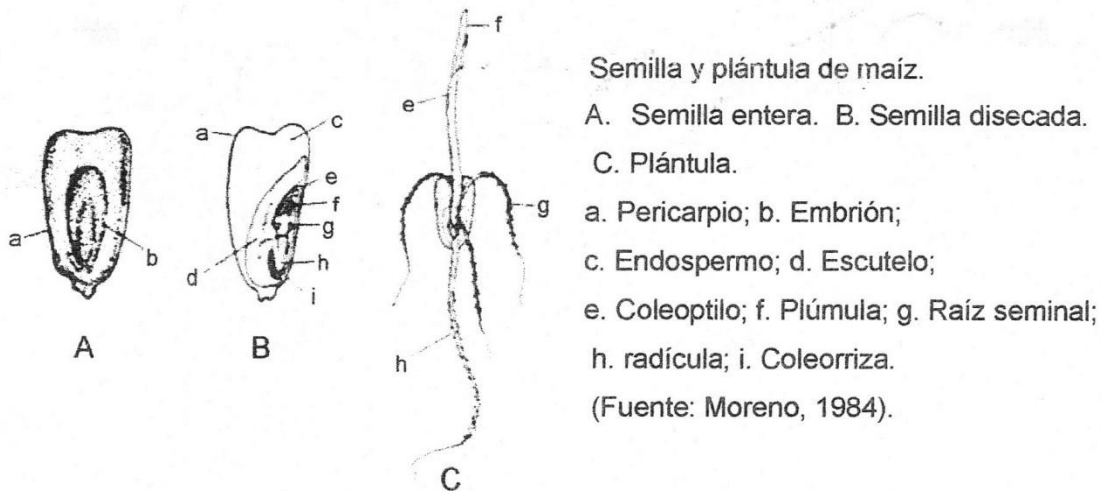


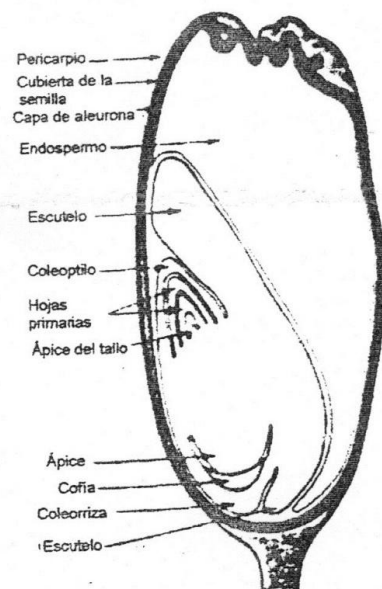
Figura 4. Semilla y plántula de maíz

Germinación de la semilla: Este proceso fisiológico se define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que se encuentran en el embrión y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables. Este proceso consta de tres fases: la primera es la imbibición que es la absorción de agua por la semilla, la segunda es el desequilibrio hormonal e inicio del metabolismo en el interior de la semilla, y la tercera es el inicio del crecimiento de las estructuras del embrión.

Con frecuencia cuando la semilla es madura, no germina inmediatamente. Varios factores influyen en el reinicio de la semilla. Muchos de ellos son ambientales, como el agua, el oxígeno, la temperatura y, algunas veces la luz. Ninguna semilla germinará a menos que absorba agua (Ville, 1992). Las condiciones básicas para la germinación son las mismas que las del metabolismo activo, ya que es necesario un medio acuoso. Cuando una semilla germina, su maquinaria metabólica se activa, sintetizando y degradando numerosos materiales. Por lo tanto, el agua es un requisito absoluto para la germinación. Como las semillas, casi invariablemente, pasan por un periodo de desecación durante la maduración, la primera fase de la germinación es la absorción de agua, a este proceso se le llama imbibición (Duffus, 1985).

El agua penetra en las células del embrión y del endospermo. El contenido de humedad de estas células asciende desde un nivel del 10%, previa a la germinación hasta el 90% o más. Cuando el protoplasma de la célula absorbe humedad, se ponen en marcha diversos procesos vitales. La hormona de crecimiento vegetal, el ácido indolacético, que controla y promueve las diversas etapas del crecimiento, comienza su función regulando el desarrollo del hipocotilo y el epicotilo. Entonces se dirigen los nutrientes almacenados en el endospermo y en los cotiledones. Aumenta rápidamente la velocidad de la respiración, lo que da por resultado la liberación de energía química, esencial para la liberación, la producción de protoplasma y otros procesos del crecimiento del crecimiento. Cuando se produce la digestión, la respiración y la asimilación de nutrientes en el protoplasma vivo, las células de los extremos del epicotilo y del hipocotilo comienza a dividirse, formando células nuevas. Estas empiezan a aumentar de tamaño a medida que absorben agua y se forma un nuevo protoplasma. A esta altura, la punta del hipocotilo emergerá a través de una fisura en el tegumento embrionario, producida por la absorción de agua. El extremo inferior del hipocotilo en crecimiento se convierte en la raíz primaria de la plántula. Puede alcanzar una longitud de dos o más centímetros, antes que emerja del tegumento la punta en crecimiento del epicotilo, en el extremo opuesto del embrión (Meyer, 1994).

Cuando la semilla germina, la primera parte que emerge es la radícula o raíz embrionaria. Al crecer, la raíz abre su camino en el suelo, donde encuentra una fricción considerable. Las delicadas células de la punta de la raíz, están protegidas por una capa de células llamada cofia. Las puntas de los tallos no están cubiertas por una capa protectora, pero poseen varios mecanismos para proteger las delicadas puntas conforme crecen a través del suelo hasta la superficie, en el caso del maíz posee una capa especial de células llamada coleoptilo, alrededor del retoño. Dicha capa empuja hacia arriba a través del suelo y, el retoño, más delicado, crece a través de la vaina del coleoptilo (Ville, 1992).



Sección longitudinal mediana del grano maduro de maíz (Fuente: Duffus, 1985).

Figura 5. Sección longitudinal mediana del grano de maíz

4.3 Neem (*Azadirachta indica*, A. Juss)

4.3.1 Características morfológicas

Nombre común: Neem.

Nombre científico: *Azadirachta indica*.

Reino: Vegetal.

División: *Fanerogámas*.

Sub-división: *Angiosperma*.

Clase: *Dicotiledóneas*.

Sub-clase: *Dialipétala*.

Orden: *Sapindales*.

Familia: *Meliaceae*.

Género: *Azadirachta*.

Especie: *Indica*.



Figura 6. Árbol de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss)

4.3.2 Descripción

La *azadirachta indica*, comúnmente llamado neem, es originario de la parte tropical del suroeste del continente Asiático en países como India y Birmania, fue introducido a las zonas áridas de África durante el siglo pasado como árbol ornamental y actualmente crece en muchos países de Asia y en áreas tropicales de diversas partes del resto del mundo (Lewis, 1983). El árbol de neem puede alcanzar hasta 30 metros de altura, crece en diferentes condiciones climáticas actualmente se cultiva en zonas semiáridas con precipitaciones pluviales de 200 a 1200 mm H₂O y tolera temperaturas de 0 a 49°C (Orozco y Rodríguez, 2006).

Crece en suelos pobres en nutrientes y es tolerante a altas temperaturas, pero es susceptible al frío y nevadas excesivas (Radwanski, 1977). Su hábitat nativo se encuentra a altitudes entre 50 y 100 m.s.n.m y 30mm de precipitación pluvial por año es suficiente para su crecimiento normal. Sus largas raíces tienen la habilidad de extraer nutrientes y humedad en suelos arenosos altamente filtrantes y pueden aguantar largos periodos de sequedad. Aunque la planta crece mejor con suelos con pH de 5.0, en sus estructuras internas alcanza la neutralidad (Radwanski, 1969).

El neem se usa en diversos campos: medicinal, ganadería, forestal y agrícola, entre otros, respecto al primero sus hojas son utilizadas para preparar té, para la fiebre y jabón de aceite para enfermedades de la piel, en ganadería se utiliza como forrajero, asimismo el aceite de neem, que es el extracto acuoso de las semillas, es efectivo para el control de las garrapatas y las moscas del ganado, así como también de plagas y sarna en los perros y otros animales domésticos. En lo forestal, es considerado un árbol de buena sombra, protector de suelos de la erosión, como rompe vientos, para la producción de semillas, con fines energéticos y madera para construcción de muebles etc.

En el aspecto agrícola el neem es un insecticida natural ya que los extractos de las semillas y hojas se utilizan como inhibidores del desarrollo larval y como repelente de plagas. Además se le considera un insecticida ecológico, debido a que no es contaminante. El neem puede combatir plagas como el gusano cogollero del maíz, mosca en el tomate y pepino, gusano verde en el melón, la mosca blanca en el frijol, etc. (Isman, 1997).

Las sustancias contenidas en el Neem, afectan la alimentación, el crecimiento, la metamorfosis, la fecundidad y la esterilidad de los huevos, la oviposición, los sentidos de la vista y el olfato, las habilidades de saltar, escalar y volar, la longevidad, y las conductas de cortejo y apareamiento. (Schmutterer y Wilps, 1995)



Figura 7. Hoja de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss)

4.3.3 Cultivo y propagación

Los arboles de neem se han cultivado extensivamente en el trópico del viejo mundo. En el nuevo mundo algunos árboles tienen casi un siglo de edad, pero su importancia se ha ignorado por mucho tiempo. Hoy en día, este árbol es la primera elección para propagar en las islas del Caribe, América central y América del sur (Pliske, 1984) y aún está siendo propagado en los Estados Unidos. En Puerto Rico se tienen arboles de 6 años de edad, estos árboles crecieron en invernaderos y se trasladaron cuando tenían un metro de altura (Jacobson, 1987). Las plantas germinadas directamente establecen un buen sistema radicular antes de que tenga un crecimiento aéreo rápido (National Academy of Sciences USA, 1980) y sustancialmente se reducen los costos del trasplante. Las plantas germinadas de neem generalmente se propagan en invernadero y se trasladan al campo, aunque el sembrado de las semillas directamente se ha probado con éxito bajo condiciones adecuadas de irrigación. En el invernadero, las semillas se germinan en bolsas de plástico, germinadores o semilleros. La germinación comienza a los 7-8 días y continúa por 3.5 semanas. Se recomienda el trasplante de las plántulas cuando estas alcancen una altura de 15 a 20 cm. Sin embargo, Randwaski (1977) sugiere el trasplante de las plántulas cuando se alcanza una altura de 7.5-10cm. Singh (1982) menciona que en la India es bien conocido el trasplante de tocones o cepas; estos se preparan a partir de plántulas de 2 años de edad y se plantan posteriormente en surcos de 30cm después de podar.

Para propagar el árbol de neem y considerarlo como un árbol comercial, debe de entenderse muy bien las características de la germinación, algunas iniciativas se han tomado en las Islas Mauricio (Fagoonee, 1984), en donde se dan algunas sugerencias para incrementar los porcentajes de germinación. Sin embargo, un procedimiento más efectivo podría ser el que utilice propágulos obtenidos por medio de técnicas de cultivo de tejidos. La *A. Indica* puede ser propagado fácilmente por semillas, y se puede trasplantar bien a los 9-12 meses de germinado. La reproducción normalmente empieza después del 5º año. Las malezas pueden competir por la humedad y los nutrientes con lo que retardan el crecimiento de las plántulas y es bien conocido que los arboles de neem no crecen bien cuando se interplantan entre muchos cultivos (Radwanski & Wickens, 1981). Sin embargo existen reportes de que el neem crece bien con los cultivos de algodón, ajonjolí, cacahuate, cáñamo, frijol y sorgo (Benge, 1988).

4.3.4 Composición química

La azadiractina (Aza) es reconocida como el compuesto activo más importante y abundante del neem y únicamente es producido por la *azadirachta indica* (Mordue y Blackwell, 1993).

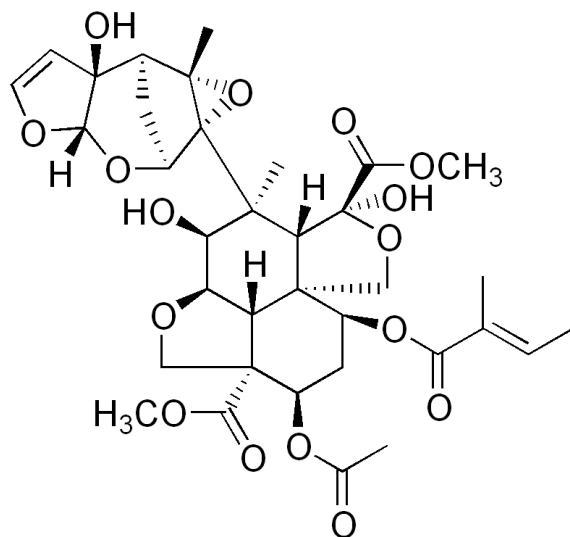


Figura 8. Estructura química de la azadiractina (C₃₅H₄₄O₁₆)

Además de la Aza, se reporta que el meliantról y el salanín hacen que los insectos dejen de alimentarse. El nimbin y nimbidin poseen actividad antiviral. El deactilazadiractinol, se encuentra en menor concentración, funciona como antihormona y paraliza el sistema digestivo del insecto. El 3-deacetilsalanín y el salanol, están relacionados químicamente con el salanín y también son antialimentarios (National Research Council, 1992).

El aceite de neem es rico en ácidos grasos (Skellon *et al*, 1962) y la torta de neem (que es el residuo sólido que queda después de la obtención del aceite) tiene un alto contenido de azufre en comparación con otras tortas derivadas de otros vegetales (Sinha *et al*, 1984). Las hojas contienen fibra cruda (11-24%), carbohidratos (48-51%), proteína cruda (14-18%), grasa (2.3-6.9%), cenizas (7.7-8.5%), calcio (0.8-2.4%) y fósforo (0.13-0.24%) (Keher & Nagi , 1949). Así como diferentes aminoácidos que incluyen los esenciales (Dakshinmurthi, 1954).

4.3.5 Uso del neem como bioinsecticida

Para el control de plagas agrícolas, generalmente los agricultores utilizan agroquímicos sintéticos provocando contaminación en el ambiente, en el producto cosechado y problemas de salud humana. Una de las alternativas actuales para el control de plagas es la utilización de plaguicidas de origen vegetal, para lo cual, el árbol de neem ha presentado buenos resultados en eficiencia (Osuna, 2005).

A diferencia de muchos insecticidas convencionales que son específicos en sus acciones contra las plagas, la azadirachtina produce una gran gama de acciones en los insectos, ampliamente caracterizados como fisiológicos y de comportamiento. La acción de comportamiento mejor conocida es el efecto anti alimentario el cual ha sido bien documentado en muchos insectos que tienen hábitos de masticación, mas notablemente en langostas y gusanos cogolleros. Las investigaciones electrofisiológicas muestran que la molécula de azadirachtina puede interactuar directamente con quimiorreceptores inhibitorios ubicados en la boca de los insectos, por lo que el contacto inhibe las ganas de comer.

Es importante notar que el efecto anti alimentario de la azadirachtina contra insectos simples, puede ser efímero o pasajero. Se ha observado que al exponer continuamente discos de hojas de repollo a la azadirachtina, el agrotis, que es una larva destructora de las hojas tiernas del tabaco (*spodoptera litura*) se desensibilizo en tres horas y en seis horas, la inapetencia del insecto disminuyo en más del 50% (Bomford & Isman, 1996).

Por lo anterior, no es sorprendente que en algunos campos experimentales en donde se esperaban altos grados de protección a los cultivos no se hayan obtenido los resultados esperados.

Las acciones fisiológicas importantes de la azadirachtina son el resultado de la interferencia con la síntesis y la liberación de los ecdisteroides, los cuales causan interrupción de la muda de las larvas en los insectos hemí y homometábolos y una interferencia con la reproducción. El efecto reproductivo se observó principalmente en áfidos. La fecundidad del áfido del durazno verde (*Myzus persicae*) y del áfido de la lechuga (*Nosonovia ribisnigri*) se redujo cuando se expuso al neem o a discos de hojas tratadas con azadirachtina a las ninfas en el cuarto instar o adultos.

Los experimentos *in vitro* con tejidos de insectos mostraron que la azadirachtina no afectó directamente a la glándula pro torácica, el sitio de la síntesis de los ecdisteroides y la liberación, pero bloqueó la liberación de la hormona protoracicotrópica en un péptido producido en las células neurosecretoras en el cerebro del insecto. La azadirachtina también produjo otros efectos fisiológicos los cuales a su vez pueden estar relacionados con la interferencia, con la liberación de neuropéptidos producidos en el cerebro y almacenados en la corpora cardiaca.

En términos generales el neem posee varios ingredientes activos dentro de los que destaca la azadirachtina, que afecta a cerca de 400 tipos de insectos de órdenes como chapulines, cucarachas, mariposas, moscas, escarabajos y gorgojos, avispas y hormigas, termitas, trips y pulgas, teniendo los siguientes efectos sobre ellos:

- Interrumpen el desarrollo de huevos, larvas y pupas.
- Bloquean la muda de larva a ninfa.
- Repelen larvas y adultos.
- La hembra evita la oviposición en plantas tratadas.
- Se esterilizan los adultos.
- Envenena a las larvas y adultos.
- Evita que los insectos se alimenten.

4.4 MATA-RATÓN (*Gliricidia sepium*, Jacquin)

4.4.1 Características morfológicas

Nombre común: Mata-ratón.

Nombre científico: *Gliricidia sepium*.

Reino: Vegetal.

División: *Magnilophyta*.

Orden: *Fabales*.

Género: *Gliricidia*.

Familia: *Fabaceae*.

Sub-familia: *Faboideae*.

Especie: *G. sepium*.



Figura 9. Árbol de mata-ratón (*Gliricidia sepium*, Jacquin)

4.4.2 Descripción

El árbol es de porte pequeño a mediano, que puede alcanzar de 10 a 15 m de altura y entre 40 a 70 cm de diámetro basal, dependiendo del ecotipo. Su copa es ancha y con ramificación simpódica Bípara, presenta raíz pivotante (Álvarez y Varona, 1988).

Posee hojas compuestas, imparipinnada y deciduas, con folíolos aovados a oblongos; las flores son rosadas, hermafroditas, en racimos densos, axilares y se presenta de diciembre a marzo (Sablón, 1985), los frutos son legumbres leñosas que contienen semillas planas y elípticas. La madera tiene arbura y duramen bien definidos, un alto valor calorífico y es resistente a las termitas y la pudrición (Otárola, 1995).

G. sepium es nativa de las zonas bajas de México hasta Colombia y Venezuela. Se ha difundido en las áreas tropicales de América, África, Asia y Australia, naturalizándose en lugares húmedos y secos (CATIE, 1991), se puede desarrollar en áreas con precipitaciones de 2300 mm/año; mientras que fuera de este entorno ha sido plantada en climas con precipitaciones entre 785 y 3500 mm/año, puede sobrevivir en zonas semiáridas de hasta 400 mm/año, pero bajo estas condiciones su crecimiento es lento (Pérez, 1989).

Tolera una gama amplia de suelos, desde arenas puras hasta vertisoles negros profundos, con un pH de 4 a 7, se ha observado poca supervivencia en terrenos de mal drenaje interno y en suelos extremadamente ácidos y con alto contenido de aluminio. Presenta un desarrollo adecuado a temperaturas entre los 20.7 y 29.2 °C, pero probablemente reduzca su crecimiento y se defolice si estas son inferiores a 15°C (Simons, 1996), es una planta heliófila, que se afecta cuando existen otras plantas que compiten con ella por la luz.

4.4.3 Cultivo y propagación

El matarratón se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1.500 msnm., siendo su temperatura óptima entre los 15 y 30°C, con precipitaciones entre 500 y 3.000 mm; se destaca su capacidad para resistir fuertes temporadas de verano (Cuervo *et al.*, 2013). Respecto al suelo para su crecimiento es poco exigente, adaptándose fácilmente tanto a suelos secos como a húmedos, con un pH entre 4,5 y 7,0 y a suelos franco arenosos y arcillosos; del mismo modo soporta los suelos ácidos, de mediana a alta fertilidad siempre y cuando tengan buen drenaje (Vollink, 1993).

El matarratón se propaga fácilmente por estacas y por semilla sexual; aunque la práctica más aplicada ha sido la propagación por estaca, gracias a su fácil consecución y a su implementación como cerca viva y sombrío en distintos cultivos (Cuervo *et al.* 2013)

4.4.4 Composición química

El mata-ratón, al igual que todas las leguminosas forrajeras, se caracteriza por presentar una excelente calidad nutritiva. Esta especie posee un contenido de proteína cruda entre 20-35% de materia seca, 20-25% de proteína cruda, 16-23% de fibra, 1.35% de grasa, 7.6% de ceniza y 10.44% de humedad. Además los análisis químicos indican que la planta tiene entre 0.2-0.3% de fósforo, 1-2% de calcio respectivamente (Vásquez, 1997).

El valor nutricional del follaje de *G. sepium* está afectado por la frecuencia de recolección, la época del año y la edad del material vegetativo (Urriola, 1994).

Se mencionan como metabolitos de la planta con acción antimicótica: terpenos, flavonoides, fotocumarinas, taminos, lignanos, benzenoides, alcanos, saponinas, glucósidos y fenilpropanoides (Zuluaga *et al*, 2005).

En *G. sepium* existen algunos compuestos secundarios que pueden ser los causantes de los problemas que presentan los animales, desde rechazo hasta casos aislados de infertilidad y aborto (Norton, 1995). La cumarina es una sustancia antinutritiva, localizada especialmente en las hojas y en la semilla, la cual causa problemas tóxicos en ciertos animales como perros, caballos, ratones; de ahí se deriva su nombre vulgar (Mata-ratón). Como la acción de otras sustancias tóxicas que han sido detectadas: fenoles, taninos y esteroides (Galindo *et al*, 1989).



Figura 10. Hojas de mata-ratón (*Gliricidia sepium*, Jacquin)

4.4.5 Usos

G. sepium está catalogado como un árbol multipropósito por las utilidades que presenta, de acuerdo con su fenotipo, su composición química y las condiciones edafoclimáticas bajo las cuales se desarrolla.

Usualmente las plantas de *G. sepium* se utilizan como sombra transitoria, permanente y soporte vivo y en el control de malas hierbas en cacao, café y té (Seibert, 1988). El extracto de sus hojas tiene efectos alelopáticos, por lo que influye en la germinación y el crecimiento de algunas plantas (Rodríguez et al, 1994).

Sus flores son comestibles para el hombre y tienen gran utilidad como melíferas y en ornamentación (Glover, 1989), mientras que las semillas y la corteza pulverizadas y mezcladas con arroz tienen cualidades rodenticidas (Roig, 1974). La especie se encuentra entre las mejores y más conocidas leguminosas forrajeras arbóreas, aunque los altos consumos producen toxicidad en algunos monogástricos, en los rumiantes pueden constituir una fuente proteica sobre todo en la época de sequía (Simón, 1996).

Dentro de las técnicas agroforestales su empleo como cerca viva ocupa un lugar destacado, ya que implica un menor costo de establecimiento y mayores ingresos en relación con otros tipos de cerca (Suarez, 1996), además de posibilitar la adquisición de leña, postes vivos y forraje (Pérez, 1995). Se ha empleado como especie mejoradora del suelo, además de aportar a las gramíneas una parte del nitrógeno fijado (CATIE, 1991).

Jiménez *et al.* (2008), exponen que las hojas de la *Gliricidia sepium* son empleadas como repelente de ectoparásitos y en el tratamiento de enfermedades de la piel como alergias graves, úlceras y salpullido en niños; tanto las hojas como las semillas y las raíces de esta planta se usan como rodenticida.

La propiedad insecticida del mata-ratón fue corroborada por Montes *et al.* (2008), en el cultivo de maíz, concluyendo que reduce el daño a las hojas recién formadas y tiene un efecto positivo en el rendimiento de éste cereal, sin afectar los insectos útiles a la planta.

Wabo *et al.* (2011) confirmaron las propiedades ovicidas del extracto acetónico de las hojas de la planta al evaluarla contra el *Haemonchus contortus*.

5. METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en el rancho “La Gloria” en la localidad José María de la Garza, municipio de Villaflores, Chiapas (16° 23' 28.16" N, 93° 17' 20.80" O), se realizó bajo un diseño tratamental tipo parcelas divididas con tres repeticiones, los tratamientos fueron agricultura de conservación y agricultura convencional, con un factor de dos niveles que fueron: con rastrojo y sin rastrojo en ambos casos, el fertilizante se aplicó en forma expuesta, la aplicación del fertilizante fue: urea 75 kg/Ha a los 15 y 45 días después de la emergencia (dde), el DAP se aplicó 90 Kg/Ha a los 15 dde. Las parcelas estuvieron formadas por 6 surcos de 10 m de longitud con una separación de 80 cm. En tres bloques, para cada tratamiento.

Se dividieron también 6 parcelas para su tratamiento con los bioinsecticidas de Neem y Mata-ratón (3 parcelas por tratamiento). Con los bioinsecticidas se realizaron seis aplicaciones en los tiempos de 10, 18, 26, 34, 42 y 50 dde con una bomba de aspersión aplicando cinco ml de extracto por planta, a estos mismos tiempos se cuantificaron los insectos antes de fumigar y dos horas después de la aplicación.

Para preparar los extractos se escogieron 10 árboles de neem y mata-ratón, se obtuvieron 500 g de hojas escogiendo las que estaban a 30 cm de la punta de la rama, se mezclaron las hojas y de esto se tomó la cantidad necesaria para la preparación del extracto, se trituro con una licuadora hasta un tamaño de dos a tres mm, con estas fue preparado a una concentración del 10 % P/V, se puso en reposo y a resguardo de la luz por 72 h, pasado este tiempo se hizo una dilución 3:1, con esta concentración fueron fumigadas las plantas. Ambos extractos fueron preparados de la misma manera (Montes *et al*, 2007).

Los resultados fueron analizados por el programa estadístico de statgraphics, con la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Las mediciones de las variables de crecimiento, se realizaron a los 120 dde.

Los tratamientos fueron:

- Agricultura de conservación con el fertilizante expuesto con rastrojo.
- Agricultura de conservación con el fertilizante expuesto sin rastrojo.
- Agricultura convencional con el fertilizante expuesto con rastrojo.
- Agricultura convencional con el fertilizante expuesto sin rastrojo.
- Agricultura de conservación tratado con extracto de neem.
- Agricultura de conservación tratado con extracto mata-ratón.

5.1 Medición de variables de crecimiento de las plantas

Los datos para las variables de crecimiento se tomaron a los 120 días después de la emergencia (dde), escogiendo 5 plantas al azar por cada tratamiento de cada bloque, tomando los dos surcos centrales.

Las variables medidas fueron:

Longitud de planta: La medición de la longitud se tomó desde el suelo del cultivo hasta la última espiga, la medición se realizó en cm.

Diámetro de la planta: La medición se realizó midiendo mediante un vernier digital el diámetro del tallo de la planta en mm.

Altura de mazorca: Es la distancia comprendida entre el suelo y la base de la primera mazorca que nace de la planta.

Número de mazorcas: Es el número de mazorcas que crecen en la planta de maíz.

Número de hojas: Es el número de hojas que tiene la planta de maíz.

Porcentaje de daño: Es el porcentaje de daño presente en una planta, la medición se realizó de manera visual calculando un aproximado de la misma.

5.2 Medición de variables de las mazorcas

Estos se midieron en una muestra de 10 mazorcas por parcela útil en el momento de la cosecha, se midió la longitud de mazorca (medido desde la base hasta el ápice de la misma), diámetro de mazorca (medido en la parte media de la mazorca), número de hileras por mazorca, número de granos por hilera.



Figura 11. Medición de las variables de planta

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa Statgraphics con la prueba de Tukey al 95% de probabilidad ($p < 0.05$) en la cual letras iguales indica que no hay diferencia significativa. Se discutieron los resultados de los experimentos uno y siete, correspondientes a la primera y última cosecha en sistema de riego con la implementación de los bioinsecticidas de neem y mata-ratón.

TRATAMIENTO	ABREVIATURA
Agricultura de conservación con rastrojo, tratamiento químico y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento uno.	e-cs-c-qui-1
Agricultura de conservación con rastrojo, tratamiento químico y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento siete.	e-cs-c-qui-7
Agricultura de conservación sin rastrojo, tratamiento químico y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento uno.	e-cs-s-qui-1
Agricultura de conservación sin rastrojo, tratamiento químico y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento siete.	e-cs-s-qui-7
Agricultura convencional con rastrojo, tratamiento químico y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento uno.	e-cv-c-qui-1
Agricultura convencional con rastrojo, tratamiento químico y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento siete.	e-cv-c-qui-7
Agricultura convencional sin rastrojo, tratamiento químico y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento uno.	e-cv-s-qui-1
Agricultura convencional sin rastrojo, tratamiento químico y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento siete.	e-cv-s-qui-7
Agricultura de conservación con rastrojo, tratamiento de extracto de neem y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento uno.	e-cs-c-nee-1
Agricultura de conservación con rastrojo, tratamiento de extracto de neem y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento siete.	e-cs-c-nee-7
Agricultura de conservación con rastrojo, tratamiento de extracto de mata-ratón y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento uno.	e-cs-c-mat-1
Agricultura de conservación con rastrojo, tratamiento de extracto de mata-ratón y con el fertilizante colocado de manera expuesta, experimento siete.	e-cs-c-mat-7

Tabla 1. Tratamientos implementados y su abreviatura

6.1 FIGURAS DE RENDIMIENTOS

REN (g/Ha) EXP. 1

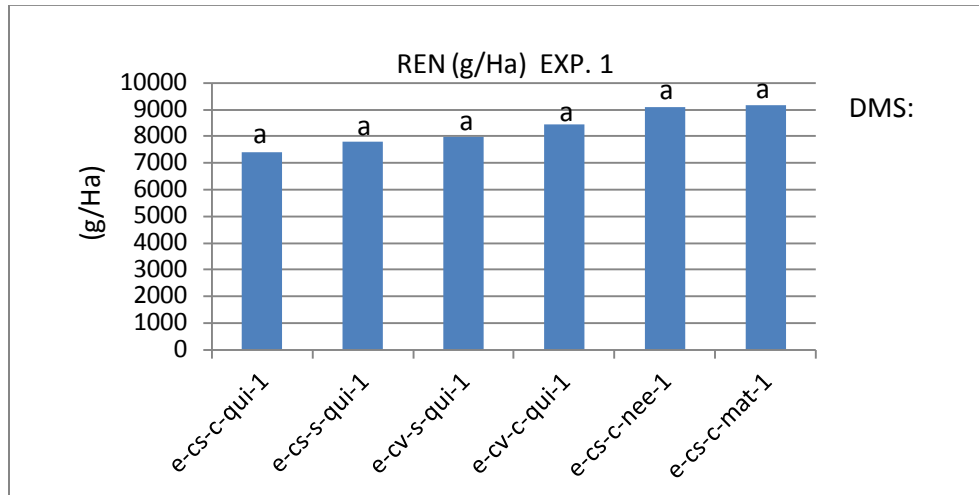


Figura 12. Análisis estadístico para la variable rendimiento por hectárea de los diferentes tratamientos en condiciones de riego en el experimento número uno

En la figura número 12 del experimento uno no se observó diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo se observó que el rendimiento de las plantas tratadas con mata-ratón fue un 19.5% mayor a las tratadas en agricultura de conservación (AC) con rastreo y tratamiento químico.

REN (g/Ha) EXP. 7

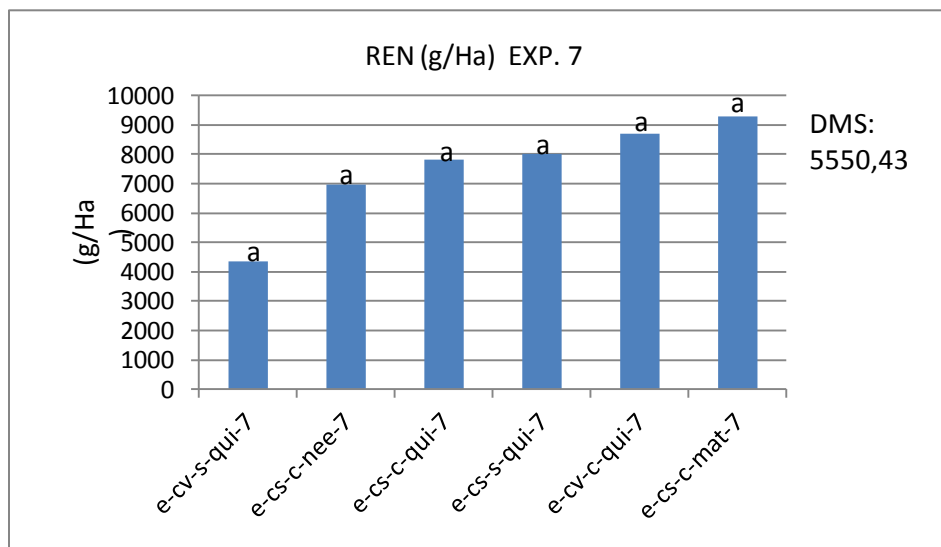


Figura 13. Análisis estadístico para la variable rendimiento por hectárea de los diferentes tratamientos en condiciones de riego en el experimento número siete

En la figura 13 Se observó que las plantas tratadas con mata-ratón tuvieron un rendimiento 53,2% mayor a las plantas tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en agricultura convencional.

Córdoba, 2005 menciona que desde el momento de la siembra, el maíz está expuesto a los ataques de numerosas plagas, por lo que el control de ellas es de suma importancia para el óptimo desarrollo de la misma.

Se observó que tanto en el primero, como en el séptimo experimento, aunque no existe diferencia significativa entre tratamientos, las plantas que fueron tratadas con el bioinsecticida a base de mata-ratón fueron las que tuvieron un mayor rendimiento.

Rodríguez et al (1994) mencionan que el extracto de las hojas de mata-ratón tienen efectos alelopáticos, por lo que influye en la germinación y el crecimiento de algunas plantas.

Montes y Dendooven (2010), comprobaron los efectos de control de la mosquita blanca en cultivo de tomate, donde se logró controlar la incidencia del insecto en un 100% al aplicar extracto de mata-ratón al suelo y un 80% cuando se aplicó extracto de neem al suelo, demostrando que estos extractos pueden utilizarse como tratamientos alternos para el control de este insecto.

6.2 FIGURAS DE VARIABLES DE CRECIMIENTO

LONGITUD DE PLANTA EXP. 1

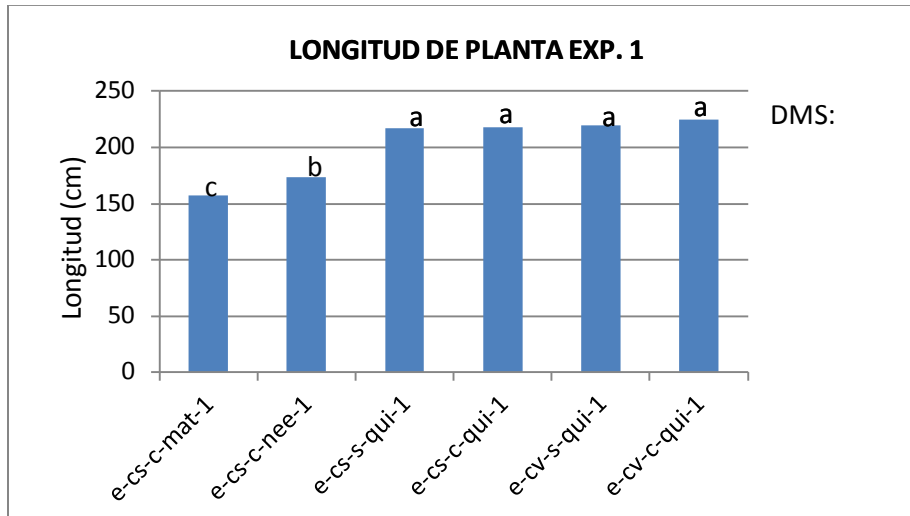


Figura 14. Análisis estadístico para la variable longitud de la planta de maíz en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura número 14 se observó que existe una diferencia significativa en las plantas tratadas con tratamiento químico en agricultura convencional con rastreo teniendo una longitud del 23% y 30% mayor a las plantas tratadas con neem y mata-ratón respectivamente.

LONGITUD DE PLANTA EXP. 7

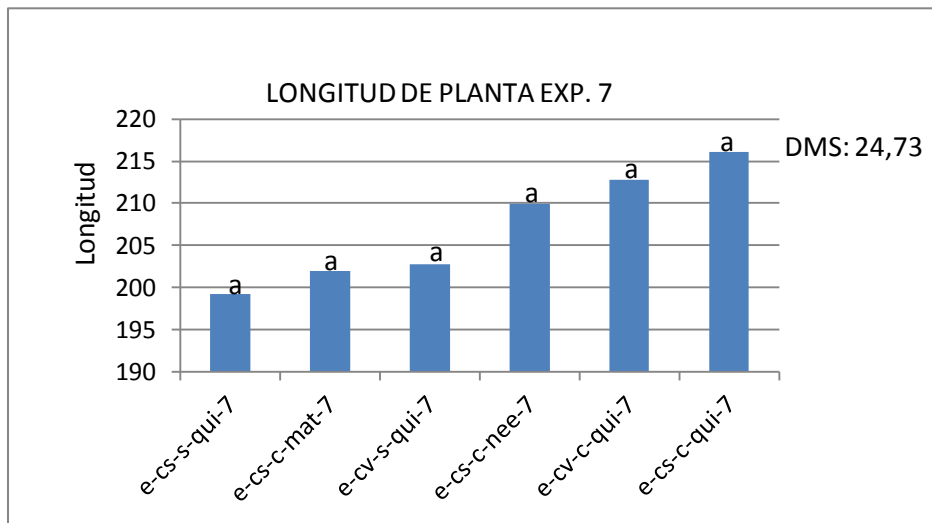


Figura 15. Análisis estadístico para la variable longitud de la planta de maíz en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura 15 no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo se observó que las plantas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en agricultura convencional son 8% más largas a las plantas tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en agricultura de conservación.

La variación significativa que se presenta en el experimento inicial (Figura 14) puede deberse a los cambios de las condiciones ambientales.

Caloin y Yu (2002) mencionan que los resultados de los cambios a las condiciones ambientales en un cultivo son de manera progresiva, estos resultados se pueden observar en el último experimento (Figura 15) en donde ya no existe una diferencia significativa entre los tratamientos.

Segura y Andrade (2010) mencionan que factores como las condiciones climáticas y principalmente el agua, influyen en el crecimiento de la planta.

DIAMETRO DE TALLO EXP. 1

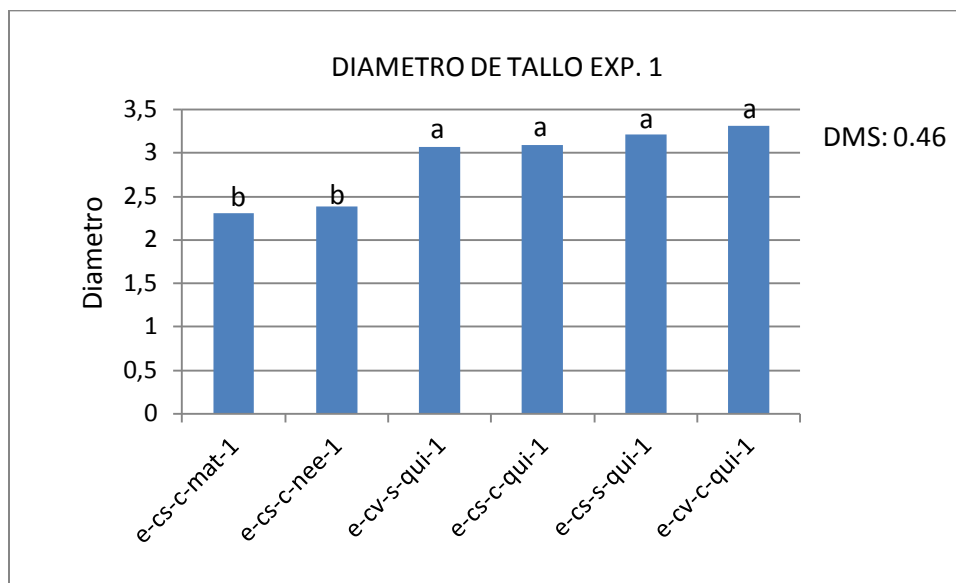


Figura 16. Análisis estadístico para la variable diámetro de tallo de la planta de maíz en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura número 16 se observó que existe una diferencia significativa en las plantas tratadas con tratamiento químico en agricultura convencional con rastrojo teniendo el diámetro de tallo 28% y 30% mayor a las plantas tratadas con neem y mata-ratón respectivamente.

DIAMETRO DE TALLO EXP. 7

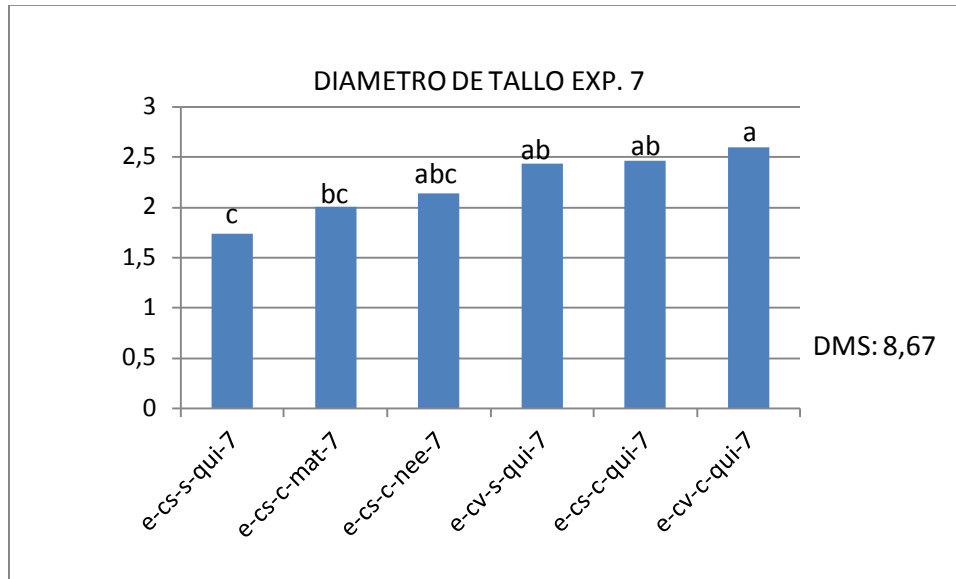


Figura 17. Análisis estadístico para la variable diámetro de tallo de la planta de maíz en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura 17 se observó que existe una diferencia significativa entre las plantas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en agricultura convencional, teniendo un diámetro de tallo 66% mayor las plantas tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en agricultura de conservación

La variación de los diámetros entre los tratamientos puede deberse principalmente a que la tierra está erosionada y compactada y a que el cultivo todavía se encuentra en proceso de adaptación a las nuevas condiciones de crecimiento.

Morón (2002) menciona que un suelo compactado dificulta el desarrollo de las raíces de las plantas, en cambio si se le da a la planta un suelo suelto este puede extender más sus raíces permitiendo formar un tallo más grueso.

ALTURA DE MAZORCA EXP. 1

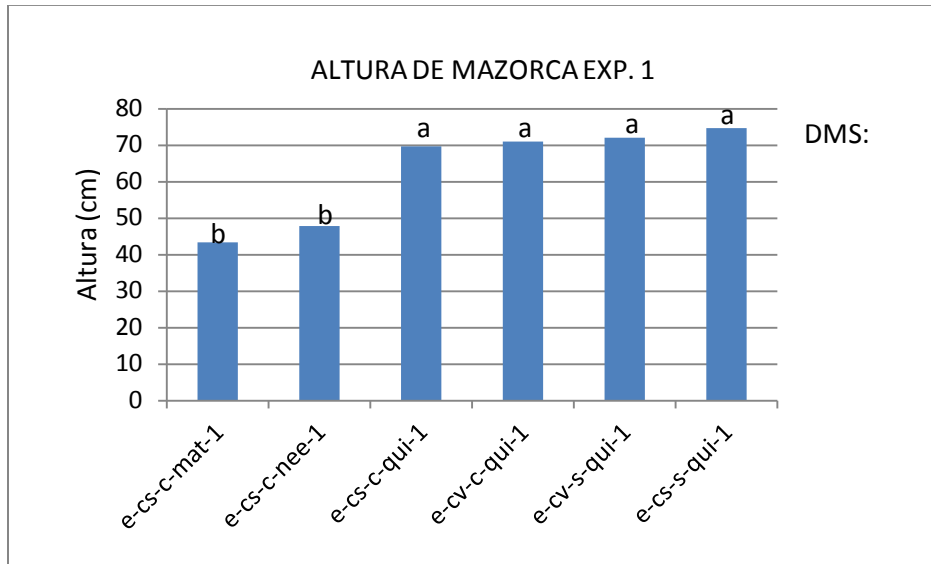


Figura 18. Análisis estadístico para la variable altura de mazorca en condiciones de temporal para el experimento uno.

En la figura número 18 se observó que existe una diferencia significativa en las plantas tratadas con tratamiento químico en agricultura convencional sin rastrojo teniendo la altura de mazorca 36% y 42% mayor a las plantas tratadas con neem y mata-ratón respectivamente.

ALTURA DE MAZORCA EXP. 7

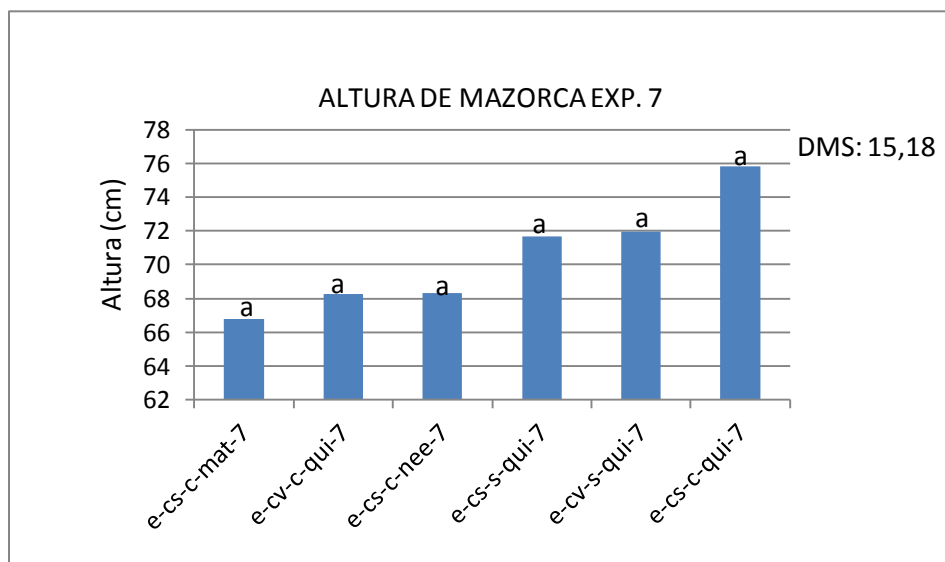


Figura 19. Análisis estadístico para la variable altura de mazorca en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura 19 no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo se observó que las plantas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en AC tuvieron una altura de mazorca 12% mayor a las plantas tratadas con mata-ratón

Según el CIMMYT (2011) la rotación de cultivos, la utilización de rastrojo y la reducción de la labranza en los cultivos de maíz, ayudan a mejorar la retención de humedad en los cultivos, disminuir los porcentajes de daños y mejorar los rendimientos en el cultivo de maíz.

Se puede observar que en el experimento inicial (Figura 18) contrasta con el experimento final (Figura 19), ya que en la primera se observa una diferencia significativa, mientras que en la segunda ya no existe una diferencia significativa entre tratamientos.

NÚMERO DE MAZORCAS EXP. 1

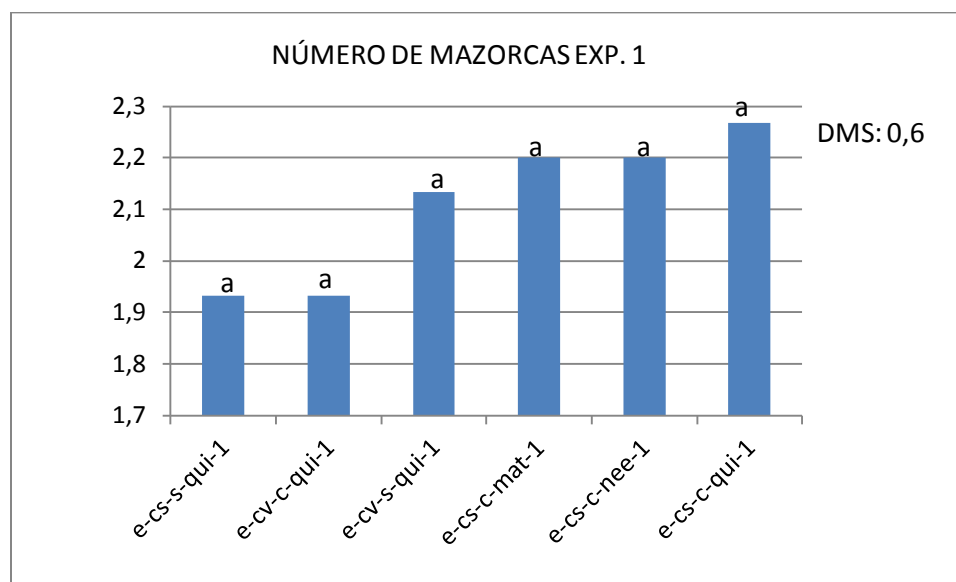


Figura 20. Análisis estadístico para la variable número de mazorcas por planta de maíz en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura 20 no se observó una diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo las plantas tratadas con tratamiento químico en AC con rastrojo dan 14% más mazorcas por planta que a las tratadas con tratamiento químico en AC sin rastrojo.

NÚMERO DE MAZORCAS EXP. 7

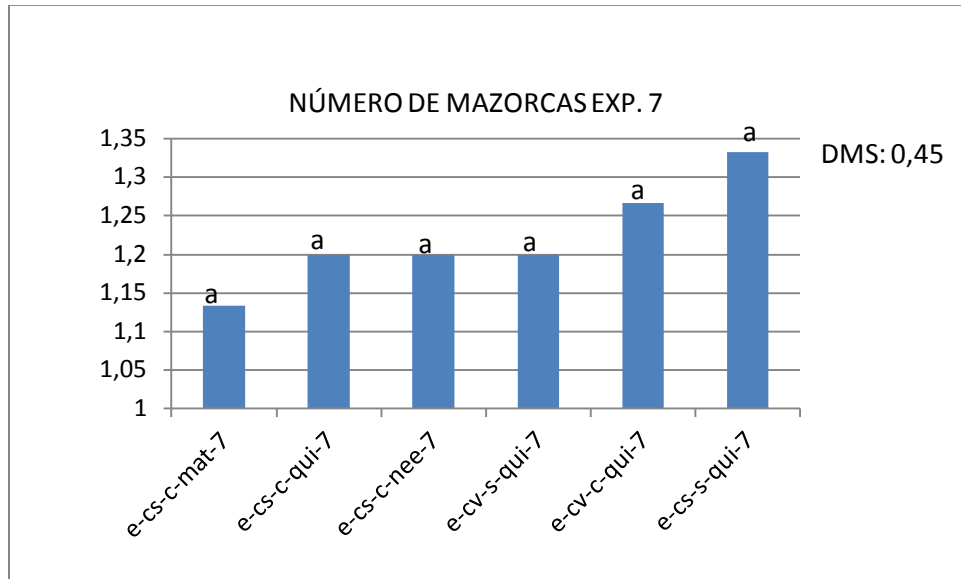


Figura 21. Análisis estadístico para la variable número de hojas por planta en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura 21 no se observó diferencia significativa entre tratamientos.

De acuerdo a la FAO (2005) las condiciones ambientales, los recursos agrícolas y sobre todo el agua, influyen en el desarrollo de las plantas, el cultivo al estar en condiciones de sistema de riego tiene un volumen de agua controlado, lo que favorece a un apto desarrollo de las plantas de maíz para una mayor producción de mazorcas.

NÚMERO DE HOJAS EXP. 1

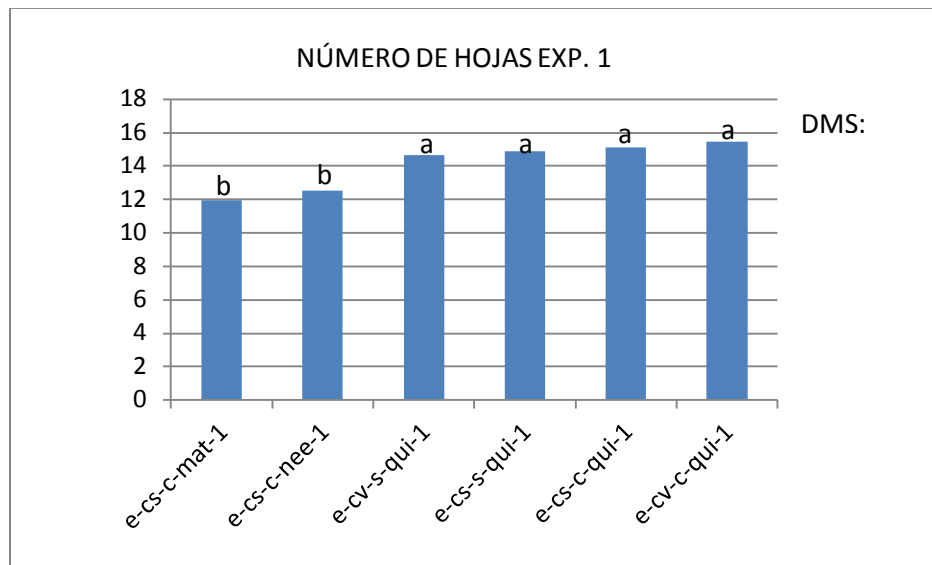


Figura 22. Análisis estadístico para la variable número de hojas por planta en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura número 22 se observó que existe una diferencia significativa en las plantas tratadas con tratamiento químico en agricultura convencional con rastreo con un número de hojas por planta 19% y 23% mayor a las plantas tratadas con neem y mata-ratón respectivamente.

NÚMERO DE HOJAS EXP. 7

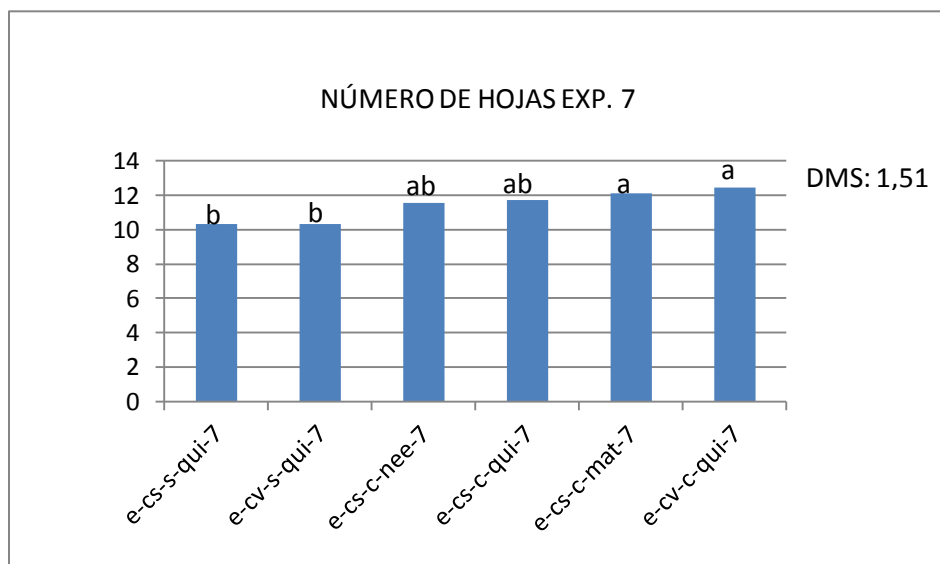


Figura 23. Análisis estadístico para la variable número de hojas por planta en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura 23 se observó que las plantas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en agricultura convencional tienen 17% más hojas que las plantas tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en AC.

La fotosíntesis se produce principalmente en las hojas de las plantas, de ahí la importancia en el número de las mismas, ya que son indispensables en la fase fotoquímica de la fotosíntesis porque éstas disponen de clorofila, que es el encargado de absorber la luz adecuada para realizar este proceso.

El proceso de la fotosíntesis se lleva a cabo en la capa media de la hoja o mesófilo, en donde se hallan los cloroplastos. Los cloroplastos constan fundamentalmente de una membrana externa, una membrana interna y una serie de sacos llamados tilacoides, en cuyas membranas se forma la clorofila y otros pigmentos (Botanical, 2013).

% DE DAÑO EXP. 1

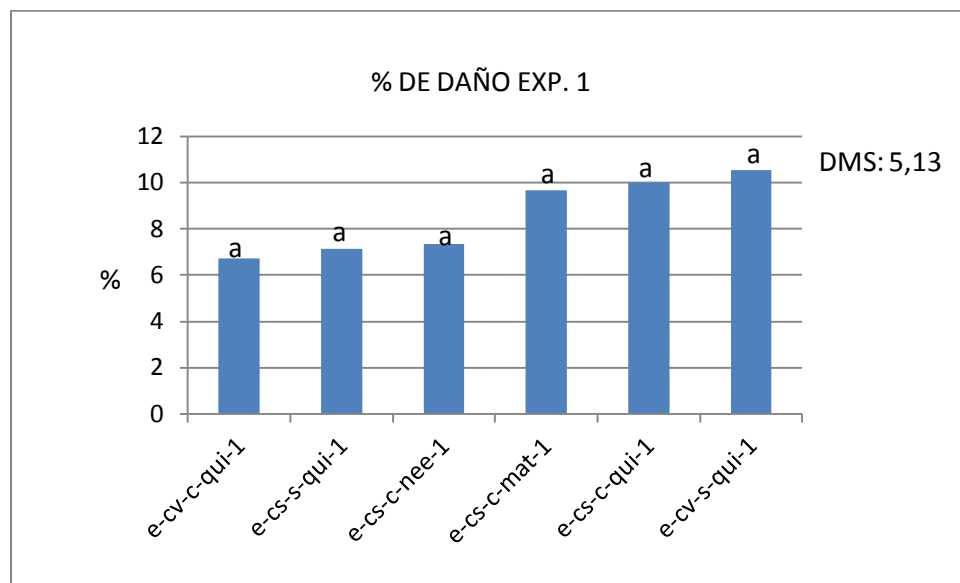


Figura 24. Análisis estadístico para la variable porcentaje de daño de las plantas en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura 24 no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo se observó que las plantas tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en agricultura convencional tienen un 4% más de daño que las plantas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en agricultura convencional.

% DE DAÑO EXP. 7

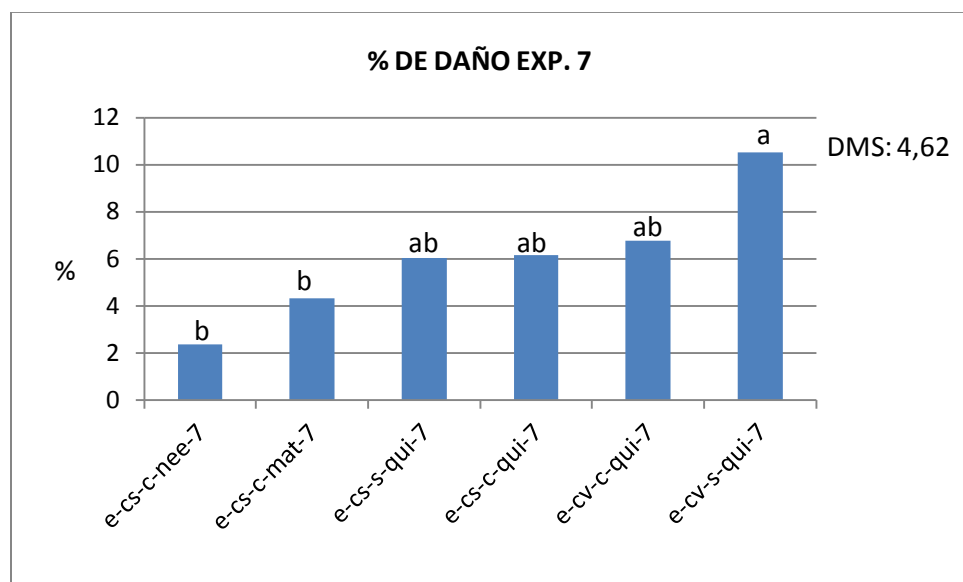


Figura 25. Análisis estadístico para la variable porcentaje de daño de las plantas en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura número 25 se observó que existe una diferencia significativa en las plantas tratadas con tratamiento químico en agricultura convencional sin rastrojo teniendo un daño del 6.2% y 8% mayor a las plantas tratadas con mata-ratón y neem respectivamente.

En el primer experimento (Figura 24) se observó que no existe diferencia significativa en el porcentaje de daño entre los diferentes tratamientos, mientras que en el séptimo experimento (Figura 25) observamos que las plantas que tienen menor porcentaje de daño son las que se trataron con los bioinsecticidas de neem y de mata-ratón.

Nava *et al*, (2012) menciona que el control natural de plagas evita los problemas con las enfermedades y plagas de las plantas, y mantiene los productos químicos dañinos fuera del medio ambiente, lo que permite mantener la productividad del campo sin contaminarlo y sin poner en riesgo la salud humana, además favorece la práctica de una agricultura sustentable con un menor empleo de insecticidas químicos.

Montes *et al*, (2008) menciona que los bioinsecticidas elaborados con neem (*Azadirachta indica*) y Mata-ratón (*Gliricidia sepium*) han demostrado controlar plagas en una forma sana y económica, en comparación a los plaguicidas químicos sintéticos, lo que permite utilizarlos como una alternativa en la agricultura orgánica.

6.3 FIGURAS DE VARIABLES DE MAZORCA

LONGITUD DE MAZORCA EXP. 1

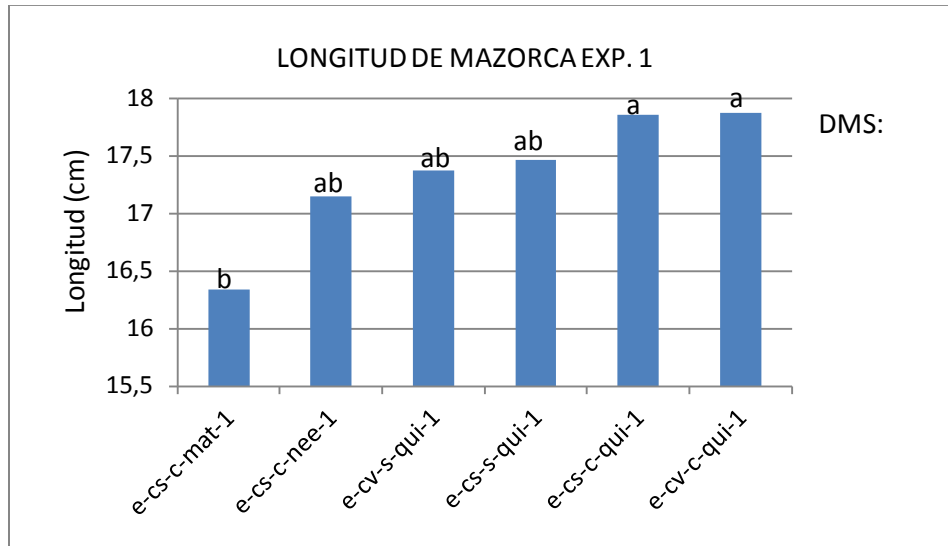


Figura 26. Análisis estadístico para la variable longitud de mazorca en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura 26 se observó que las mazorcas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en agricultura convencional tuvieron una longitud 9% mayor a las mazorcas tratadas con mata-ratón.

LONGITUD DE MAZORCA EXP. 7

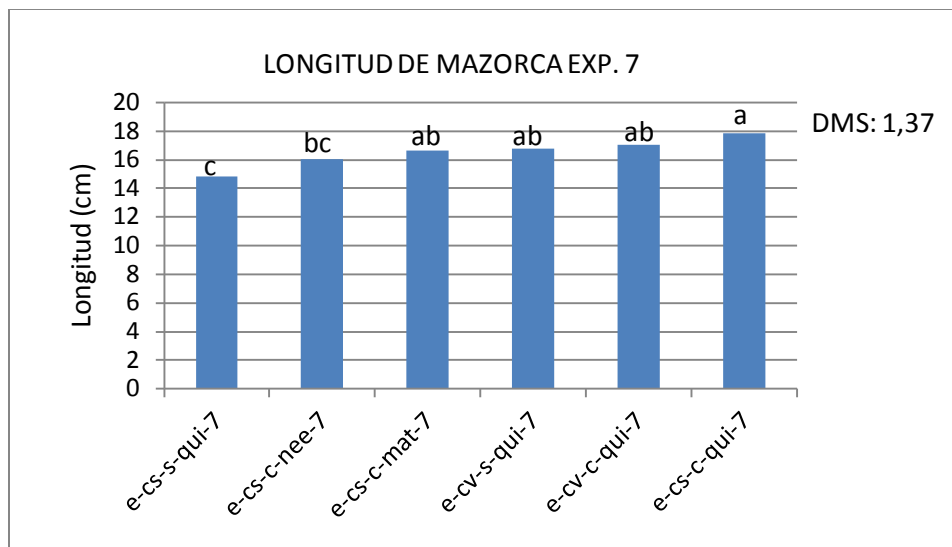


Figura 27. Análisis estadístico para la variable longitud de mazorca en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura 27 se observó que las mazorcas de las plantas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en AC tienen una longitud 17% mayor a las tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en AC, existiendo diferencia significativa.

Casarrubias y Tiessen (2007) mencionan que evitar daños en la planta ayuda a que se desarrolle el proceso fotosintético de manera adecuada, lo cual se ve reflejado en las hojas, tallos, raíces y frutos de la planta.

Tanto en el primer experimento (Figura 26) como en el séptimo (Figura 27) podemos observar que las mazorcas de las plantas en las que se implemento el uso de rastrojo tuvieron una longitud mayor a las mazorcas de las plantas en las que no se utilizó rastrojo, lo que significa que la implementación del uso de rastrojo ayudó a mejorar la fotosíntesis y la absorción de nutrientes de la planta de maíz.

DIAMETRO DE MAZORCA EXP. 1

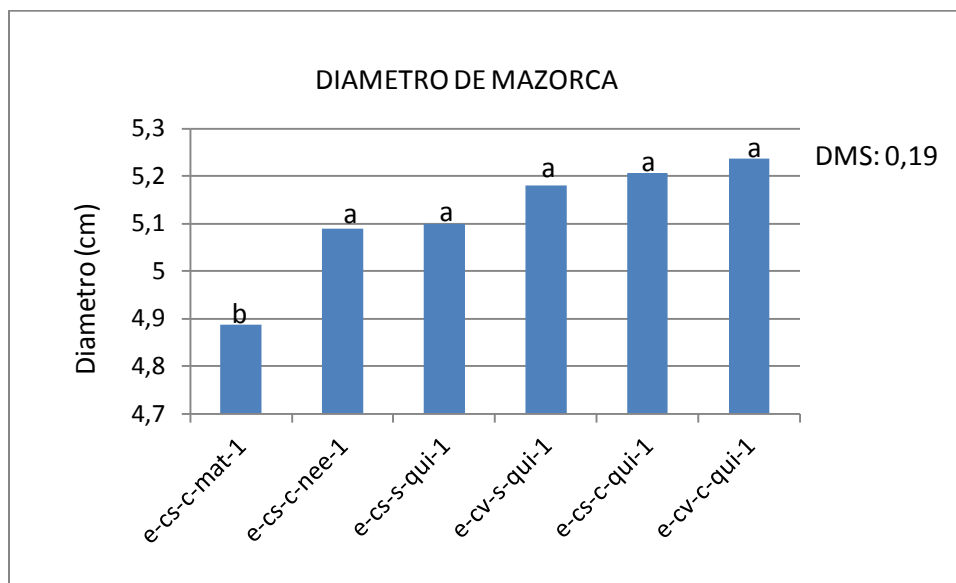


Figura 28. Análisis estadístico para la variable diámetro de mazorca en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura 28 se observó que las mazorcas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en agricultura convencional tuvieron un diámetro 6% mayor a las mazorcas tratadas con mata-ratón.

DIAMETRO DE MAZORCA EXP. 7

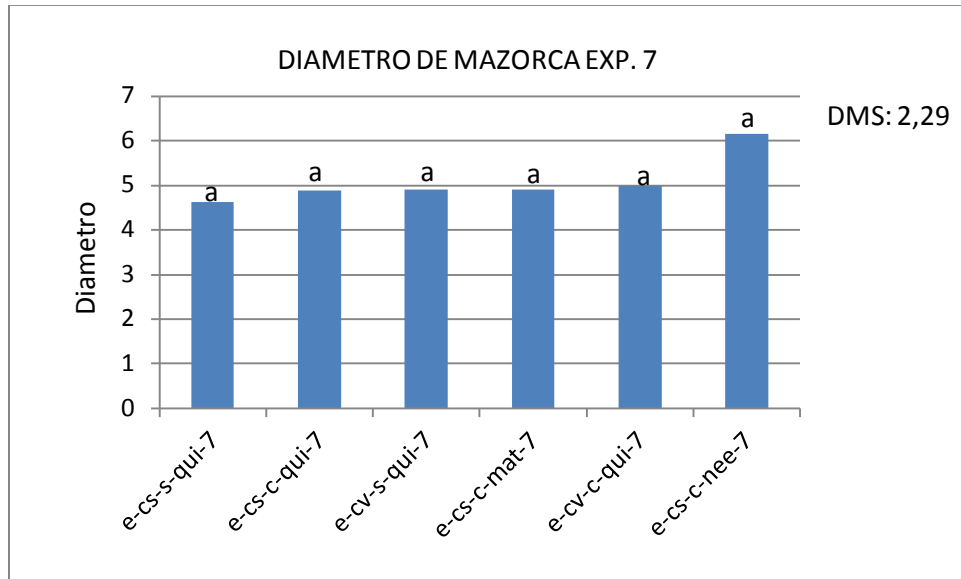


Figura 29. Análisis estadístico para la variable diámetro de mazorca en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura 29 no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo se observó que las mazorcas de las plantas tratadas con neem tienen un diámetro 25% mayor a las plantas tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en AC.

Maldonado (2013) menciona que el uso del rastrojo como material de cobertura del suelo, ha resultado ser de las medidas más efectivas, no sólo para evitar la erosión por su acción protectora, sino también mejorando la retención de humedad, así como fuente continua de nutrientes para la vida en el suelo, estimulando el crecimiento poblacional y funcionamiento de los organismos en él, incrementando de esta manera la fertilidad de los suelos agrícolas

Se observa que las mazorcas de las plantas en las que se utilizó rastrojo fueron las que tuvieron un diámetro de mazorca mayor en ambos experimentos, a excepción de las tratadas con neem y mata-ratón en el experimento uno (Figura 28).

Caloin y Yu (2002), indican que posiblemente los resultados se deben a los cambios en las condiciones ambientales durante el cultivo.

NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA EXP. 1

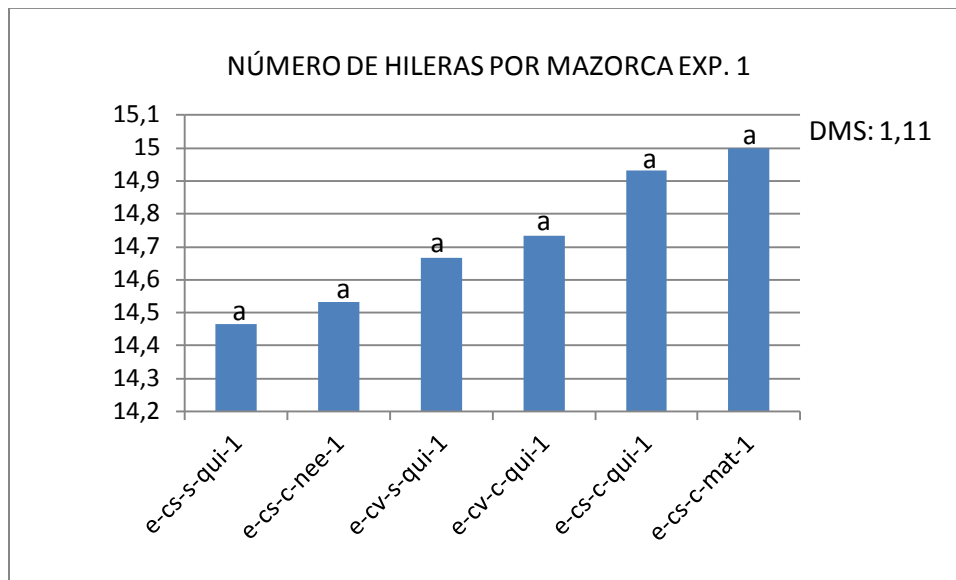


Figura 30. Análisis estadístico para la variable número de hileras por mazorca en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura 30 no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo se observó que las plantas tratadas con mata-ratón tuvieron un número de hileras 4% mayor a las mazorcas tratadas con tratamiento químico sin rastreo en AC.

NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA EXP. 7

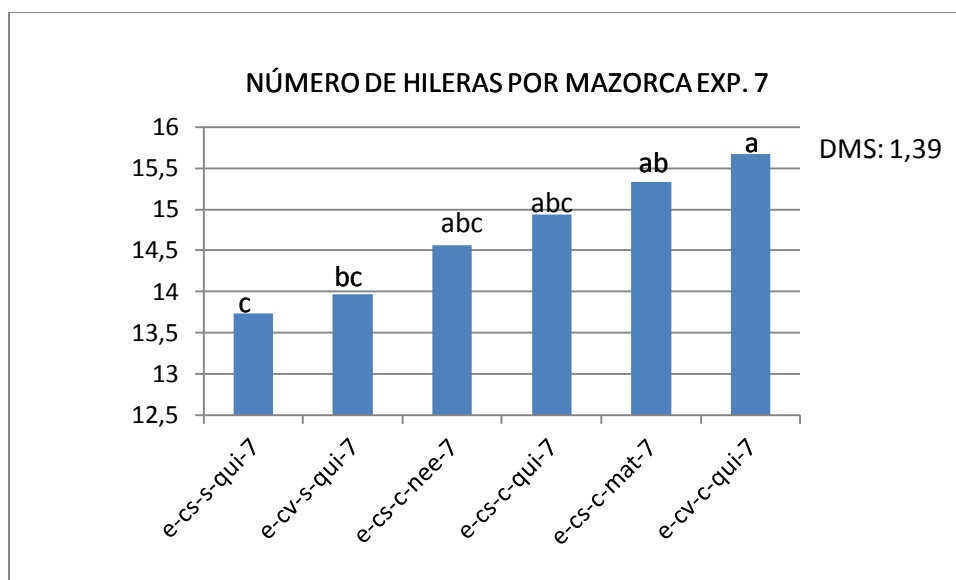


Figura 31. Análisis estadístico para la variable número de hileras por mazorca en condiciones de riego para el experimento siete

En la figura 31 se observó las mazorcas de las plantas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en agricultura convencional tienen un número de hileras por mazorca 12% mayor a las tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en AC.

Se observó que en el primer experimento (Figura 30), y especialmente en el séptimo (Figura 31) las mazorcas de las plantas en las que se implementó el uso de rastrojo tuvieron un número de hileras por mazorca mayor a las mazorcas de las plantas en las que no se utilizó rastrojo.

Álvarez y Ochoa (2006) mencionan que el rastrojo es un componente clave para el suelo, ya que impactan favorablemente sobre sus propiedades químicas, físicas y biológicas, siendo por lo tanto fundamental para obtener rendimientos elevados y estables de los cultivos.

Bedano et al (2001) mencionan que después de la fecundación tiene lugar un periodo de letargo de 2 a 3 semanas antes de la fase de incremento lineal de la materia seca del grano, el cual alcanza su tamaño definitivo rápidamente, ciertos óvulos fecundados pueden no desarrollarse debido a una influencia hormonal.

NÚMERO DE GRANOS POR HILERA EXP. 1

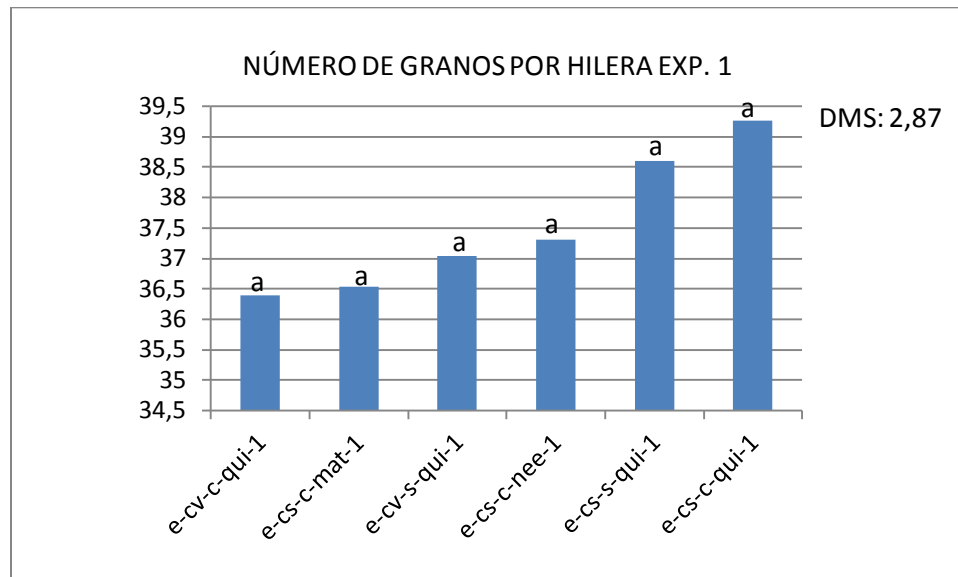


Figura 32. Análisis estadístico para la variable número de granos por hilera en condiciones de riego para el experimento uno

En la figura 32 no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo se observó que las mazorcas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en AC tiene un número de granos por hilera 7% mayor a las mazorcas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en agricultura convencional.

NÚMERO DE GRANOS POR HILERA EXP. 7

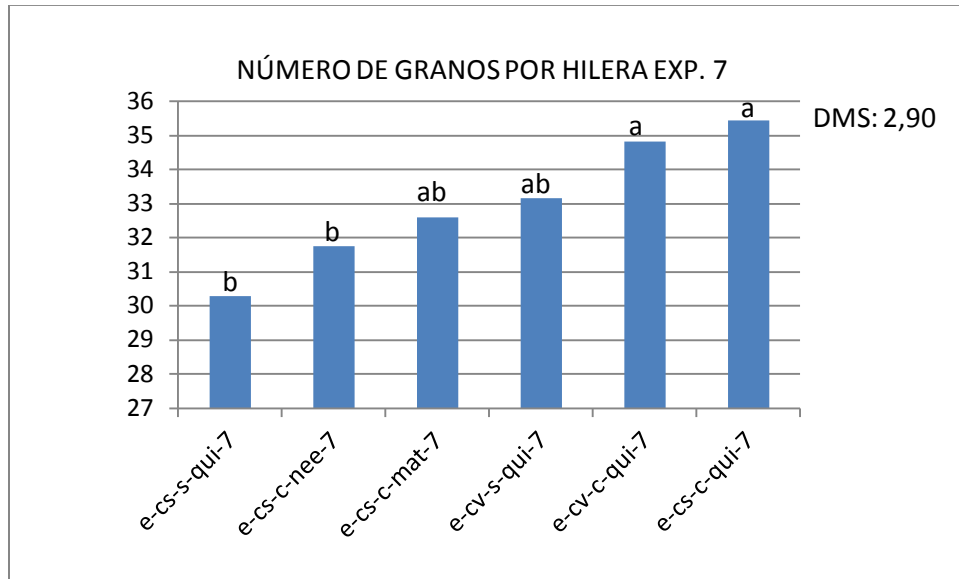


Figura 33. Análisis estadístico para la variable número de granos por hilera en condiciones de riego para el experimento siete.

En la figura 33 se observó que las mazorcas de las plantas tratadas con tratamiento químico con rastrojo en AC tienen un número de granos por hilera 14% mayor a las tratadas con tratamiento químico sin rastrojo en AC, existiendo diferencia significativa.

Andrade *et al* (2001) afirman que el número de granos está asociado a la tasa de crecimiento del cultivo en el momento de la floración y que esta puede ser modificada por la disponibilidad de nitrógeno, con lo cual, el nitrógeno aplicado a través de la cachaza, durante el periodo comprendido entre prefloración y posfloración, puede llegar a determinar el número de granos por mazorca.

7. CONCLUSIONES

Los extractos de neem (*Azadirachta indica*, A. Juss) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*, Jacquin) pueden utilizarse como tratamientos alternativos sobre el control de plagas en el cultivo de maíz (*Zea mays*. L.), se observó que estos extractos redujeron significativamente el porcentaje de daño en las plantas de maíz y tuvieron rendimientos similares a las parcelas tratadas con agricultura convencional y tratamiento químico, demostrando ser una alternativa viable para su implementación en el sector agrícola, en vez de utilizar tratamientos químicos sintéticos.

Las plantas de maíz de las parcelas en donde se implementó el uso de rastrojo en los dos tipos de agricultura, mostraron mejores resultados en la mayoría de las variables medidas en comparación a las plantas de las parcelas en donde no se utilizó el rastrojo.

Las plantas de maíz que fueron cultivadas en agricultura de conservación mostraron un mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento, en la mayoría de las variables medidas en comparación a las cultivadas en agricultura convencional al finalizar el último experimento.

8. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, P.A., Varona J.C. 1988. Silvicultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.

Álvarez P. y Ochoa N. 2006. Perspectivas de la labranza de conservación en México. pp. 241-248. Memoria de la IV Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Agricultura Conservacionista: Estudios de caso en América Latina. Centro Nacional de Investigación para Agricultura Sostenible-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Morelia, Mich., México.

Andrade, F. H., Cirilo, A., Uhart, S. y Otegui M. E. 2000. Buenos Aires, Argentina. Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalbpress. 292 pp.

Bedano, J. C., Cantú, M. P. y Doucet, M. E. 2001. La Habana. La utilización de ácaros edáficos como indicadores de calidad de suelos en agroecosistemas del centro de Argentina. En: Memorias del XV Congreso Latinoamericano de las Ciencias del Suelo.

Benge M.D., 1988. Cultivation and propagation of neem tree. In focus on phytochemical pesticides. Vol 1 The neem tree.

Bomford M.K., Isman M.B. 1996. Desensitization of fifth instar *spodoptera litura* (Lepidoptera: noctuidae) to azadirachtin and neem. *Entomologia experimentalis et applicata*.

Botanical-online. 2013. Rotación de cultivos (Como cambiar los cultivos para que aumente la producción y no se produzcan plagas) desde <http://www.botanical-online.com/rotaciondecultivos.htm>

Botanical-online. 2013. El mundo de las plantas (La fotosíntesis) desde <http://www.botanical-online.com/fotosintesis.htm>

Caloin, M and Yu, O. 2002. Analysis of the time course of change in nitrogen content in *Dactylis glomerata*, using a model plant growth, *Ann Botany*, Oxford Journals.

Casarrubias, G.A., Tiessen, F.A., 2007. Cinética de azúcares durante el proceso de germinación del *zea mays*. Laboratorio de metabolómica y fisiología molecular. Departamento de ingeniería genética, CINVESTAV-IPN unidad Irapuato. *Journal of experimental botany*, vol. 85 núm. 9

Castañeda F. y Monroy V. 1984. Métodos de procesamiento de subproductos agrícolas para elevar su valor nutricional. Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

CATIE, 1991. Madreado, especie de árbol de uso múltiple en América Central. Guía silvicultural. Informe técnico 180. Turrialba, Costa Rica.

CIMMYT, 2011. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Boletín técnico basado en el original de Christian Thierfelder y Patrick C. Wall. Enero de 2011.

CIMMYT, 2012. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Material adaptado y reproducido en el margen del proyecto: Agricultura de conservación, preparar el terreno para el desarrollo integral y sustentable del campo en México.

Conde, E. R., 2007. *Residuos agrícolas, forestales, ganaderos e industriales*. Ed. Instituto de Investigaciones Ecológicas. Málaga, España.

Córdova, H. 2005. Progreso en el mejoramiento y evaluación de germoplasma de maíz de alta calidad proteínica y perspectivas. In Primer Seminario Taller Red de Mejoradores de maíz QPM de Latinoamérica. CIMMYT El Batán, Texcoco. México.

Cuervo A., Narváez W., Von-Hessberg C., 2013. Características forrajeras de la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Stend, Fabaceae. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas vol.17 no.1 Manizales Enero-Junio. 2013

Dakshinmurthi K., 1954. The amino acids in the leaf of *azadirachta indica*. Curr. Sci (Bangalore).

Fagoonee, 1984. Germination test with neem seeds. In proceedings of the 2nd International neem conference, Rauishholzhauezn, West Germany.

FAO, 2005. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Manual de agricultura de conservación para Nicaragua. Adaptado del manual de la FAO sobre conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible.

Fernández C., 1997. AEAC.SV (Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos). "Agricultura de conservación" desde <http://www.agriculturadeconservacion.org/>.

Galindo W.F., Rosales M., Murgueitio E., Larrahondo J. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. Livestock research for a rural development.

García, F. C., 2005. XVIª Jornadas Ganaderas de Pergamino y Expofeedlot, Estudio Ganadero Pergamino. Arquitecto, M. Sc., UCLA. Productor agropecuario. Desde <http://www.produccion-animal.com.ar>.

Glover, N.N., 1989. Gliricidia production and use. Nitrogen Fixing Tree Asociation. Waimanalo, USA.

Gómez A.C., 2000. Efecto d sustancias que inducen presión osmótica sobre la germinación de semillas y el vigor de plántulas de maíz (*Zea mays* L).

Guevara Hernandez F., Rodriguez Larramendi L., Ovando Cruz J., Gómez Castro H., Ocaña Grajales M., Camacho Villa T., 2013. Implicaciones socioeconómicas y energéticas del uso y manejo de rastrojo en la región Frailesca, Chiapas.

Hernández Lara O., Cintra Arencibia M., Alfonso Claro A. y Sanchez Arce I., 2008. Manual de agricultura de conservación. Guía de trabajo. Instituto de Suelos del Ministerio de Agricultura de Cuba (MINAG).

INAFOR, 2007. Instituto Nacional Forestal. Agricultura de conservación para el manejo sostenible e integrado de los recursos naturales en microcuencas hidrográficas de Nicaragua.

INEGI, 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2011. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México. 155 p.

Isman M.B.,1997. Neem insecticides, bioinsecticides. Pesticid outlook

Jacobson., 1987. Neem research and cultivation in the western hemisphere. In preceeding of the 3rd international neem conference, Nairobi, Kenya.

Keher N.D., Nagi S.S. 1949. Neem leaves as a feed for livestock. Curr. Sci (Bangalore).

Kiishweko, Orton, 2013. Respetar el suelo da más frutos en Tanzania. Periodismo humano desde <http://periodismohumano.com/economia/respetar-el-suelo-da-mas-frutos-en-tanzania.html>.

Lafitte, H. R. 2001. Fisiología del maíz tropical. In: el maíz en los trópicos: mejoramiento y producción.

Lewis W.H. 1983. Neem (*Azadirachta indica*) cultivation in Haiti. Econ. Bot. 37, p. 69-70.

López W., 2011. Agricultura de conservación: mejores ganancias para el productor y el ambiente. Desplegable informativo. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Octubre 2011.

Maldonado P.A. 2013. Importancia biológica del uso de rastrojo como cobertura de suelos agrícolas COPAC A.C. (Consejo Poblano de Agricultura de Conservación A.C.) desde <http://www.copacpuebla.org.mx/index.php/ac-6>

Meyer Marco R. 1994. Manuales para la educación agropecuaria. Maíz, frijol y trigo. 2ª reimpresión. Ed. Trillas. Mexico.

Montes, J.A., Dondooven, L., (2010), Efecto de extracto de neem (*Azadirachta indica*) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*) y bauveria baussiana, sobre la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivo de tomate (*Solanum esculentum*), 50 Congreso de Biotecnología Chiapas 2010.

Montes, J.A., Luna, G.M.L., Espinosa, P.N., Govaerts, B., Gutierrez, M.F.A., Dendooven, L., 2008. Are extracts of neem (*Azadirachta indica*, A. Juss) and *Gliricidia sepium* (Jacquin) an alternative to control pests on maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection*. 27(3-5): 763-774.

Mordue A.J. y Blackwell A. 1993. Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology* 39 (11), 903-924.

Moreno M. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 1ª. Edición. Instituto de biología. UNAM.

Morón, A. 2002. Siembra directa en el cono sur. El rol de los rastrojos en la fertilidad del suelo. Programa cooperativo para el desarrollo tecnológico agroalimentario y agroindustrial del cono sur (PROCISUR). Uruguay.

National Academy of Sciences USA (NASU). 1980. Fire wood cropshurb and tree species of energy plantation.

National Research Council, 1992. *Neem: A tree for solving global problems*. Ed. National Academic Press. Washington D.C. 141 p.

Nava Pérez E., García Gutiérrez C., Camacho Baez j., Vázquez Montoya E., 2012. Bioplaguicidas: Una opción para el control biológico de plantas, *Revista Ra Ximhai* vol. 8 número 3. Pp. 17-19, 26.

Orozco F. y Rodríguez M. 2006. Cultivos en células en suspensión de *azadirachta indica* para la producción de un insecticida. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* vol. 6 número 3.

Osuna L., 2005. Uso del Neem para la elaboración artesanal de bioplaguicidas.

Pérez Domínguez C. 1989. Postes vivos: Cercas productivas. CIDA. La Habana, Cuba.

Pérez R. 1995. *Gliricidia sepium*: Piñon Cubano o florido, bienvestido o matarratón. Carta agropecuaria azucarera. Departamento de producción agropecuaria. La Haba, Cuba

Pliske T. E. 1984. The establishment of neem plantiaton of American tropics in proceedings of the 2nd International neem conference, Rauishholzhauezn, West Germany.

Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002. El cultivo de la cebada en Ecuador. Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuario Centro Internacional de la Cebada. Primera Edición. Quito, Ecuador. P. 229.

Radwanski S. 1969. Improvement of a red acid sand by neem tree (*Azadirachta indica*) in Sotoko, North Western of Nigeria

Radwanski S. 1977. Neem Tree. 1 Commercial potential, characteristics and distribution. *World crops livest.*

Radwanski S., and Wickens G. E. 1981. Vegetative fallows and potential value of the neem tree in the tropics

Rodríguez Ana B., Villasana R., Fernández J., Sánchez P., Pérez D. 1994. Efecto alelopático de extracto de hojas de piñón florido (*G. Sepium Jacq.*). Resúmenes. VII jornada científica. INIFAT.

Rodríguez, L. 1992. Buenas prácticas de manejo de suelos. Informe anual de Conservación de suelos. Iniap. 1992. Quito, Ecuador. P. 36.

Roig T. 1974. Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba. Instituto del libro.

Sablón, A. 1985. *Dendrología* Editorial pueblo y educación. La Habana, Cuba

Schmutterer, H y H, Wilps. 1995. Activity (Fitness, Mobility, Vigor) in the Neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. And other Meliaceaus plants. Ed Schmutterer. VCH. Alemania 205-210.

Seibert B. 1988. Wood production of *G. sepium* J.Walp. Shade trees in a cacao plantation. Nitrogen fixing tree research reports.

SIAP. (2012). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <http://www.siap.gob.mx/>.

Simón L. 1996. Rol de los árboles y arbustos multipropósitos en las fincas ganaderas. En: leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Ed. T. Clavero. La Universidad del Zulia, Venezuela.

Simons A.J. 1996. Ecology and reproductive biology. In *Gliricidia sepium*: Genetic resources for farmers. (Eds. J.L. Stewart, G.E. Allison and A.J. Simons). University of Oxford, UK.

Singh R.V. 1982. Fodder trees in India. Oxford & IBH Publishing Company, New Dheli

Sinha K.C., Riar S.S., Tiwary R.S., Dhawan A.K., Bardhwan J., Thomas P., Kain A.K. 1984. Neem oil as a vaginal contraceptive. Indian J. Med.

Skellon J.H., Thorburn S., Spence J., Chatterjje S.N. 1962. The fatty acids of neem oil and their reduction products.

Tayupanta, J. y Cordova, J. 1999. Alternativas Agronómicas y Mecánicas para evitar la pérdida de suelo. Estación Experimental Santa Catalina, Iniap. Publicación Miscelánea No. 54. Quito, Ecuador. P. 40.

Vásquez Hernández P.C. 1997. Evaluación de la planta de matarratón (*G. sepium*) en la alimentación de las vacas lecheras. Arch. Latinoamericano. Prod. Anim.

Ville Claude. 1992. Biología 2ª ed. McGraw Hill.

Vollink, P., 1993. Comparación de dos dietas con base en forrajes verdes, *Gliricidia sepium* Vs *Tricantera gigantea* en el crecimiento de cabretonas. CLEM, Tuluá

Vuelta D. 2011. La agricultura de conservación. Algunas consideraciones sobre la problemática de su implementación en la región del Caribe. Revista Ciencia en su PC num. 4. Centro de información y gestión tecnológica, Cuba.

Wabo, P.J., Kenne, T. F., Mpoame, M., Tedonkeng, P., Bilong, CF.B., 2011.- In vitro activities of acetonc extracts from leaves of three forage legumes (Calliandra calothyrsus, Gliricidia sepium and Leucaena diversifolia) on Haemonchus contortus. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine.4(2):125-128.

Zuluaga A., Upegui I., Rodríguez C.J., Ocampo M.C., Restrepo M., Parra G.I. Torres Y. 2005. Ensayo clínico fase I para evaluar la terapia con Gliricidia sepium en lesiones cutáneas de primates de la familia cebidae. Rev CES Med.