



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

REPORTE DE RESIDENCIA

Efecto del extracto de higuera (*Ricinus communis*) sobre las características bromatológicas del frijol (*Phaseolus vulgaris*).

PRESENTA:

LÓPEZ YUCA FRANCISCO JAVIER

ASESOR:

DR. JOAQUIN ADOLFO MONTES MOLINA

REVISOR:

Dra. Rocío Meza Gordillo

Dr. Reiner Rincón Rosales

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Junio 2011

INDICE

Cap.

Resumen	i
I Introducción	1
II Justificación del proyecto	2
III Objetivos	3
IV Alcances y limitaciones	4
V Caracterización del área	5
VI Fundamento teórico	6
Toxicidad de <i>Ricinus communis</i> L.	11
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	15
VII Procedimiento y descripción de las actividades	28
VIII Resultados	34
IX Conclusiones	48
X Bibliografía	49

RESUMEN

En el presente proyecto no se llegó al objetivo deseado debido al tiempo de desarrollo de la planta, teniendo problemas de germinación de la semilla, llegando solo a la etapa de las características de crecimiento. Evaluando el efecto de los extractos de hojas frescas y secas de Higuierilla (*Ricinus communis*) aplicados en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Utilizando diferentes tratamientos como: químico convencional (Thiodan), blanco sin tratamiento (agua) y hojas de higuierilla.

El experimento se realizó en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en las instalaciones del invernadero. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones y tres bloques, los tratamientos fueron cuatro. Los tratamientos fueron aplicados a los tiempos (10, 18, 26, 34, 42, y 50 dde). Las Plantas tratadas con hojas de higuierilla, el químico (Thiodan), tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas control o blanco (agua).

Las plantas que fueron tratadas con el químico (thiodan) mostraron diferencia significativa en la variables: longitud de planta, diámetro del tallo, crecimiento de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris L*), pero como alternativa al uso de sustancias químicas podemos usar los tratamientos de hojas de higuierilla como un medio más favorable ya que es mucho más económico y fácil de conseguir, por lo que este ofrece también un buen desarrollo a la planta.

Los extractos de hojas de higuierilla puede ser una alternativa favorable para la producción de cultivos, beneficiando a los campesinos en cuanto a costos, ya que el uso de agentes químicos es mucho más caro.

1.- INTRODUCCION

El crecimiento de la población a nivel mundial y en consecuencia, su mayor demanda de energía, y el cambio en las condiciones ambientales, así como la reducción y dificultad cada vez mayor de acceso a yacimientos de combustibles fósiles, han planteado a la sociedad la necesidad de buscar fuentes alternas de energía para cubrir sus necesidades.

En el ámbito mundial, el 89 por ciento del consumo total de energía se produce a partir de fuentes no renovables y sólo el 11 por ciento proviene de fuentes renovables como la energía eólica, geotérmica, hidráulica, mareomotriz, solar y la bioenergía (Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012).

La higuera (*Ricinus communis* L.) es una alternativa para la producción de biocombustibles debido a su alto contenido de aceite en la semilla, sin embargo debido a que se está sembrando de manera intensiva a nivel mundial, no se sabe el efecto que tendrá la degradación de la materia orgánica en suelos para uso agrícola (caballero, 1986).

Es por esto que en el presente proyecto se pretende evaluar el efecto del extracto acuoso de higuera sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), debido a que esta planta, a parte de su alto contenido de proteína, a través de su simbiosis con *Rhizobium* lleva a cabo la fijación de N₂ aumentando el contenido de nitrógeno en la planta y en el suelo (Smil, 2000).

2.- JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El gobierno del estado de Chiapas a través del programa reconversión productiva ha venido fomentando el establecimiento de cultivos bioenergéticos susceptibles de producción de biocombustibles, entre ellos se encuentra la higuierilla (*Ricinus communis* L), la cual es considerada como maleza, sin embargo en otras partes del mundo se esta cultivando de manera intensiva (INEGI, 2008). En el estado de Chiapas esta planta se está en tierras marginales que no producen ningún ingreso a la gente del campo, estos suelos tiene la ventaja de no ser empleados para el cultivo agrícola y los cultivos se adaptan fácilmente a estos terrenos. Sin embargo no existe información sobre los efectos que traerá consigo y de manera directa sobre la fertilidad del suelo.

Es por ello que esta investigación propone analizar las características del extracto de hojas de higuierilla sobre el cultivo de frijol, evaluando su crecimiento y desarrollo de la planta.

Este trabajo presenta una alternativa para disminuir el uso de agentes químicos, elaborando un extracto natural a partir de hojas de higuierilla (*Ricinus communis* L), el cual tiene un valor significativo en cuanto al crecimiento y desarrollo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Sin afectar al medio ambiente, manteniendo un rendimiento similar que los agentes químicos, así como su bajo costo y fácil obtención de materia prima.

3. OBJETIVO

3.1- OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el efecto del extracto de hojas frescas y secas de higuera (*Ricinus communis*) sobre las características bromatológicas del frijol.

3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Evaluar el efecto del extracto de hojas frescas y secas de Higuera (*Ricinus communis* L). sobre las características de crecimiento y desarrollo de la planta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

4.- ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

Los extractos de hojas de higuerilla y el tratamiento con químico (Thiodan) utilizados favorecieron al crecimiento de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*).

LIMITACIONES

Su única limitación se debe que es un extracto muy difícil de manejar, debido a que puede sufrir fermentación a temperaturas altas y a la luz solar, por lo mismo debe estar en conservación mediante la congelación de la muestra.

5. CARACTERIZACION DEL AREA

El presente trabajo se realizo en el invernadero del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, ubicado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez a $16^{\circ} 46'' 24'$ latitud norte y $93^{\circ} 10'' 22'$ latitud oeste, a una humedad relativa del 75%, a una altitud de 600 mts, con una precipitación pluvial oscila según las áreas municipales y es en promedio 900 mm anuales con una temperatura de 30-40 °C. En un ambiente abierto, utilizando unidades experimentales con 10 kg de suelo y 2 plantas, y 4 tratamientos por cada bloque obteniendo 12 unidades experimentales con 72 unidades en total.



6.-FUNDAMENTO TEORICO

6.1 ORIGEN Y DISTRIBUCION DE *Ricinus communis*

Ricinus communis L. mejor conocido castor oil bean y árbol pequeño, es miembro de la familia Euphorbiaceae, a pesar de su nombre común la planta de ricino no es un grano de verdad. Es nativa de África tropical, pero la planta ha sido reconocida por su producción de aceite con muchas propiedades deseables (González, 2001)

Ha sido introducida en casi todas las regiones del mundo, principalmente en regiones cálidas donde se ha naturalizado por ser planta cultivada desde la antigüedad para obtener aceite de ricino o como especie ornamental (Fonnegra et al, 2007), en este último caso se usa especialmente la variedad roja, gracias a la belleza de su aspecto y color de sus frutos, tallo y hojas (Recalde y Antisent, 2009),

Nombres Comunes: español: higerilla, Jiguerilla, higerillo rojo, ricino. Kichwa: toxipanga, jeguerilla, jiguirilla. En otros países se la conoce como: Croton, higuera del diablo, higerilla, castor, palma cristi (España), Higerilla, castor (Honduras), Tártago, higereta (Venezuela). El nombre común de aceite de castor se da porque erróneamente en los siglos XVI y XVII, se creía que el de ricino se obtenía de la semilla de la planta *Agnus castus* (González, 2001).

6.1.1.-MORFOLOGÍA

Hábito y forma de vida: Planta herbácea de porte arbustivo, ligeramente leñosa, con tallos y ramas huecas por dentro, de color verde claro a azul-grisáceo, en ocasiones rojiza.

Tallo: Engrosado, ramificado, segmentado producto de la cicatriz que deja la estipula cónica terminal caediza (fig. 1), con nectarios extraflorales. (Recalde y Antisent, 2009)



Fig. 1.- Diferentes colores de tallos en higuera.

Hojas: Lámina casi orbicular, de 10 a 60 cm de diámetro, peltada, profundamente palmatilobada, con 5 a 9 lóbulos, las divisiones ovado-oblongas a lanceoladas, agudas o acuminadas, borde irregularmente dentado-glanduloso; pecíolo tan largo o más largo que la lámina: glándulas nectíferas entre la lámina y el pecíolo (Fig.2).



Fig. 2.- Diferentes tipos y colores de hojas, en higuera.

Flores: Las flores están dispuestas en grandes inflorescencias, erguidas, que rematan los tallos; en la parte inferior de las mismas están las flores masculinas, con un cáliz, con cinco piezas de 6 a 12 mm de largo, lanceoladas y múltiples estambres soldados, con forma de columna, ramificadas en forma de coliflor. Las flores femeninas de 4 a 8 mm de largo, se encuentran en la parte superior de la panícula, formado por tres hojas carpelares y rematadas por tres ramitas bifurcadas, con papilas destinadas a captar el polen. Florece casi todo el año (fig. 3).



Fig. 3.- flores masculinas (izquierda) y femeninas (derecha) en higuera.

Frutos y semillas: El fruto es una cápsula trilobular que contiene una semilla por lóbulo (tricoco), de 1.5 a 2.5 cm de largo, exteriormente está recubierto por espinas o púas no punzantes, cortas y gruesas (equinado); tiene tendencia a la dehiscencia. La semilla es oval, de tamaño variable entre 5 y 20 mm según variedades (fig. 4). El tegumento es coriáceo, liso, lustroso, marmoreado rematada por una excrecencia, tóxico por la presencia de ricina y ricinina (Recalde y Antisent, 2009)



Fig. 4.- Frutos, ovarios y semillas, en higuera.

Variedades botánicas: En el mundo se conocen cientos de formas de esta especie que varían en tamaño, color de los tallos y de las hojas:

R. communis var. sanguineus: Ha sido la más cultivada intensamente. El tallo, las ramas y las hojas son de color rojo-vinoso; de gran porte y muy vigorosa. Posee semillas grandes y alto porcentaje de aceite.

R. communis var. minor: De baja altura (1,0 a 1,5 metros), ramificada desde la base, precoz, con cápsulas dehiscentes y semillas pequeñas.

R. communis var. mayor: De mayor altura que la anterior, de menor precocidad y dehiscente. Posee semillas de mayor tamaño.

R. communis var. viridis: Posee tallos, hojas y frutos de color verde. Muy abundante en África occidental, carece de cera y sus semillas son pequeñas.

R. communis var. zanzibarinus: Netamente tropical, con gran frondosidad, muy vigorosa. Tallos y hojas rojas revestidas de cera. Semillas muy grandes pero de poco porcentaje en aceite. (Recalde y Antisent, 2009)

6.1.2.- CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Cronquist (1981), la clasificación taxonómica de la higuera es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: Ricinus

Especie: *Ricinus communis* L.

6.2.- TOXICIDAD DE *Ricinus comunis* I.

Las semillas de ricino son potencialmente tóxicas. Contienen una de las más nocivas toxinas vegetales ricina, que está compuesta de dos subunidades, A y B, de naturaleza glucoproteica. La subunidad B una lectina une la toxina sobre las membranas celulares con sitios galactosidos. Esta primera etapa es necesaria para la intervención de la cadena A, una enzima que inactiva la subunidad 28S de los ribosomas de las células eucariotas y de hecho inhibe la síntesis proteica (Wiley y Oeltmann, 1991).

Si la toxicidad de la ricina por vía parenteral es tan innegable como temible, la de las semillas por vía oral es variable. Afortunadamente la ricina pura no está disponible en el mercado y las intoxicaciones por vía parenteral son anecdóticas (Fine et al, 1992). Si bien la mortalidad es baja, o nula si el intoxicado recibe un correcto tratamiento, la ingestión de semillas de ricino puede, no obstante, provocar trastornos de intensidad muy variable, se pueden observar síntomas digestivos (náuseas, vómitos, diarrea, dolores abdominales) (Wedin et al, 1986; Aplin y Eliseo, 1998) y sudores fríos, hipotensión, convulsiones(Gros Bañeres et al, 1997).

Los animales son sensibles a la toxina: se han registrado varios casos como consecuencia del consumo de tortas, especialmente en el caso de perros.

6.3 USOS DE LA HIGUERILLA (*Ricinuscommunis*)

En cultivos agroforestales, la planta de higuera es usada para dar sombra temporal a los cultivos de cacao y café por su rápido crecimiento y por el tamaño y forma de su hoja (Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2a Ed.), 2001)¹.

Como repelente vegetal, en la antigüedad se usó para repeler los insectos de los cultivos por los principios tóxicos que tiene y aun algunos campesinos la utilizan para este fin.¹

Como controlador de erosión en suelos inestables, se utiliza para la protección de las riberas de los ríos y quebradas, por su adaptabilidad a los suelos arenosos.¹

Debido a su composición química, el aceite de higuera conserva su viscosidad a altas temperaturas y resiste muy bajas sin congelarse, razón por la cual se emplea para motores de altas revoluciones.¹

El aceite refinado se usa en cosméticos y en productos medicinales. El uso más común es como purgante, llamado aceite de ricino, se considera un vermífugo drástico, que no irrita el intestino, es antirreumático, cura los orzuelos incipientes con una gota y sirve para eliminar las verrugas aplicándolo a mañana y tarde sobre ellas. El aceite es adecuado contra las úlceras de la piel, alivia los ojos cuando están enrojecidos o irritados, aplicando una gota a cada uno. Con aplicaciones constantes de aceite se suaviza y hace que vuelva a su posición normal, las hemorroides cuando salen de su orificio anal. Elimina los grandes lunares que aparecen en el cuerpo y las manchas de la cara.¹

También es usado en la preparación del paciente para las radiografías estomacales.¹

El aceite de higuera sulfonado, se usa en la impresión y acabado de tejidos de algodón, lino, seda y en curtiembres.¹

Deshidratado sirve de base para la preparación de líquidos para frenos y pinturas y por convertirse en aceite secante reemplaza con ventaja los aceites de tung y de linaza que se importan actualmente.¹

Disuelto en alcohol, se utiliza en la mayoría de manufactura de lociones y perfumes, como base o agente fijador de esencias. ¹

La fusión a altas temperaturas con la soda cáustica produce el ácido sebáctico que se emplea en la fabricación de plásticos y nylon. ¹

Se emplea además en industrias de caucho, baldosines de asfalto, betunes, ceras, sirve para fabricar cuero artificial, como ingrediente en el encurtido de pieles, para impermeabilizar telas, para producir aceites secantes, como aislante.¹

Se emplea en otros productos industriales tales como : Crayones, empaques, esmaltes, emulsión para pinturas, fertilizante, espumas, estensiles para duplicación, fluido para amortiguadores, fluido hidráulico, fungicidas, germicidas, grasas, hule, insecticidas, lacas, materiales de revestimiento, masilla para vidrios, papel carbón, papel matamoscas, pasta para empaquetaduras, poliésteres, productos farmacéuticos, pulidores, revestimiento para papel, tintas de impresión, y velas. ¹

La torta de higuera o afrecho es un excelente abono por el alto contenido de nutrientes, superior al de la torta de algodón y al abono fresco de establo. Su composición es de 1.91% de nitrógeno, 0.28% de fósforo, 3.02% de potasio, 33.8% de proteína cruda.¹

La torta de higuera puede utilizarse como fertilizante y se considera especialmente buena para cultivos de periodo corto. Pierde su toxicidad 2-3 semanas después de aplicada y se le atribuyen propiedades insecticidas.¹

6.3.- *Phaseolus vulgaris* L.



Fig 5. *Phaseolus vulgaris* L.

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) originario en América es cultivado en América. En México se cultivan 800 000 ha anualmente con rendimientos de 629 kg ha⁻¹ (Ortega y Ochoa, 2003). Debido a su contenido de proteína de 27 % es la principal fuente de proteína para la población más pobre. A parte de su valor nutricional. El frijol es una leguminosa y a través de la simbiosis con *Rhizobium* lleva a cabo la fijación de N₂, aumentando el contenido de nitrógeno en suelo y de esta manera lo fertiliza (López et al, 1985).

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común es una de las más importantes debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por ser completamente nutricional indispensable en la dieta alimenticia principalmente en centro y Sudamérica. México ha sido reconocido como el centro de origen o al menos, como el centro de diversificación primaria.

Debido al interés del hombre por esta leguminosa, las selecciones realizadas por culturas precolombinas originaron un gran número de formas diferentes, y en consecuencia diversas denominaciones comunes o vernáculas. Es así como el frijol se le conoce como el nombre de poroto, alubia, judía, habichuela, vainita, caraota y feijao, por citar algunos (López et al, 1985).

6.3.1.- TAXONOMÍA



Solo en las últimas décadas se han establecido bases sólidas universales en la taxonomía de *Phaseolus*. Este género ha sido bien diferenciado de otros como *Vigna* y *Macroptilium*, con los cuales se tenía confusiones respecto a su clasificación. Desde el punto de vista taxonómico esta especie es del prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Linneo en 1753. Pertenece a la tribu Phaseoleae de la subfamilia Papilionoideae dentro del orden Rosales (Tabla 1.)

Tabla 1. Clasificación taxonómica del frijol

Orden	Rosales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Papilionoidae
Tribu	Phaseolae
Subtribu	Phaseolinae
Genero	Phaseolus
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i> LINNEO

El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan:

P. vulgaris L.

P. lunatus L.

P. coccineus L.

P. acutifolius A. Gray var. *latifolius* Freeman

6.3.2.- MORFOLOGÍA DEL FRIJOL

La morfología estudia los caracteres de cada órgano, visibles a escala macroscópica y microscópica. El examen de cada uno separadamente facilita la comprensión de cada planta en su totalidad.

Raíz

En la primera etapa del desarrollo el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria, es decir, la primera identificable.

A los pocos días de la emergencia es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Se encuentran de 3 a 7 raíces en disposición de corona y tienen un diámetro poco menor que la raíz principal. Se denominan secundarias debido a que su desarrollo ocurre a partir de la raíz principal o primaria. Existen otras raíces secundarias que aparecen un poco más tarde y más abajo sobre la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales además se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. Las raíces terciarias aparecen lateralmente sobre las raíces secundarias y las cuaternarias sobre las terciarias.

Phaseolus vulgaris L. presenta nódulos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema. Estos nódulos tienen forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2 a 5 mm. Son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, los cuales fijan nitrógeno atmosférico (Lopez et al, 1985).

El nitrógeno fijado contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta.

Tallo

El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristema apical del embrión de la semilla: desde la germinación y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristema tiene una fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. Un nudo es el punto de inserción en las hojas (o de los cotiledones) en el tallo. El ángulo formado entre el peciolo de las hojas y la prolongación del tallo se denomina axila; en las axilas aparece un complejo de yemas que luego se desarrollan como yemas laterales o como inflorescencias (López et al, 1985).

El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis.

El tallo empieza en la inserción de las raíces. En orden ascendente, el primer nudo que se encuentra es el de los cotiledones; este se caracteriza por tener dos inserciones opuestas correspondientes al de los cotiledones. La primera parte del tallo comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo se llama, hipocótilo. El hipocótilo tiene una apariencia porque el frijol común es de germinación epigea.

Los cotiledones permanecen adheridos al tallo durante las primeras etapas de desarrollo. Después de unas dos semanas los caen quedando dos cicatrices en el tallo. El siguiente nudo es el de las hojas primarias, las cuales son opuestas.

Entre el nudo de los cotiledones y el de las hojas primarias, se encuentra un entrenudo real llamado epicótilo.

Los dos primeros nudos, el de los cotiledones y el de las hojas primarias son formados durante la embriogénesis, por lo tanto existen ya en la semilla.

En el tallo se encuentran presentes, a nivel de cada nudo otros órganos como las hojas, las ramas, las vainas, los racimos, y las flores.

El tallo se puede distinguir fácilmente ya que esta compuesto de una sucesión de nudos y entrenudos ; en cada nudo se encuentra una estípula, una hoja y entre el peciolo de la hoja y la prolongación del tallo, es decir en las axilas, se encuentran estructuras vegetativas como las ramas o reproductivas como las inflorescencias.

Los nudos del tallo se numeran en forma ascendente, de tal forma que el primer nudo corresponde al de los cotiledones, el segundo al de las hojas primarias, el tercero al de la primera hoja trifoliada y así sucesivamente.

Al inicio de la fase reproductiva de la planta, el tallo presenta a lo largo de su estructura diferentes niveles de desarrollo de los órganos vegetativos y reproductivos. En general se observa:

1.- Un cambio en la disposición de las ramas, es decir en la ramificación a partir de los dos primeros nudos, el de los cotiledones, y el de las hojas primarias cuyas ramas están dispuestas en forma opuesta (disposición decusada). A partir del tercer nudo la disposición de las ramas y / o inflorescencias es alterna (disposición dística).

2.- Un desarrollo característico de la parte terminal, dependiendo del hábito de crecimiento de la variedad. Relacionado con este punto existe la posibilidad de ser:

- Que el tallo termine en una inflorescencia (racimo) cuyas inserciones se desarrollan primero en flores y después en vainas. Al parecer esta inflorescencia el tallo normalmente cesa su crecimiento. En este caso, la planta es de hábito decrecimiento determinado.
- Otra posibilidad es que el tallo presente en su parte terminal un meristema vegetativo que le permita eventualmente continuar creciendo, es decir, formar más nudos y entrenudos. En este caso la planta es de hábito de crecimiento indeterminado.

Ramas



Las ramas se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en la axila de una hoja o en la inserción de los cotiledones, este es el denominado complejo axilar que generalmente esta formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo.

Una rama en sus primeros estados de desarrollo se puede distinguir porque las estípulas de la primera hoja trifoliada de

esa rama, cubren totalmente dicha estructura. Estas estípulas tienen forma triangular y aplanada; además son visibles los ápices de los foliolos de dichas hojas (López et al, 1985).

Hojas

Las hojas del frijol son de dos tipos: simples y compuestas. Están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. En dichas ramas siempre se encuentran estípulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas.

En la planta de frijol solo hay dos hojas simples: las primarias, aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestas, cordiformes, unifoliacas, auriculadas, simples y acuminadas. Estas caen antes de que la planta este completamente desarrollada. Las estípulas son bífidas a nivel de las hojas primarias (López et al, 1985).

Las hojas compuestas trifoliadas, son las hojas típicas del frijol, tienen tres foliolos, un peciolo y un raquis. Tanto el peciolo como el raquis son acanalados. El foliolo central o terminal es simétrico y acuminado. Los dos laterales son asimétricos y también acuminados.

Los foliolos son enteros, la forma tiende ser de ovalada a triangular, principalmente cordiformes, pero sin aurículas; son glabros o subglabros (López et al, 1985).

Los foliolos tienen peciolulos que pueden ser considerados como pulvinulos y poseen estipelas; dos en el foliolo central y una en cada foliolo lateral, colocadas en la base de los peciolulos.

Inflorescencia

Las inflorescencias pueden ser axilares o terminales. Desde el punto de vista botánico se consideran como racimos de racimos; es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un compuesto de tres yemas (triada floral) que se encuentran en las axilas formadas por las brácteas primarias y la prolongación del raquis.

El racimo se distingue en su estado inicial porque la forma del conjunto tiende a ser cilíndrica o esférica y esta cubierto principalmente por dos estructuras foliáceas, de forma triangular, es decir las brácteas primarias de las primeras inserciones florales de la inflorescencia.

La inflorescencia tiene tres partes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales. Antes de abrir las primeras flores, el pedúnculo de la inflorescencia se alarga rápidamente. El raquis es una sucesión de nudos. Los nudos se distinguen porque en ellos se localizan las brácteas primarias.

El pedúnculo y el raquis pueden tener colocación y pubescencia características según la variedad, pero siempre tienen pequeños pelos uncinulados. Los nudos del raquis no son notorios y no tienen glándulas pedicelares comunes en muchos géneros afines.

Las brácteas del raquis generalmente son permanentes, de triangulares a redondas y multinerviales. En la axila de cada bráctea primaria existe un complejo de yemas, denominado tríada floral.

En cada triada floral, cada una de las yemas laterales generalmente produce una flor; estas dos yemas laterales son las dos primeras que aparecen sobre el eje del racimo secundario, en sucesión alterna. En cambio la yema central no se desarrolla directamente, como el eje es muy reducido, las dos flores parecen estar al mismo nivel. En algunos casos, cuando las vainas producto del desarrollo de las flores están ya desarrolladas, la yema central puede producir un pequeño eje con otra triada floral, de esta nueva triada puede resultar una tercera flor. El desarrollo a partir de la tercera flor esta limitado por fenómenos de competencia ya que al madurar las vainas de las dos primeras yemas, la planta generalmente esta en la etapa de maduración y por lo tanto presenta disminución de su actividad fotosintética y normalmente esta actividad no se desarrolla (López et al, 1985)

Flor



La flor del frijol es una típica flor papilionácea, en el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados; el botón floral y la flor completamente abierta.

El botón floral ya sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de la axila, en su estado inicial esta envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su

estado inicial la corola que aun esta cerrada sobresale y las bractéolas cubren solo el cáliz (López et al, 1985).

Cuando ocurre el fenómeno de síntesis la flor se abre. La flor tiene simetría bilateral con las siguientes características:

1. Un pedicelo glabro o subglabro con pelos uncinulados y en su base una pequeña bráctea no persistente, unilateral, llamada bráctea pedicelar.
2. El cáliz es gamosépalo, campanulado, con cinco dientes triangulares dispuestos como labios en dos grupos, en la siguiente forma: dos en la parte alta completamente soldados y tres mas visibles en la parte baja. En la base del cáliz hay dos bractéolas ovoides y multinerviales que persisten hasta poco después de la floración; ordinariamente de un tamaño equivalente a dos veces la longitud del cáliz.
3. La corola es pentámera y papilionácea, por dos pétalos soldados por su base y tres no soldados.

Fruto



El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa.

Dos suturas aparecen en la unión de las dos valvas: una es la sutura dorsal, llamada placentar; la otra sutura se denomina sutura ventral.

Los óvulos que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar, en consecuencia las semillas también alternan.

Las vainas son generalmente glabras o subglabras con pelos muy pequeños. Pueden ser de diversos colores, uniformes con rayas, existiendo entre las vainas jóvenes o estado inmaduro, las vainas maduras y las vainas completamente secas. El color depende de la variedad (López et al, 1985).

Semilla



La semilla es exalbuminosa es decir que no posee albumen, por lo tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Se origina de un ovulo campilótropo. Pueden tener varias formas: cilíndricas, de riñón, esférica u otras.

Las partes externas de las semillas son:

1. La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundina del ovulo.
2. El hilum, o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta.

3. El micrópilo que es una abertura en la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilum, a través de esta abertura se realiza principalmente la absorción de agua.
4. La rafe, proveniente de la soldadura del funículo, con los tegumentos externos del ovulo campilótropo.

La semilla tiene una amplia variedad de color (blanco, rojo, crema, negro, café, etc.), de forma y de brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de variedades de frijol como consecuencia de la gran diversidad genética que existe dentro de esta especie (López et al, 1985).

7.- PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES

7.1.- DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

El trabajo se realizo en el invernadero que se encuentra ubicado en el interior de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

La siembra se realizo durante el periodo de enero a junio del 2011, usando el frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), variedad negro Grijalva, en recipientes de plasticos con un contenido neto de 10 kg de suelo. Primeramente las semillas de frijol se sembraron dentro de garrafones, el cual se deposito 3 semillas de frijol en cada agujero con una profundidad de 5 cm cada uno y suministrandoles de suficiente agua durante todo su desarrollo.

Las plantas se obtuvieron a partir de la siembra de frijol negro Grijalva las cuales fueron adquiridas en una tienda comercial, las cuales maduraron aproximadamente a los 55 días después de la siembra. A los diez días después de la siembra se hizo la primera aplicación de los extractos de Higuierilla, haciéndose un total de 9 aplicaciones durante todo su desarrollo del experimento, realizándose la aplicación de los extractos cada ocho días.

Las hojas de higuierilla fueron obtenidas a partir de la planta, las cuales se lavaron con agua potable, se dejo remojar por 3 minutos en agua destilada y cloro al 1%, nuevamente se lavaron con agua potable 3 veces, se pesaron 100 gramos de hojas, otros 100 gramos se dejo secar. Cada 100 gramos de hojas se licuo con 1 litro de agua, y se colocaron en recipientes tapados durante 72 horas en bolsas negras, evitando el contacto con la luz solar.

Finalmente se filtraron con una malla, para después diluirlo 1:3 con agua y aplicarse directamente al suelo, en caso de no utilizar el extracto inmediatamente se procedía a su congelación para evitar la fermentación de la muestra).

7.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio se desarrollo bajo un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos Higuierilla de hojas frescas (Hhf), higuierilla de hojas secas (Hhs), químico (Q) y blanco (bla) sin tratamiento, se ubicaron en 3 bloques, cada bloque (cuatro tratamientos) conteniendo cada unidad experimental 2 plantas de frijol, distribuidos en el área de trabajo, sumando un total de 12 garrafones teniendo un total de 18 plantas por tratamiento.



Se hicieron 6 aplicaciones de cada tratamiento (10, 18, 26, 34, 42, 50) días después de la emergencia, el testigo blanco (tratamiento con agua). Cada unidad experimental o maceta se etiqueto indicando el tratamiento correspondiente a realizarse y en cada unidad experimental estuvo integrado por 2 plantas de frijol negro Grijalva (*Phaseolus vulgaris L.*)

7.3 PREPARACIÓN DEL EXTRACTO.

Se seleccionó 20 árboles de higuera (*Ricinus communis* L.), se recolectó 500 gr de hoja de cada árbol. Se utilizó 1 kg de hojas frescas y se lavó para eliminar el polvo, se licuó las hojas para tener un tamaño de partícula de 2 mm², se adicionó agua destilada y se preparó una mezcla al 10 % w / v. Se depositó la mezcla en un recipiente de plástico y se dejó a oscuridad durante 72 horas, posteriormente se filtró (Montes-Molina 2003).

7.4. EXPERIMENTO I

Efecto del extracto de higuera aplicado al suelo en el cultivo de frijol

El diseño experimental a utilizar será un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

Los tratamientos estarán distribuidos de la siguiente manera.

Blanco o testigo (Bla)

Higuera de hojas frescas (Hhf)

Higuera de hojas secas (Hhs)

Químico (Q)

Tabla 4.- Diseño de bloques completamente al azar en cultivo de frijol

Bloque I			Bloque II			Bloque III		
Bla	Hhf	Q	Q	Bla	Hhs	Q	Bla	Bla
Hhs	Hhs	Bla	Bla	Hhf	Q	Bla	Hhf	Hhs
Hhf	Q	Hhf	Hhf	Hhs	Hhf	Hhf	Q	Hhf
Q	Bla	Hhs	Hhs	Q	Bla	Hhs	Hhs	Q

Teniendo un total de 3 repeticiones por tratamiento.

VARIABLES A MEDIR

VARIABLES DE CRECIMIENTO: Altura de la planta, diámetro del tallo, número de nódulos, días a frutacion, días a floración, número de flores, número de hojas, peso del follaje y peso de la raíz.

VARIABLES DE COSECHA: Días a floración, días a frutacion, número de vainas, número de semillas, peso de la semilla.

Todas estas variables se medirán a los 90 días después de la emergencia, a excepción del número de nódulos que se medirán a los 15, 30, 45 y 60.

El análisis estadístico se realizó con un programa llamado statgraphics, mediante los métodos tukey y LSD.

8. RESULTADOS

En este experimento se muestran los resultados obtenidos durante los 74 y 90 días después de la emergencia (dde), a continuación se mostraran las graficas de cada tratamiento utilizadas.

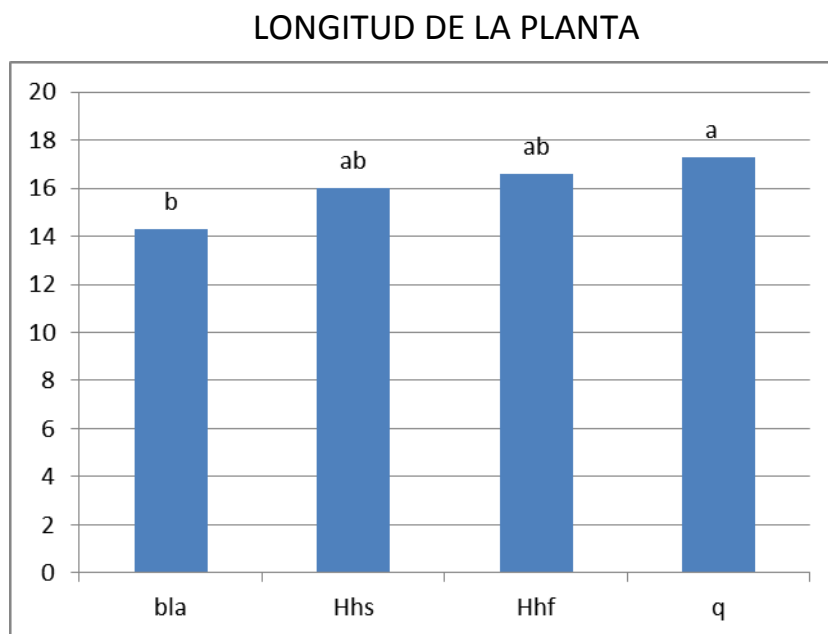


Figura 6. Longitud de la planta con respecto a cada tratamiento aplicado sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 74 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontro que las plantas tratadas con quimico tubieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con blanco, con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 6).

En la fig. 6 se observa que el tratamiento quimico tuvo mayor rendimiento en cuanto a la longitud encontrandose diferencia significativa en el tratamiento con agua (blanco), los demas tratamiento no hubo diferencia significativa, nos quiere decir que tienen una capacidad mayor con respecto al blanco y tienen la misma capacidad de aumentar la longitud de la planta en un buen porcentaje con respecto al quimico.

DIAMETRO DEL TALLO

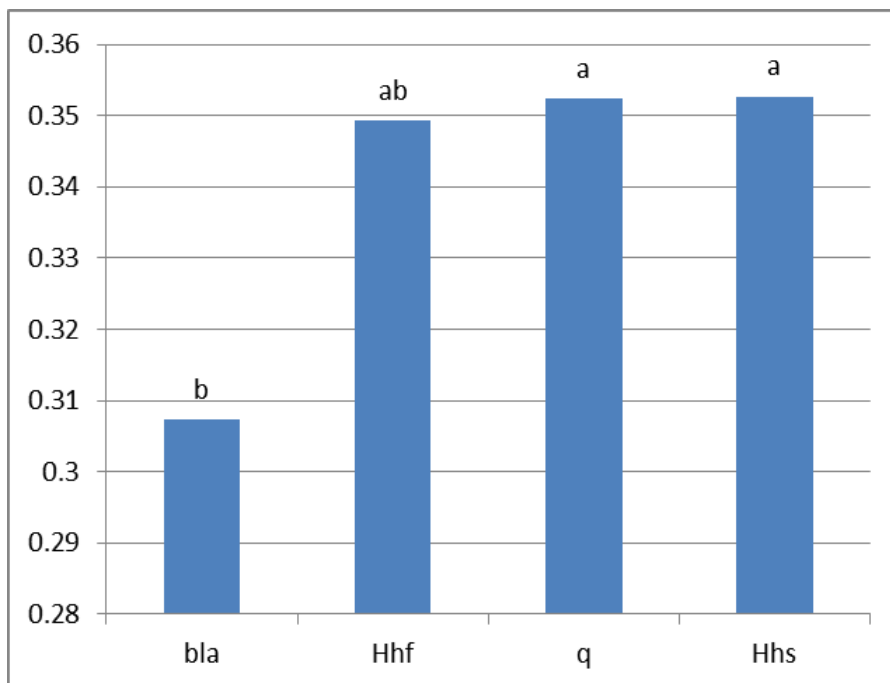


Figura 7. Diámetro del tallo con respecto a cada tratamiento aplicado sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 74 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontro que las plantas tratadas con las hojas de higuera y el químico, tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con blanco, con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 7).

La fig 7, nos muestra que los tratamientos químico (q), hojas de higuera seca (Hhs) y fresca (Hhf) tuvieron un mayor rendimiento con respecto al blanco. Estos tratamientos aumentaron casi el doble del diámetro con referencia al blanco.

NUMEROS DE HOJAS

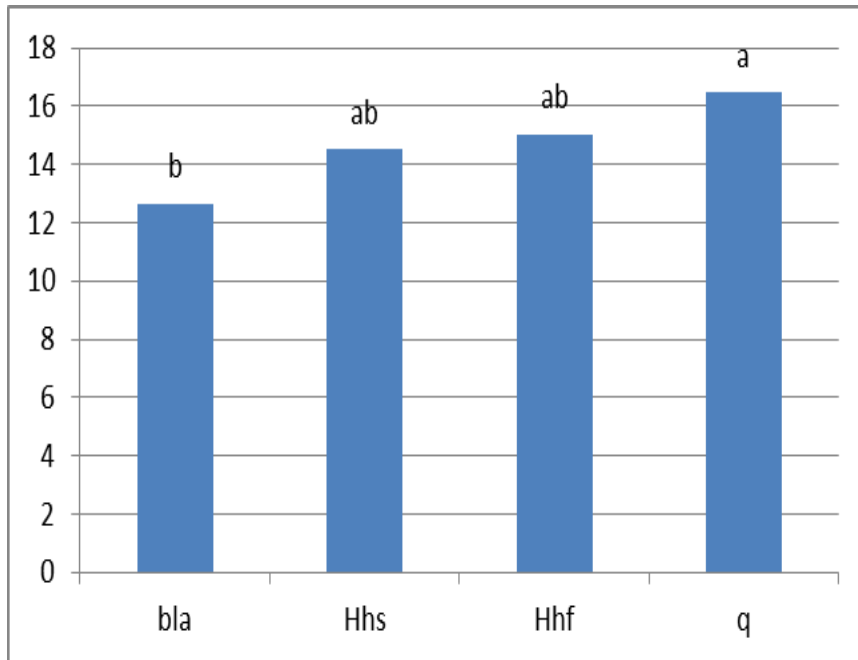


Figura 8. Numero de hojas con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 74 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontro que las plantas tratadas con el quimico (q), tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con blanco (bla), con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 8).

En la fig 8, nos muestra que el tratamiento utilizano el quimico (q) tuvo un mayor desempeño en cuanto a la produccion de hojas en la planta de frijol con respecto al blanco, los otros tratamientos no tuvieron diferencia significativa lo cual quiere decir que estos tiene un mayor rendimiento con parado con el blanco (bla).

NUMERO DE VAINAS

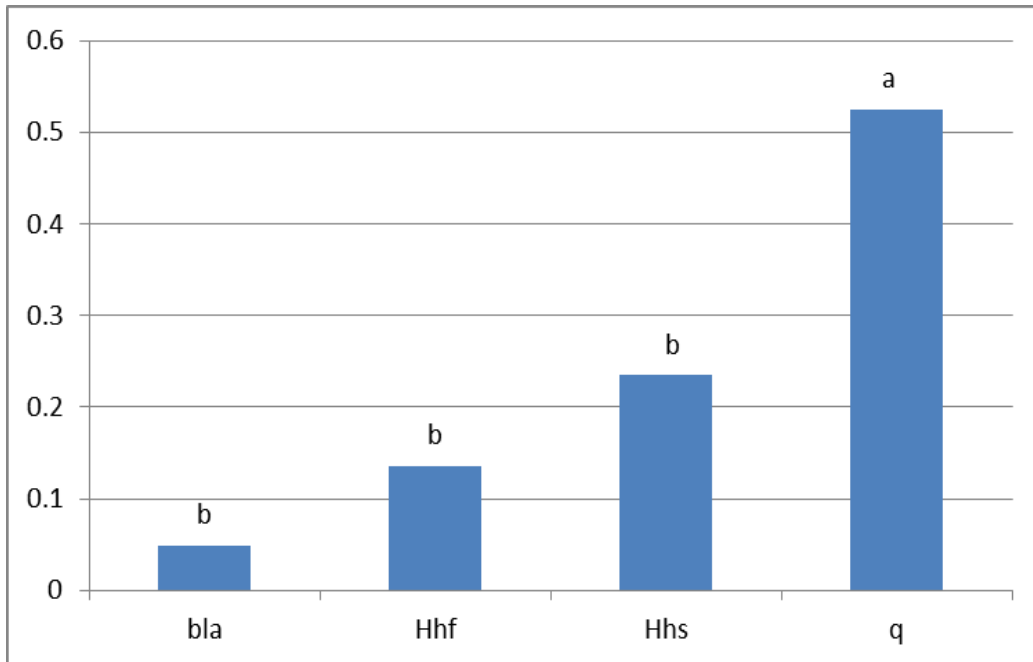


Figura 9. Numero de vainas con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 74 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontró que las plantas tratadas con el químico (q), tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con blanco (bla) y hojas de higuera fresca (Hhf), con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 9).

En la fig 9, observamos que tanto el químico (q) como las hojas de higuera seca (Hhs) tuvieron un mayor desempeño en cuanto al número de vainas producidas con respecto al blanco y las hojas de higuera fresca (Hhf).

PESO TOTAL

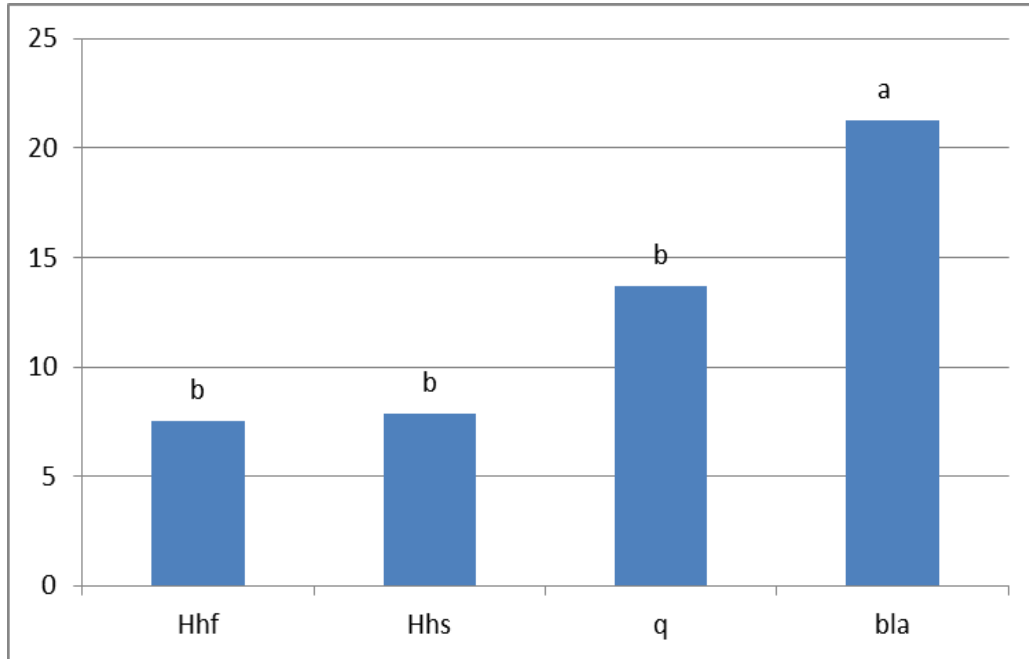


Figura 10. Peso total con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontró que las plantas tratadas con el blanco (bla), tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con las hojas de higuierilla (Hhs y Hhf), con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig. 10).

La fig. 10, nos muestra que el tratamiento con agua (bla) tuvo un mayor rendimiento en cuanto al peso total de la planta, el químico no tuvo diferencia significativa ya que este está en un rango mucho mayor que los tratamientos de extracto de higuierilla los cuales tuvieron una menor cantidad en el peso.

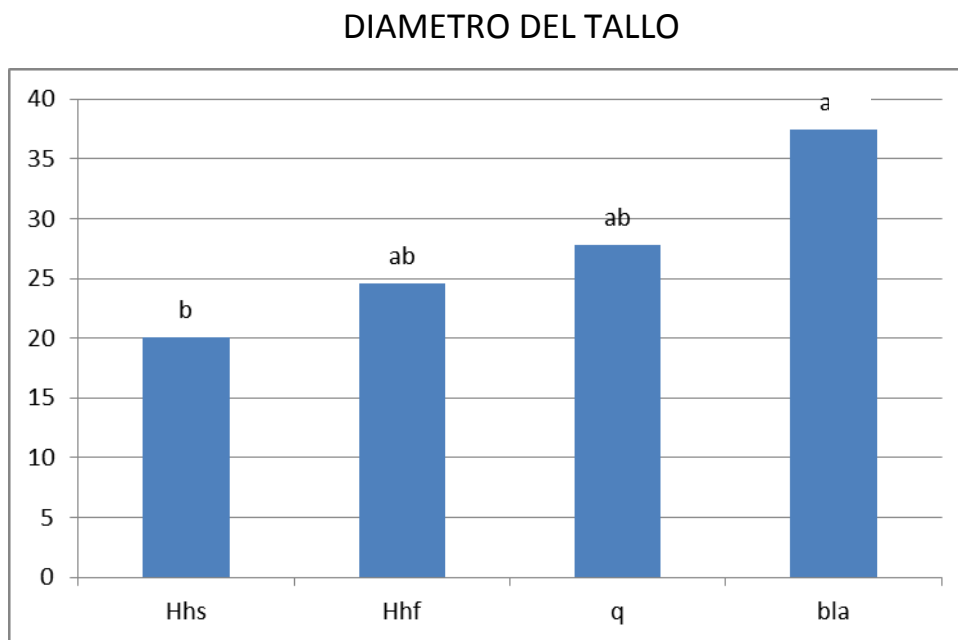


Figura 11. Diámetro del tallo con respecto a los tratamientos sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontró que las plantas tratadas con el blanco (bla), tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con hoja de higuierilla seca (Hhs), con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 11).

La fig 11, nos muestra de nuevo que el tratamiento con agua (bla) tuvo un mayor rendimiento en cuanto al diámetro del tallo, aunque los tratamientos de extracto de higuierilla s ubican en un rango mayor con respecto al extracto de hojas de higuierilla fresca (Hhf). Esto es favorable para su uso en un futuro.

LONGITUD DEL FOLLAJE

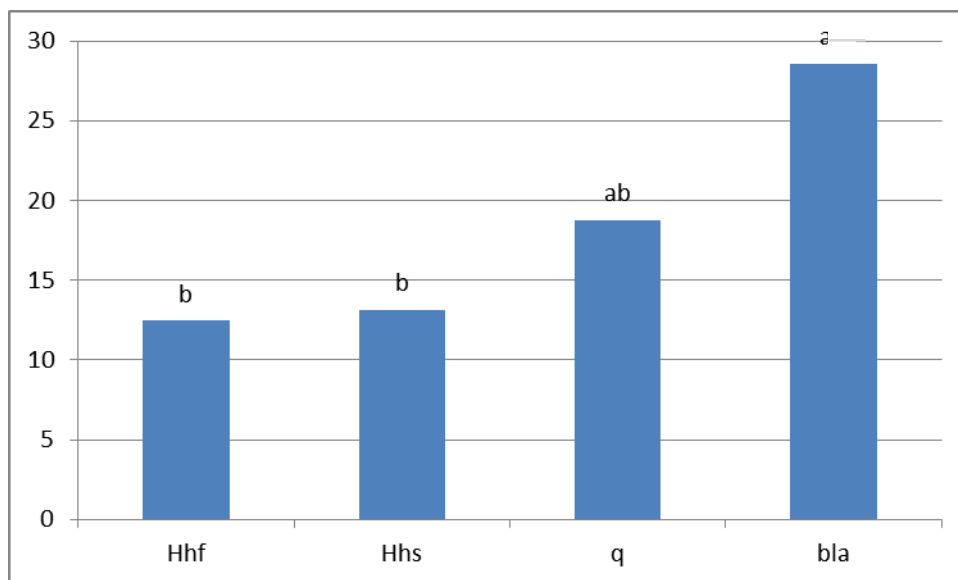


Figura 12. Longitud del follaje con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontró que las plantas tratadas con el blanco (bla), tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con las hojas de higuera (Hhf y Hhs), con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 12).

La fig 12, nos muestra que el tratamiento con blanco (bla) agua, tuvo un mayor aumento en la longitud del follaje, mientras que los extracto de hojas de higuera (Hhf y Hhs) tuvieron un menor desempeño.

LONGITUD DE LA PLANTA

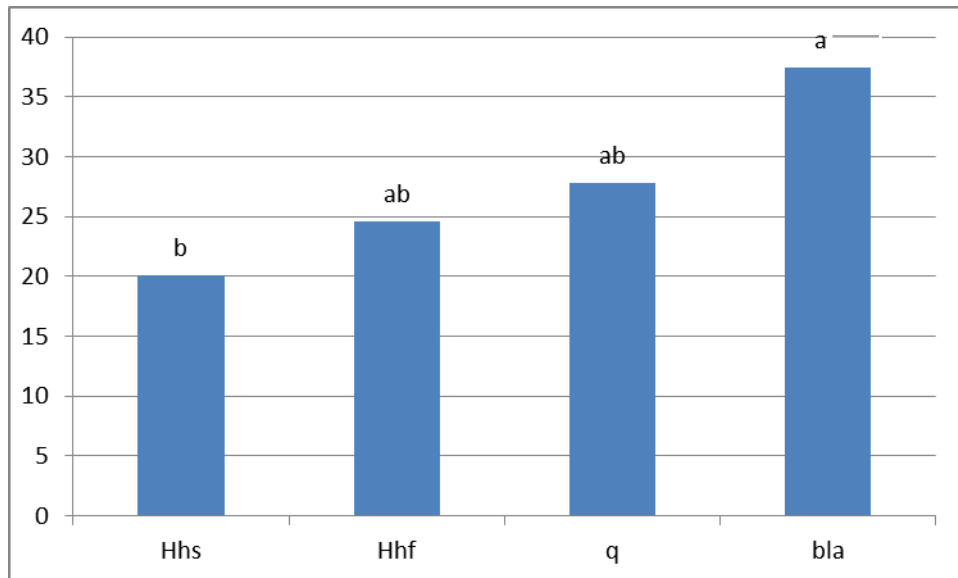


Figura 13.- longitud de la planta con respecto a cada tratamiento sobreel cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontró que las plantas tratadas con el blanco (bla), tuvo diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con hoja de higuierilla seca (Hhs), con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 13).

La fig 13, nos muestra que el blanco tuvo un mayor desempeño en cuanto a la longitud sin ver también que los tratamientos con químico (q) y hojas de higuierilla fresca (Hhf) tuvieron resultados favorables mucho mayor que el extracto de hojas de higuierilla seca (Hhs).

PESO DEL FOLLAJE

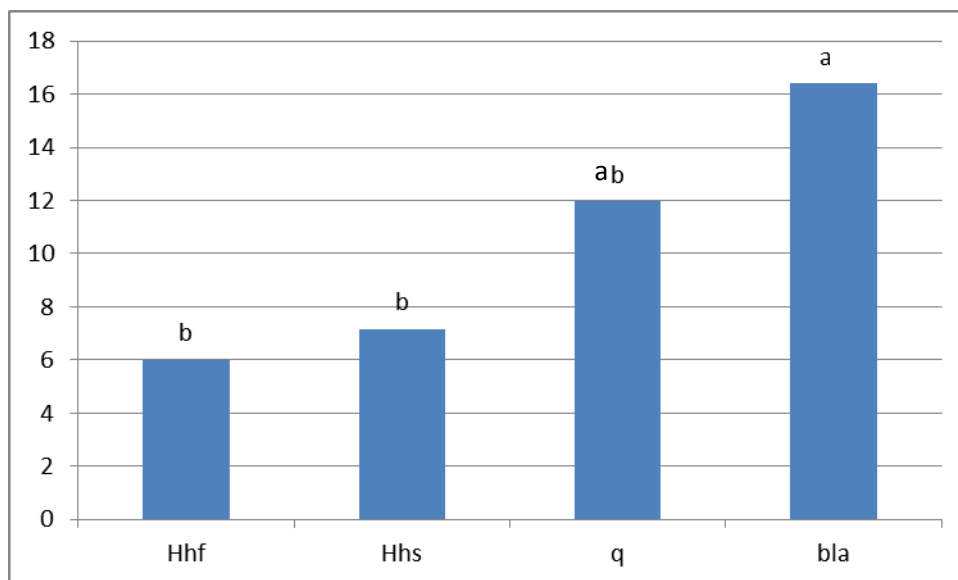


Figura 14. Peso del follaje con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY <95 %).

Se encontró que las plantas tratadas con el blanco, tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con las hojas de higuera (Hhf y Hhs), con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 14).

La fig 14 nos muestra que el tratamiento con mayor proporción fue el blanco (bla) y el químico (q), los otros tratamientos tuvieron un bajo rendimiento en cuanto al peso del follaje.

PESO DE LA RAIZ

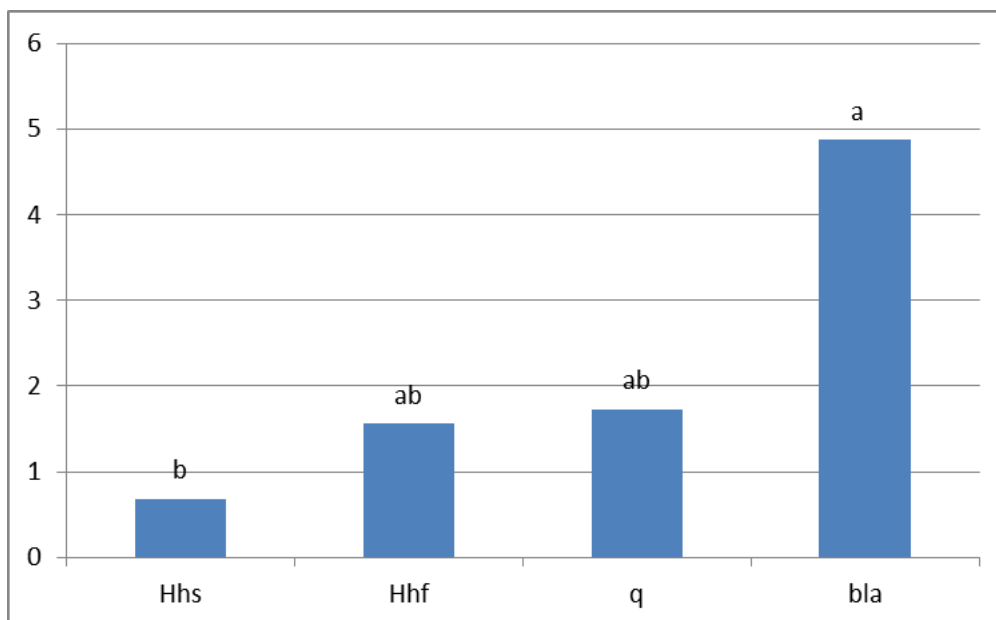


Figura 15. Peso de la raíz con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY < 95 %).

Se encontró que las plantas tratadas con el blanco, tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con hoja de higuera seca, con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 15).

La figura 15 nos indica que el tratamiento con el blanco tuvo mayor aumento en el peso de la raíz, mientras que los tratamientos de hoja de higuera fresca (Hhf) y químico (q) tuvieron poco aumento en esta variable.

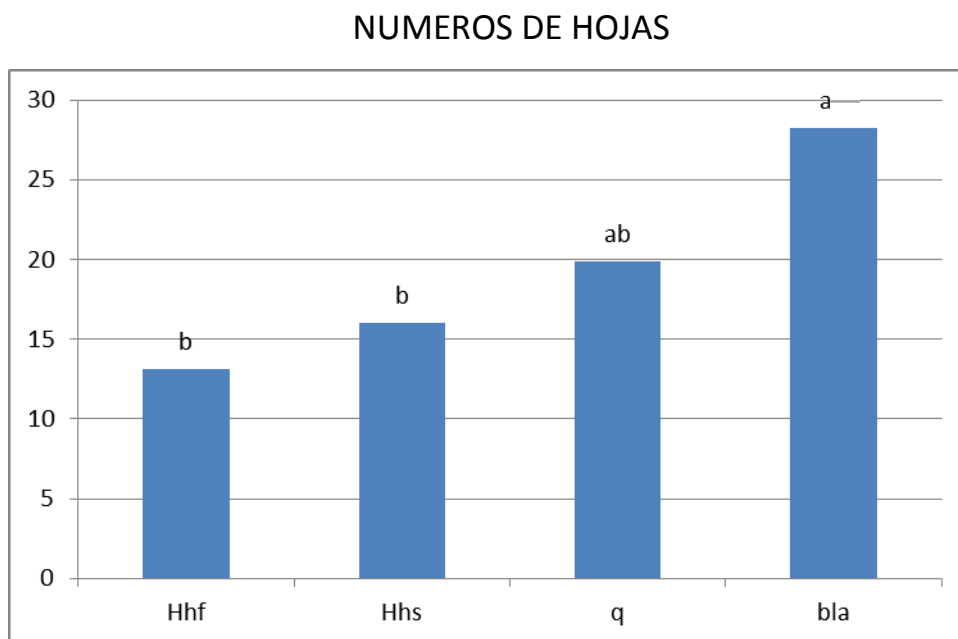


Figura 16. Número de hojas con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY < 95 %).

Se encontro que las plantas tratadas con el blanco, tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con las hojas de higuerrilla, con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 16).

La fig 16 muestra que el blanco tuvo un mayor desempeño n la produccion de numero de hojas mientras que los tratamientos de extracto de hojas de higuerrilla fuern los que tuvieron un menor desempeño en esta variable.

NUMERO DE VAINAS

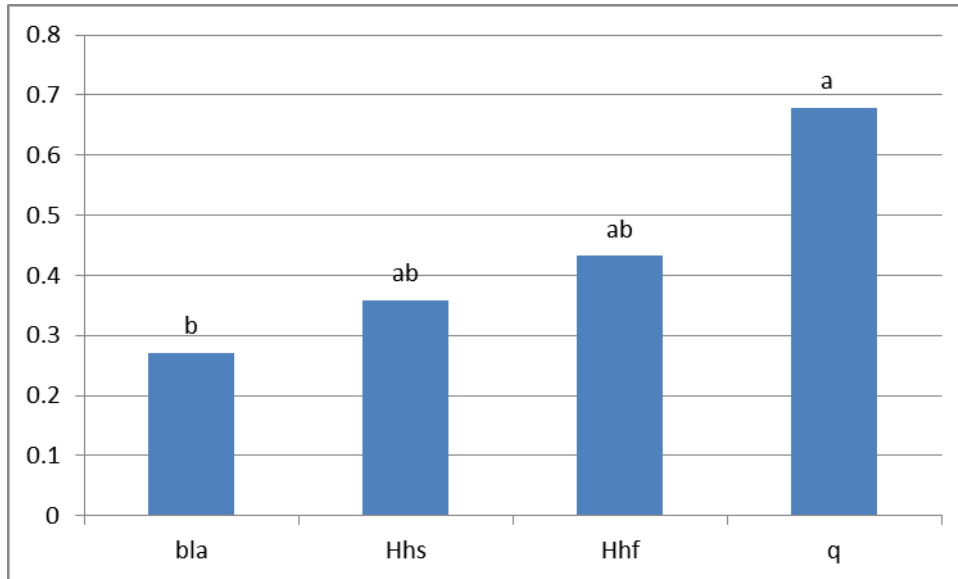


Figura 17. Número de vainas con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY < 95 %).

Se encontró que las plantas tratadas con el químico, tuvo diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con el blanco, con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 17).

La fig 17. Nos muestra que las plantas que se les aplicó el químico tuvieron un mayor número de vainas, los otros tratamientos como las hojas de higuera fresca y seca están por arriba del blanco el cual tuvo una menor producción de vainas.

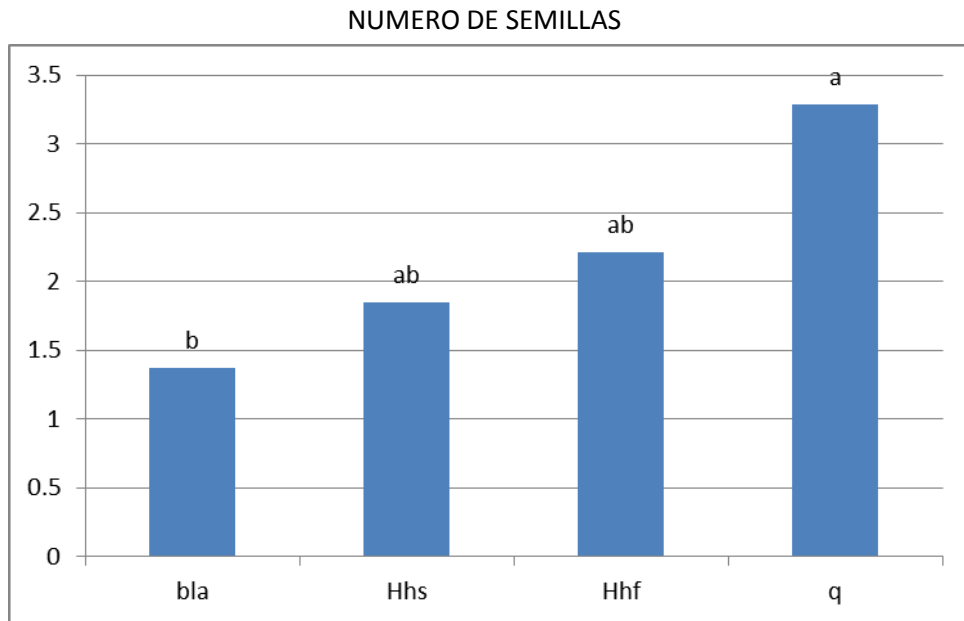


Figura 18. Número de semillas con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY < 95 %).

Se encontro que las plantas tratadas con el quimico, tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con el blanco, con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 18).

La fig 18. Nos muestra que las plantas que se les aplico el químico tuvieron un mayor número de semillas, los otros tratamientos como las hojas de higuera fresca y seca están por arriba del blanco el cual tuvo una menor producción de vainas.

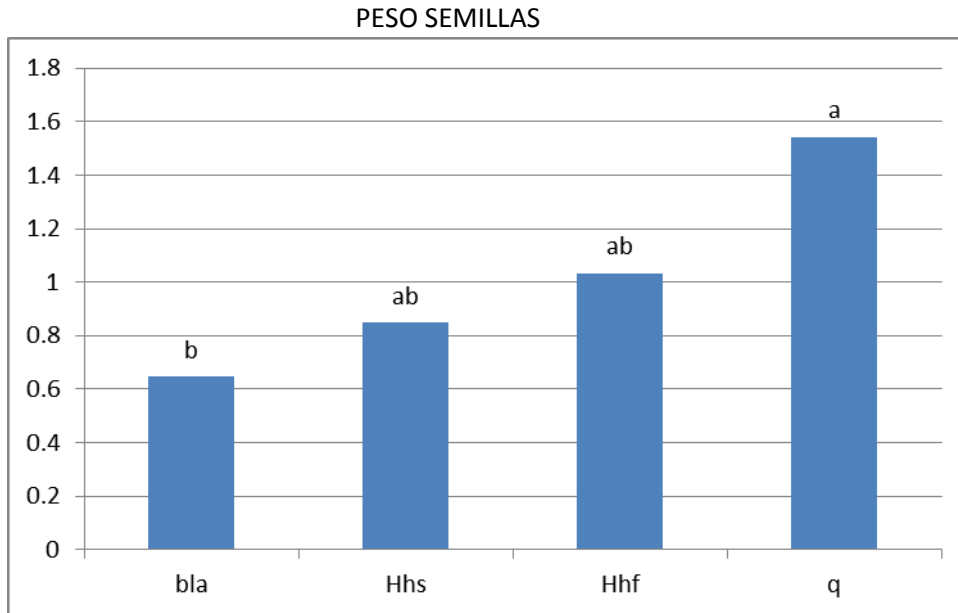


Figura 19. Peso semillas con respecto a cada tratamiento sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a los 90 dde. (TUKEY < 95 %).

Se encontro que las plantas tratadas con el quimico, tuvieron diferencia significativa con respecto a las plantas tratadas con el blanco, con los otros tratamientos no hubo diferencia significativa (fig 19).

La fig 19. Nos muestra que las plantas que se les aplico el químico tuvieron un mayor peso de las semillas, los otros tratamientos como las hojas de higuera fresca y seca están por arriba del blanco el cual tuvo una menor producción de vainas.

9. CONCLUSIONES

Las plantas tratadas con el blanco mostraron influencia sobre las variables de desarrollo de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) durante los 90 dde.

Las plantas tratadas con Thiodan (qui), mostraron un aumento del 60 % más en el peso y numero de semillas, con respecto a las plantas tratadas con el blanco.

Las plantas tratadas con los extractos de hojas de higuierilla fresca y seca, tuvieron un aumento del 40 al 25 % respectivamente en las variables numero de semillas y peso de semillas, con respecto a las plantas tratadas con el blanco. Con las plantas tratadas con el thiodan no hubo diferencia significativa.

10. BIBLIOGRAFIA

Alves Finco M.V, Doppler W., 2010. Bioenergy and sustainable development: The dilemma of food security and climate change in the Brazilian savannah. *Energy for Sustainable Development*.14: 194-199.

Asman W.A.H, Sutton M.A, Schjorring J.K.,1998 Ammonia: emission, atmospheric transport and deposition. *New Phytol* 139:27–48

Bateman, E. J., and Baggs, E. M., 2005. Contributions of nitrification and denitrification to N₂O emissions from soils at different water-filled pore space. *Biol. Fert. Soils* 41: 379–388.

Batjes, N. H., 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *Eur. J. Soil Sci.* 47: 151–163.

Bransby, D. I., McLaughlin, S. B., and Parrish, D. J., 1998. Soil carbon changes and nutrient cycling associated with switchgrass. *Biomass and Bioenergy* 14: 379–384.

Bremner J.M., 1996. *Methods of soils analysis, Part 3 , Chemical methods*, Soil Science Society of America Inc, American Society of Agronomy Inc, Madison, WI, pp 1085-1122

Cicerone R.J ., Oremland R.S.,1988. Biogeochemical aspects of atmospheric methane. *Global Biogeochem Cycles* 2:299-327

Changsheng L., 2007 Quantifying greenhouse gas emissions from soils: scientific basis and modeling approach. *Soil Sci Plant Nutr* 53:344–352

Chen X., Cabrera M.L., Zhang L., Wu J., Shi Y., Yu W.T., Shen S.M., 2002. Nitrous oxide emission from upland crops and crop-soil systems in northeastern China, *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 62: 241–247

Enting I.G, Wigley T.M.L, Heimann M., 1994. Future emissions and concentrations of carbon dioxide: key ocean/atmosphere/ land analyses. pp. 1–130.

Erisman J.W, Mennen M.G, Fowler D, Flechard C.R, Spindler G, Gruner A., 1998 .Deposition monitoring in Europe. *Environ Monit Assess* 53:279–295

Firestone, M. K., Firestone, R.B., and Tiedje, J. M., 1980. Nitrous oxide from soil denitrification: factors controlling its biological production. *Science* 208:749–751.

Fowler D, Muller J.B.A, Sheppard L.J., 2004 .The GaNE programme in a global perspective. *Water Air Soil Pollut Focus* 4:3–8

Friedli H, Lotscher H, Oeschger H, Siegenthaler U, Stauffer B., 1986. Ice core record of the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio of atmospheric CO_2 in the past two centuries. *Nature* 324:237–238

Freyer H.D, Kobel K, Delmas R.J, Kley D, Legrand M.R.,1996. First results of N-15/N-14 ratios in nitrate from alpine and polar ice cores. *Tellus Ser B—Chem Phys Meteorol* 48:93

GEIA – Global Emission Inventory Activity.,1993. Report on the 3rd workshop, Amersford, 31 Jan-02 Feb 1993, A.F. Bowman (ed), Bilthoven, The Netherlands, 83 p

Govaerts B., Verhulst N., Castellanos-Navarrete A., Sayre K.D., Dixon J., Dendooven L., 2009. Conservation Agriculture and Soil Carbon Sequestration: Between Myth and Farmer Reality., *Critical Reviews in Plant Sciences*,28:3,97-122.

Heincke M., y Kaupenjohann M., 1999. Effects of soil solution on the dynamics of N₂O emissions: a review, *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 55: 133–157

Herrera Arreola G., Vázquez Murrieta M.S., Cruz Mondragón C., Van Cleemput O., Luc Dendoveen., 2008. Nitrous Oxide Emissions from Soils of the Semi-Arid Highlands of Durango, Mexico: A Laboratory Study., *Arid Land Research and Management*, 22:179–194

Herrera Arreola G., Herrera Y., Reyes Reyes B.G., Dendoveen L., 2007. Mesquite (*Prosopis juliflora*(SW)DC.), huisache(*Acacia Farnesiana*(L) Willd.) and catclaw (*Mimosa Biuncifera* Benth.) and their effect on dynamics of carbon and nitrogen in soils of the semi-arid highlands of Durango Mexico, *Journal of Arid Environments*, 69 :583-598.

Holland E.A, Dentener F.J, Braswell B.H, Sulzman J.M., 1999. Contemporary and pre-industrial global reactive nitrogen budgets. *Biogeochem* 46:7–43

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change .,1996). *Climate Change 1995. The Science of Climate Change*. Cambridge (UK): Cambridge University Press. 572 p

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change., 2001. *Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.

Jain M.C. , Kumar S., Wassmann R., Mitra S., Singh S.D., Singh J.P., Singh R.,Yadav A. K., Gupta S., 2000. Methane emissions from irrigated rice fields in northern India (New Delhi), *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 58: 75–83.

Keeling C.D, Whorf T.P., 2005. Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO sampling network.

Khalil M.A.K., Shearer M.J., 1993. Atmospheric methane: sources, sinks and role in global change. *Chemosphere* 26:201-217

Lal, R., 2004. Carbon emission from farm operations. *Environ. Int.* 30: 981–990.

Lal, R., 2007. Anthropogenic influences on world soils and implications for global food security. *Adv. Agron.* 93: 69–93.

Lawrence G.B, Goolsby D.A, Battaglin W.A, Stensland G.J., 2000 .Atmospheric nitrogen in the Mississippi River Basin—emissions, deposition and transport. *Sci Total Environ* 248:87–99.

Lemus R., Lal R., 2005. Bioenergy Crops and Carbon Sequestration. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24:1–21

Lokupitiya, E., Paustian, K., 2006. Agricultural soil greenhouse gas emissions: A review of National Inventory Methods. *J. Environ. Qual.* 35:1413– 1427

López et al., 1985. Frijol: investigación y producción, editorial CIAT, pp. 15-41

Ma, Z., Wood, C. W., Bransby, D. I., 2000. Soil management on soil C sequestration by switchgrass. *Biomass and Bioenergy* 18: 469–477.

Marland, G., West, T. O., Schlamadinger, B., and Canella, L., 2003. Managing soil organic carbon in agriculture: the net effect on greenhouse gas emissions. *Tellus* 55B: 613–621.

Mendez Bautista J., Fernandez Luqueño F., Lopez Valdez F., Mendoza Cristino R., Montes Molina J.A., Gutierrez Miceli F.A., Dendoveen L., 2009. Effect of pest controlling neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and mata-raton (*Gliricidia sepium* Jacquin) leaf extracts on emission of green house gases and inorganic-N content in urea-amended soil, *Chemosphere* 76 :293–299

Montes Molina J.A., 2003. Efecto del extracto de la hoja de neem (*Azadirachta indica*) sobre el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del maíz (*Zea mayz* L.). Tesis, Universidad Autonoma de Chiapas, México.

Montes Molina J.A., Luna Guido M.L., Espinoza Paz N., Govaerts B., Gutierrez Miceli F.A., Dendoveen L., 2007. Are extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss. (L)) and *Gliricidia sepium* (Jacquin) an alternative to control pests on maize (*Zea mays* L.)?, *Crop Protection* .

Montes Molina J.A., 2007. Evaluación del neem (*Azadirachta indica* A. Juss L.) y mata-ratón (*Gliricidia sepium*) como alternativa del control de plagas del follaje del maíz (*Zea maíz* L.) en la dinámica de carbono y nitrógeno en suelos cultivados con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Mulvaney R.L., 1996. *Methods of soils analysis, Part 3, Chemical methods*, Soil Science Society of America Inc, American Society of Agronomy Inc, Madison, WI, pp 1123-1184

Patiño-Zúñiga L., Ceja-Navarro J. A., Govaerts B., Luna-Guido M., Sayre K.D., Dendoveen L., 2009. The effect of different tillage and residue management practices on soil characteristics, inorganic N dynamics and emissions of N₂O, CO₂ and CH₄ in the central highlands of Mexico: a laboratory study. *Plant Soil* 314:231–241.

Paustian, K., Andrén, O., Janzen, H. H., Lal, R., Smith, P., Tian, G., Tiessen, H., Van Noordwijk, M., and Woomer, P. L., 1997. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use Manage.* 13: 230–244.

Ponce Mendoza A., 2006. La importancia de la materia orgánica en suelos semi-áridos en la emisión de gases a efecto invernadero y en la macro-fauna. Tesis, CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, México D.F.

Ramanathan V, Cicerone R.J, Singh H.B., Kiehl J.T., 1985. Trace gas trends and their potential role in climate change. *J Geophys Res* 90:5547-5566

Recalde Poso E.R., Duran Altisent J.M ., 2009.Cultivos energéticos alternativos, CITTOL. pp 9-15

Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2a Ed.), Pátzcuaro, Michoacán, México., 2001.

Reicosky, D. C., 2008. Carbon sequestration and environmental benefits from no-till systems. In: *No-till Farming Systems*, Special Publication No. 3, pp. 43–58. Goddard, T., Zebisch, M. A., Gan, Y., Ellis, W., Watson, A., and Sombatpanit, S., Eds., World Association of Soil and Water Conservation, Bangkok.

Ruiz Valdiviezo M.R., Luna-Guido M., Galzy A., Gutiérrez Miceli F.A., Dendoveen L., 2010. Greenhouse gas emissions and C and N mineralization in soils of Chiapas (Mexico) amended with leaves of *Jatropha curcas* L. *Applied Soil Ecology*, 46 :17-25

Steenwerth K., Belina K.M., 2008.Cover crops and cultivation: Impacts on soil N dynamics and microbiological function in a Mediterranean vineyard agroecosystem., *Applied Soil Ecology*.,40: 370-380

Teklay T., Nordgren A., Nyberg G., Malmer A., 2007., Carbon mineralization of leaves from four Ethiopian agroforestry species under laboratory and field conditions, *Applied Soil Ecology*, 35:193-202

U. Skiba;_, D. Fowler., K.A., 1997. Nitric oxide emissions from agricultural soils in temperate and tropical climates: sources, controls and mitigation options, *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 48., 139–153.

Van Cleemput, O., Boeckx, P., 2002. Nitrogen and its transformations. In: *Encyclopedia of Soil Science*. Lal, R., Ed., Marcel Dekker Inc., New York.

Vitousek, P. M., Aber, J. D., Howarth, R. W., Likens, G. E., Matson, P. A., Schindler, D. W., Schlesinger, W. H., and Tilman, D. G., 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecol. Appl.* 7: 737–750.

Vlek, P. L. G., Fillery, I. R. P. Burford, R., 1981. Accession, transformation and loss of nitrogen in soils of the arid region. In: *Soil and Water Nitrogen in Mediterranean-type Environments*, pp. 312. Monteith, J. and Webb, C., Eds., Martinus Nijhof/Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/London.

White, R. E., 2006. *Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource*, 4th Edition, pp. 363. Blackwell Science Ltd., Cornwall, Great Britain.

Wojick, D. E., 1999. Carbon Storage in Soil: The Ultimate No-Regrets Policy? A report to Greening Earth Society. Online: <http://www.greeningearthsociety.org/Articles/1999/carbon1.htm>

Wrage, N., Velthof, G. L., van Beusichem, M. L., Oenema, O., 2001. Role of nitrifier denitrification in the production of nitrous oxide. *Soil Biol. Biochem.* 33: 1723–1732.

Zan, C. S., Fyles, J. M., Girourard, P., Samson, R. A., 2001. Carbon sequestration in perennial bioenergy, annual corn, and uncultivated systems in southern Quebec. *Agric. Ecosyst. Environ.* 86: 135–144.

Zeng De-Hui., Mao R., Chang S.X., Li Lu-Jun., Yang D., 2009. Carbon mineralization of tree leaf litter and crop residues from poplar-based agroforestry systems in Northeast China: A laboratory study, *Applied Soil Ecology.*, 44, 133-137