

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Manejo Orgánico de Plagas en Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) con Neem
(*Azadirachta indica*, A. Juss)

Por:

CESSIA NAYELI ESCOBAR SALAZAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

México

Octubre, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Manejo Orgánico de Plagas en Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) con Neem
(*Azadirachta indica*, A. Juss)

Por:


CESSIA NAYELI ESCOBAR SALAZAR

TESIS

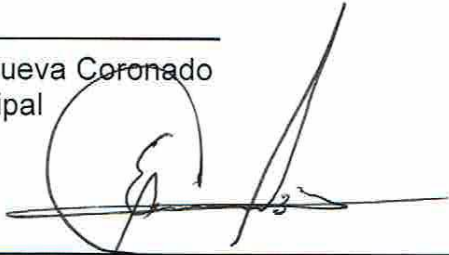
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



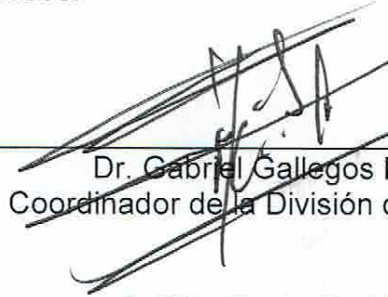
M.P. Víctor Manuel Villanueva Coronado
Asesor Principal



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coasesor



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Octubre, 2018

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a **DIOS** por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad. Porque en cada etapa me ha cobijado con su inmenso amor y me da la seguridad que así será siempre.

A mi gran Alma Terra Mater, la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** por abrirme sus puertas y que por medio de los seres humanos que la conforman; cumplí mis objetivos, expectativas y aún más; llenándome de herramientas en el plano profesional y personal.

Al **Ing. Manuel Ángel Burciaga Vera (Q.E.P.D)**, con alma innovadora, de carácter inquieto e incansable, se convirtió en mi patrón a seguir a lo largo de mi formación profesional; me apoyó para la elaboración de este trabajo de investigación, instruyéndome con su ejemplo.

Al **M.P Víctor Manuel Villanueva Coronado**, quien con su experiencia en desarrollo de procesos de producción agrícola me apoyó con los materiales y metodología que se emplearon; desde el diseño, hasta la generación de los resultados. Con mucho cariño agradezco su valioso tiempo y amistad.

A la **Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda**, experta en fitosanidad agrícola; quien con pasión por el agro mexicano, colaboró con su valioso tiempo, conocimientos, experiencia y paciencia. También me inspiró a seguir dando importancia al qué hacer y deber que demanda nuestra profesión. Le agradezco con profunda admiración y respeto.

Al **Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo**, generador de ideas e impulsor, siempre alentándome a alcanzar los objetivos. Agradezco a Dios la oportunidad de haberlo tenido como profesor y asesor de tesis, pero también por haberme encaminado a la participación en proyectos de interés para la comunidad universitaria y alentarme a tener la convicción de hacer las cosas bien.

Al **Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera**, quien con gran experiencia en trabajos de experimentación agrícola; me orientó con paciencia y dedicación, para obtener una experiencia fructífera de éste trabajo de tesis. A quién agradezco su valioso tiempo y amistad.

Al **Sr. Héctor Zavala, Sr. J. Refugio Clemente, Sr. Sergio y Sr. Salvador Burciaga**, por el valioso apoyo y acompañamiento durante el trabajo en campo, compartiendo sus experiencias y con ellas impulsar este trabajo de investigación, como a muchos de mis compañeros. Gracias por la amistad.

Al **Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa**, quien con carácter innovador y propositivo, me apoyó en trabajos de investigación anteriores que ayudaron en la estructuración del presente. Agradezco infinitamente el apoyo a mi familia, la confianza y oportunidad de poder colaborar en proyectos que han ayudado a mi formación.

Al **Dr. David Sánchez Azpeytia**, investigador del Campo Experimental Saltillo del INIFAP, quien en trabajos de investigación anteriores aportó no solo valiosa información, sino compartió un poco del aspecto productivo en torno al frijol. Siendo de enorme plusvalía su punto de vista y experiencia.

Al **M.C Adolfo García Salinas**, quien con generosidad y humildad; por medio de interesantes pláticas, ha compartido conmigo una pequeña parte de esa gran experiencia que el posee en el cultivo de frijol, siendo valiosas sus observaciones como especialista del tema.

A los profesores que me impartieron clases, en especial al **Ing. Arnoldo Oyervides García** y a aquellos colaboradores de la Universidad que impulsaron directa o indirectamente, mi carrera y este trabajo de investigación.

A la familia **Gómez Peart**, en especial a la **Lic. Ma. Gabriela Peart García**, por la confianza en el aspecto profesional poniéndome a cargo de sus empresas. Así como darme los cimientos para hacer de mi profesión una experiencia de innovación agroalimentaria empresarial. Agradezco el cariño y amistad.

DEDICATORIA

Con inmenso sentimiento de gratitud he reconocido su guía, no sólo como tutor, asesor, sino como un amigo. Quién a lo largo de mi formación profesional impulsó talento y capacidad; reconociendo en mí y cada uno de mis compañeros una semilla que diera frutos en el agro mexicano. Con admiración y agradecimiento de parte de mis padres, sobre todo mía, éste trabajo está dedicado en su totalidad al **ING. MANUEL ANGEL BURCIAGA VERA (Q.E.P.D)**.

A mis Padres

Prof. Candelario Escobar Ramírez

Sra. Nelsa Fadilia Salazar Solís

Por la educación, que con dedicación y ternura me han brindado. Han hecho de mí una mujer llena de aspiraciones. Nada será suficiente para compensar el hecho de que un día tomaron la decisión de comenzar una nueva etapa al darme vida. Gracias por llenarme siempre de valor, energía y humildad para conseguir mis sueños. Con mucho amor y cariño padres, para ustedes y mis hermanos **Hirwin Escobar y Maythé Escobar.**

A mi hijo **Luis Antonio Cruz Escobar**, por ser el más grande motor e impulsor de cada uno de mis avances, sobre todo por permitirme disfrutar aún más de cada minuto. Tengo la seguridad de que serás el promotor de más logros en mi vida.

A mis **ABUELOS paternos y maternos**, que con mucho amor me orientaron y encaminaron, dándome la seguridad y confianza para cumplir mis objetivos.

A mi esposo **Ing. Germán Cruz Pérez**, por el apoyo total e incondicional a cada uno de mis objetivos, gracias por la confianza y por compartir conmigo cada logro. Agradezco con mucho amor tu esfuerzo.

A mis suegros el **Sr. Alexander Cruz Toledo** y la **Sra. Olga Pérez Gómez** por quererme como una hija; preocuparse, cuidarme, brindarme su apoyo y confianza en todas mis decisiones. Con todo mi cariño gracias.

A mis **Tíos y Primos** va dedicado con mucho amor y cariño a ustedes, por el apoyo incondicional a mi formación. Gracias a ustedes soy lo que soy, por educarme y enseñarme a andar en buenos caminos.

A mis amigos

En especial a: **Gabriel Burciaga García**, por su cariño y confianza. También por darme mi primer experiencia profesional en el sector agropecuario, que dieron inicio a muchas más que hemos compartido.

A **Antonia Castro Gaspar**, por compartir conmigo éste momento tan especial de mi vida, apoyarme, cuidarme y cuidar de los míos.

A **Delma Gordillo Castillo**, porque aún sin pensarlo, formó parte importante de éste logro. Con su hermandad y cariño sincero.

A quienes me impulsaron directamente en el proyecto: Marbel Vázquez, Edel Hernández. Gracias por confiar y creer en mí. A Leodan Flores, Roxana Flores, Fericely Velázquez. Gracias por el tiempo que emplearon en apoyarme.

Así como a Cindy, Elmy, Elmer, Orbelin, Francisco (Paquito), Luis Alberto, Heber, Lorely, Gabriela, Linda, Margarita, Gary, por su hermandad y siempre estar al pendiente de mí. Así como a aquellos que no están mencionados, pero que de igual forma me han brindado cariño y comprensión honestamente.

Gracias de corazón y que DIOS les colme de bendiciones.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Descripción	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Contexto Mundial.....	4
El Frijol Ejotero en México.....	5
Importancia Nutricional	9
El Cultivo del Frijol Ejotero.....	9
Neem.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
Descripción de la Localidad.....	27
Material Vegetal Experimental.....	27
Trabajo de Campo.....	28
Tratamientos Utilizados	30
Parámetros Evaluados	32
Diseño Experimental	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
Parámetros Agronómicos	43
Parámetros de Sanidad	51
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	70
LITERATURA CITADA.....	71
APÉNDICE	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Pág.
2.1	Plagas del suelo que afectan el cultivo de frijol ejotero, daño que causan y umbral económico	15
2.2	Plagas del follaje que afectan el cultivo de frijol ejotero, daño que causan y umbral económico	16
2.3	Plagas de la vaina que afectan el cultivo de frijol ejotero, daño que causan y umbral económico	18
2.4	Enfermedades que afectan el cultivo de frijol ejotero, agente causal, parte de la planta que afectan y periodo crítico de incubación y desarrollo	19
2.5	Especificaciones para los ejotes de calidad suprema	21
2.6	Componentes químicos del Neem y su efecto sobre insectos ..	23
3.1	Formato para monitoreo del desarrollo del cultivo	33
3.2	Formato para monitoreo de clorofila	34
3.3	Formato para monitoreo de mosquita blanca (<i>Bemissia tabaci</i>).....	36
3.4	Formato para monitoreo de incidencia de plagas	36
3.5	Formato de incidencia por plaga monitoreada	37
3.6	Formato de la incidencia y severidad del daño ocasionado por plagas de la vaina	37
3.7	Formato para el monitoreo de marchitez bacteriana (<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>)	39
3.8	Pruebas bioquímicas preliminares para diferenciar géneros de fitobacterias en plantas	40
3.9	Pruebas bioquímicas para caracterización de <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	40
4.1	Cuadros medios del análisis de varianza para rendimiento de los cuatro tratamientos evaluados en el cultivo de frijol ejotero	43

4.2	Comparación de medias de la variable de rendimiento para los cuatros tratamientos evaluados en el cultivo de frijol ejotero	44
4.3	Incidencia de larvas de conchuela (<i>Epilachna varivestis</i>)/ planta.	53
4.4	Incidencia de conchuela (<i>Epilachna varivestis</i>)/ planta.....	54
4.5	Incidencia de minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> spp., <i>Agromyza</i> spp., <i>Hemichalepus</i> sp.) /planta.....	56
4.6	Incidencia de periquito (<i>Empoasca kraemeri</i>) / planta	57
4.7	Incidencia de falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i>) /planta	58
4.8	Incidencia de chinche (<i>Nezara viridula</i>) /planta	60
4.9	Incidencia de diabrótica o doradilla (<i>Diabrotica balteata</i> , <i>Cerotoma ruficornis</i>)/planta.....	61
4.10	Resultados de pruebas bioquímicas para <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	63
4.11	Incidencia y severidad de la bacteria (<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>)/ muestreo	64
4.12	Incidencia y severidad de daño ocasionado por plagas de la vaina.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Pág.
2.1	Producción mundial de ejotes.....	5
2.2	Principales estados productores.....	6
2.3	Superficie sembrada (Ha ⁻¹)	6
2.4	Rendimiento (Ton/ha ⁻¹)	7
2.5	Producción por ciclo agrícola y modalidad.....	8
2.6	Precio medio rural por tonelada.....	8
2.7	Fases fenológicas del frijol	13
2.8	Etapas Críticas De Crecimiento De Frijol Susceptibles Al Ataque De Plagas y Enfermedades	14
3.1	Localización de la parcela demostrativa.....	27
3.2	Escala y diagrama de severidad ocasionada por plagas de la vaina del ejote	38
3.3	Escala y diagrama de severidad de <i>Cercospora kikuchii</i> en hoja de soja	39
3.4	Establecimiento del experimento en campo	41
4.1	Respuesta de los tratamientos al monitoreo de altura en el cultivo de frijol ejotero	45
4.2	Respuesta de los tratamientos al monitoreo de cobertura en el cultivo	45
4.3	Respuesta de los tratamientos al monitoreo de vigor en el cultivo de frijol ejotero	46
4.4	Comparación del efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas en campo para el cultivo de frijol ejotero	47
4.5	Respuesta de los tratamientos al monitoreo de clorofila en unidades SPAD para el cultivo de frijol ejotero	48
4.6	Comparación del efecto de los tratamientos sobre la evaluación de clorofila en el cultivo de frijol ejotero	49

4.7	Respuesta de los tratamientos al parámetro evaluado de número de ejotes/ corte.....	50
4.8	Comparación de resultados de los tratamientos para largo de ejotes/ corte.....	50
4.9	Resultado de los tratamientos para el parámetro ancho de ejotes/ corte	51
4.10	Respuesta de los tratamientos al monitoreo de mosquita blanca (<i>Bemissia tabaci</i>) en el cultivo de frijol ejotero	52
4.11	Incidencia de larvas de conchuela (<i>Epilachna varivestis</i>)/ planta en el cultivo de frijol ejotero	53
4.12	Incidencia de conchuela (<i>Epilachna varivestis</i>) en etapa adulta/ planta en el cultivo de frijol ejotero	55
4.13	Incidencia de minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> spp., <i>Agromyza</i> spp., <i>Hemichalepus</i> sp.) /planta	56
4.14	Incidencia de periquito (<i>Empoasca kraemeri</i>)/planta en el cultivo de frijol ejotero	58
4.15	Incidencia de falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i>) /planta en el cultivo de frijol ejotero	59
4.16	Incidencia de chinche (<i>Nezara viridula</i>) /planta en el cultivo de frijol ejotero	60
4.17	Incidencia de diabrótica o doradilla (<i>Diabrotica balteata</i> , <i>Cerotoma ruficornis</i>)/planta en el cultivo de frijol ejotero	61
4.18	Comparación de la respuesta de los tratamientos al control de plagas en el cultivo de frijol ejotero	62
4.19	Respuesta de los tratamientos evaluados a la tolerancia de marchitez bacteriana (<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>) en el cultivo de frijol ejotero	65
4.20	Comparación de la susceptibilidad de los tratamientos con incidencia de marchitez bacteriana (<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>) en el cultivo de frijol ejotero	66
4.21	Respuesta de los tratamientos al control de plagas de la vaina del ejote (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	67

RESUMEN

Los principales factores de pérdida de frijol son la sequía y plagas, seguidos por heladas y malezas. Los productores consideran que el control de plagas es ineficiente por el alto costo que implica su realización. Como consecuencia, el rendimiento promedio y volumen de producción son bajos, mermando el precio rural. Además de provocar contaminación en el ambiente, en el producto cosechado y problemas de salud humana. Para el 2015 el precio medio rural fue en promedio de \$6,025.12/ton en producción a cielo abierto y de \$15,641.45 por tonelada de ejote orgánico. Bajo esta circunstancia el presente trabajo está relacionado con los efectos del Neem (*Azadirachta indica*, A. Juss), sobre el control de plagas en frijol ejotero; así como las respuestas del cultivo hacia el comportamiento agronómico y de rendimiento. Con el objetivo de hacer una comparación entre el bioplaguicida artesanal a base de Neem, contra un piretroide, un bioplaguicida orgánico comercial y el testigo. El Neem demuestra no sólo un control eficaz de las plagas del frijol como conchuela (*Epilachna varivestis*), minador de la hoja (*Liriomyza* spp., *Agromyza* spp., *Hemichalepus* sp.), diabrótica o doradilla (*Diabrótica balteata*, *Cerotoma ruficornis*), mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), periquito (*Empoasca kraemer*), falso medidor (*Trichoplusia ni*), chinche (*Nezara viridula*); también mostró mejor tolerancia a la enfermedad de marchitez bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens*). Además, es el que mejor respondió a los parámetros agronómicos evaluados y con el que se obtuvo el mejor rendimiento.

Palabras clave: frijol ejotero, Neem, plagas, marchitez bacteriana.

INTRODUCCIÓN

La producción de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) ofrece amplias perspectivas económico-sociales por la gran demanda de mano de obra que genera, los altos precios que alcanza en el mercado y alto consumo (Cruz *et al.*, 2004). El cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. por sus características nutracéuticas y nutrimentales, es considerado una hortaliza de importancia mundial, ya que aporta proteínas, carbohidratos, fibra (Salinas *et al.*, 2008) y calcio (Quintana *et al.*, 1999).

Los principales factores de pérdida de frijol son la sequía, plagas y en menor grado se presentan siniestros por heladas, granizo e infestación de maleza. Los productores consideran que la fertilización, el control de maleza y plagas son efectuados de manera ineficiente por la carencia de recursos y el alto costo que implica su realización. Como consecuencia, el rendimiento promedio y volumen de producción son bajos, mermando el valor de la producción a nivel de precio rural (Ávila, 2011). De lo anterior, resulta la problemática del uso indiscriminado de plaguicidas por parte de los agricultores al utilizar agroquímicos sintéticos, provocando contaminación en el ambiente, en el producto cosechado y problemas de salud humana. De aquí surge como una alternativa el uso de sustancias de origen vegetal, como lo es el árbol de Neem (*Azadirachta indica*, A. Juss), el cual ha despertado el interés en su uso para el control de plagas por parte de los productores, así lo demuestran algunos estudios realizados recientemente (INIFAP, 2016).

Justificación

En México, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), se usaron en promedio 4.55 toneladas de plaguicidas (fungicidas, herbicidas e insecticidas) por cada 1000 hectáreas entre 2009 y 2010, y solo en 2013 se emplearon 37,455 toneladas de insecticidas; 31,195 toneladas de herbicidas y 42,223 toneladas de fungicidas (FAO, 2016). Estas cifras son alarmantes por el riesgo que implica en la salud humana y animal, así como en la contaminación del ambiente, ejemplo de ello, es el glifosato, componente activo del herbicida más usado en el país y que en el 2015 fue catalogado como probable cancerígeno por la Agencia de Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Arellano & Rendón, 2016). Con el bioplaguicida de neem elaborado artesanalmente, se controlan plagas en una forma sana y económica, en comparación a los plaguicidas químicos sintéticos; lo que permite utilizarlo en la agricultura orgánica (NRC, 1992; Norten, 1999). Por ello, el presente trabajo plantea el interés del efecto del neem en el cultivo del frijol ejotero, teniendo los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar el comportamiento agronómico y de rendimiento del cultivo de frijol ejotero bajo el tratamiento del extracto Neem producido artesanalmente y su

comparación con un tratamiento químico y orgánico comercial en el control de las plagas.

Objetivos específicos:

- Conocer el efecto del Neem artesanal comparado contra un tratamiento químico piretroide y orgánico comercial en el comportamiento agronómico y de rendimiento en el cultivo de frijol ejotero.
- Determinar el mejor tratamiento utilizado para el control de plagas de frijol ejotero.
- Conocer el efecto de los tratamientos en la producción de la clorofila en el cultivo de frijol ejotero.

Hipótesis:

El uso del bioplaguicida artesanal a base de Neem mostrará un mejor control de plagas que el tratamiento químico y orgánico comercial, manteniendo un cultivo mejor desarrollado y con un mayor rendimiento por unidad de superficie.

REVISIÓN DE LITERATURA

Contexto Mundial

En el mundo se han producido un total de 21'720,589 toneladas de judía verde sobre una superficie de 1'527,612 ha⁻¹, según los datos de FAOSTAT, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Figura 2.1), correspondientes al año 2014. Como es habitual en la producción de hortalizas, la República Popular China ocupa la primer posición con 17'017,405 toneladas que obtuvo cultivando 633,154 hectáreas, seguida por Indonesia que produjo 855,958 toneladas sobre 113,233 hectáreas y por Turquía, con 638,469 toneladas sobre 74,000 hectáreas. El cuarto lugar está ocupado por La India, que produjo en el citado año 636,103 toneladas de ejotes sobre 225,727 hectáreas, seguida en quinta posición por Tailandia con 305 toneladas y 171 hectáreas, en sexto lugar Egipto con 253,110 toneladas y 25,069 hectáreas. México para el mismo año participó con 93,753 toneladas cultivando 10,300 hectáreas (FAOSTAT, 2014).

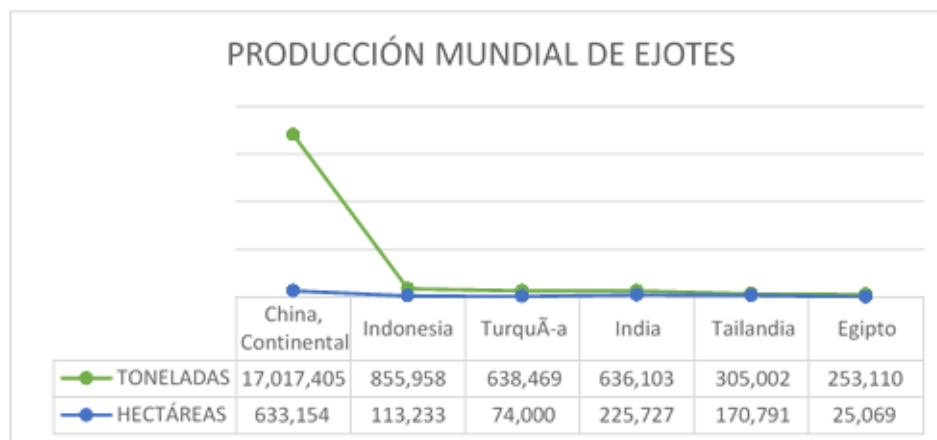


Figura 2.1. Producción mundial de ejotes. Elaboración propia con datos del organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, 2014) Escobar, 2018.

El Frijol Ejotero en México

Los principales estados productores de ejote en México son Morelos, Sinaloa, Hidalgo y Puebla los cuales concentran un 80% de la producción nacional; con un promedio de 26,438.43, 14,759.72, 12,896.35 y 11,573.37 toneladas respectivamente (Figura 2.2); datos obtenidos por año agrícola entre 2010 y 2015. Coahuila tuvo en ese mismo periodo una producción de 407.6 ton (INFOSIAP, 2015).



Figura 2.2. Principales estados productores de México. Elaboración propia con datos del (INFOSIAP 2010-2015) Escobar, 2018.

Superficie sembrada

La superficie promedio sembrada con frijol ejotero entre 2005 y el 2015 fue de 9,984.06 ha; de las cuales 9,941.35 ha fueron en condiciones de cielo abierto, 9.08 ha bajo invernadero y 23.204 ha fueron destinadas a la producción orgánica (Figura 2.3).

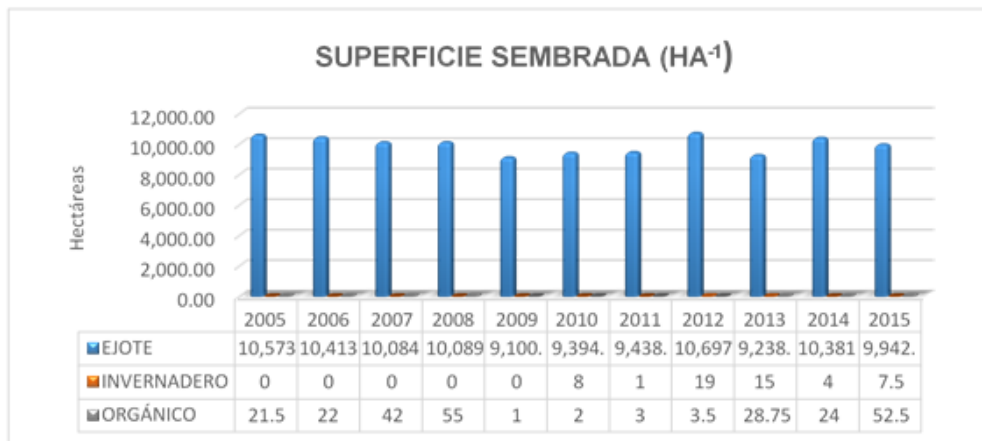


Figura 2.3. Superficie sembrada (Ha⁻¹). Elaboración propia con datos del (INFOSIAP 2005-2015) Escobar, 2018.

Rendimiento

El rendimiento promedio obtenido con frijol ejotero durante el mismo periodo fue de 22.54 t·ha⁻¹ de vainas tiernas, 9.32 ton·ha⁻¹ se obtuvieron en condiciones de cielo abierto, bajo invernadero y de producción orgánica se obtuvieron 15.705 y 4.64 ton·ha⁻¹ respectivamente (Figura 2.4). (INFOSIAP 2015)

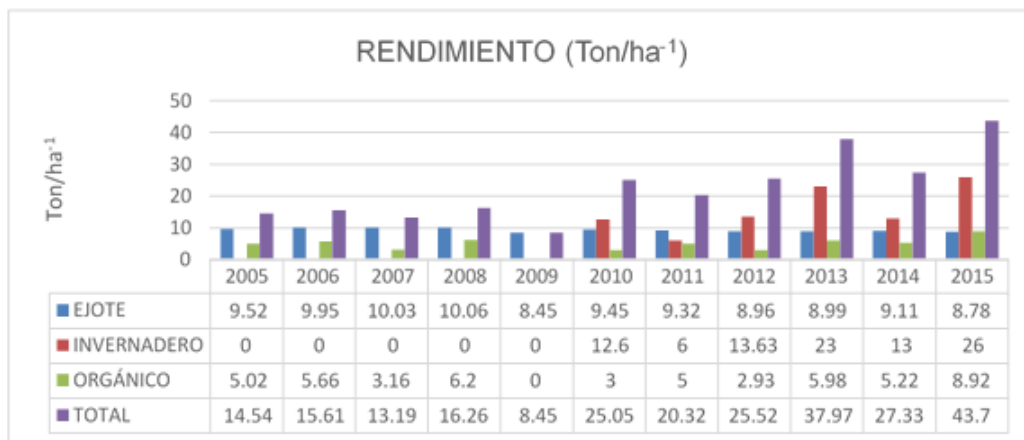


Figura 2.4. Rendimiento (Ton/ha⁻¹). Elaboración propia con datos del (INFOSIAP 2005-2015) Escobar, 2018.

Producción

En el periodo del 2010 al 2015 se produjeron 54,551.79 ton en el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego, en el ciclo primavera-verano bajo las mismas condiciones se produjeron 29,197.01 ton. En condiciones de temporal para el mismo ciclo se obtuvo una producción de 754.21 ton en el ciclo otoño- invierno y para el ciclo primavera-verano se obtuvieron 654.16 ton en la misma modalidad (Figura 2.5).

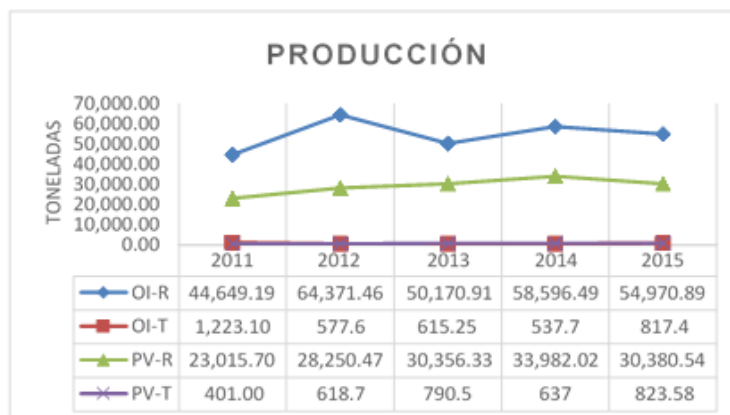


Figura 2.5. Producción por ciclo agrícola y modalidad. Elaboración propia con datos del (INFOSIAP 2010-2015) Escobar, 2018.

Precio medio rural (PMR)

El precio medio rural para el periodo del 2005 al 2015 fue en promedio de \$6,025.12 pesos por tonelada de vainas tiernas en producción a cielo abierto, de \$22,176.98 por tonelada producida en invernadero y de \$15,641.45 por tonelada de ejote orgánico (Figura 2.6).

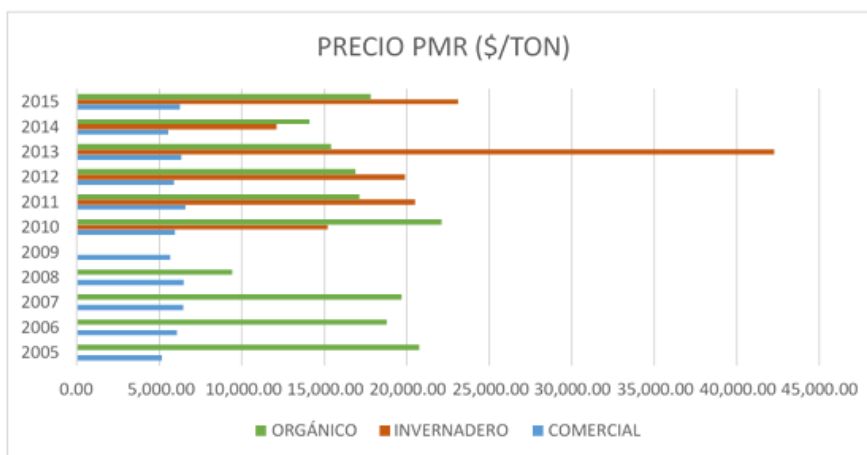


Figura 2.6. Precio medio rural por tonelada. Elaboración propia con datos del (INFOSIAP 2005-2015) Escobar, 2018.

Importancia Nutricional

El frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) contribuye en la alimentación humana por su contenido de proteína, fibra, calcio y vitamina A (Bittenbender *et al.*, 1984). Según Esquivel *et al.* (2006), el consumo *per capita* en México se ha incrementado en los últimos años de 0.9 a 1.1 kg. Si se considera la producción obtenida en el 2000 y una población de 100 millones de personas, puede decirse que en México el consumo anual por persona es de 1.1 kg de ejotes, lo que es similar al promedio observado en otros países de América Latina (Silbernagel *et al.*, 1991). Los nutrimentos que contiene el ejote cumplen funciones vitales en el organismo humano, como calcio y fósforo que son esenciales para la formación de huesos y dientes. (Quintana *et al.*, 2001).

El Cultivo del Frijol Ejotero

Origen

La palabra ejote proviene del náhuatl “*exotl*” que significa frijol verde, es originario de México, donde se ha cultivado durante muchos años. Hoy en día el ejote se aprovecha en todo el mundo, gracias a sus importantes propiedades alimenticias y su gran versatilidad gastronómica (SAGARPA, 2016)

Descripción taxonómica y botánica del frijol

La descripción taxonómica del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), asignada por Linneo se muestra a continuación:

Reino	Plantae
Sub Reino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnolipsida
Sub Clase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Sub Familia	Faboideae
Tribu	Phaseoleae
Sub Tribu	Phaseolinae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>vulgaris</i>
Nombre común	Frijol

La **planta** es anual, herbácea, arbustiva y bastante abundante en hojas; de estación cálida, ± erecta, con ramas que proceden del tallo principal, las que dependen de las condiciones ambientales, siendo de gran importancia la densidad poblacional, pues también incide en la altura y dureza del tallo; tiene hojas, tallos y vainas pubescentes (Rosas, 2003).

La **raíz** consta de una raíz pivotante capaz de alcanzar gran profundidad. La germinación comienza con el desarrollo de la radícula, que se ramifica

abundantemente y es la encargada, junto con las sustancias de reserva almacenadas en los cotiledones, de nutrir a la planta durante sus primeros días de vida. Luego, el crecimiento de la raíz principal se detiene y se desarrollan muchas raicillas laterales (El mismo autor).

El proceso de simbiosis entre las plantas de frijol y los *Rhizobium*, que fijan el nitrógeno, es menos eficaz en el frijol que en otras leguminosas, como la soja y el maní, y además varía con los cultivares, de tal manera que el *Rhizobium* adecuado para uno de ellos puede no serlo para otro *Bradyrhizobium phaseoli* (Rosas, 2003).

Las plantas poseen un **tallo** principal, el cual, dependiendo del cultivar, puede presentar un hábito de crecimiento erecto, semierecto, semipostrado o postrado, pudiendo alcanzar de 30-90 cm. de longitud, en variedades determinadas. En variedades indeterminadas, puede alcanzar 2 o más m. El tallo está conformado por nudos y entrenudos; al primer nudo se le denomina cotiledonar luego aparece el segundo nudo que es el de las hojas primarias unifoliadas, después de estas, el tallo continúa con una sucesión de nudos (punto de intersección de hojas trifoliadas en el tallo y un grupo de yemas axilares) y entrenudos (espacio entre dos nudos) Los tallos pueden presentar pelos cortos, pelos largos, una combinación de pelos cortos y largos, o ser glabros. Además de lo señalado, siempre existen pequeños pelos en forma de gancho llamados uncinulados, incluso en los tallos glabros. El número total de nudos en el tallo principal puede fluctuar entre 6 y más de 30 (El mismo autor).

El primer par de **hojas**, que se origina a partir de los cotiledones, es opuesto y de forma acorazonada. Las hojas definitivas las forman tres folíolos; el central es

ovoide y simétrico y los laterales, asimétricos. El tamaño varía con el cultivar y las condiciones de cultivo (Valladares, 2010)

Las **flores** están organizadas en racimos, situados en las axilas de las hojas, y su color varía del blanco al morado. Aunque el frijol produce menos flores que otras leguminosas, como la soya, cuajan en él en mayor proporción. Las flores, hermafroditas y completas, comienzan a desarrollarse por la parte inferior de la planta. Puesto que suelen autofecundarse, los cultivares se pueden multiplicar por semilla sin perder las características genéticas de la planta madre a medio plazo. El **fruto** del frijol es una vaina o legumbre, que varía mucho en forma, tamaño y número de semillas. Las semillas, a su vez, también presentan gran diversidad de formas (cilíndricas, elípticas u ovals) y colores (desde el blanco hasta el negro), pudiendo ser la coloración uniforme o manchada (El mismo autor).

Fenología del cultivo

Fase vegetativa.- Inicia cuando a las semillas se le brindan las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado o primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado (Figura 2.7). En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la fase reproductiva de la planta, esta fase comprende entre V0 a V4. (Choque, 2013).

Fase reproductiva.- Esta fase comprende la formación de los primeros botones florales o los racimos y la madurez de cosecha (Figura 2.7). En las variedades de crecimiento indeterminado trepador (frijoles volubles) el desarrollo de las estructuras vegetativas no termina en la denominada fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallo, flores y vainas, esta fase comprende entre R5 a R9 (El mismo autor).

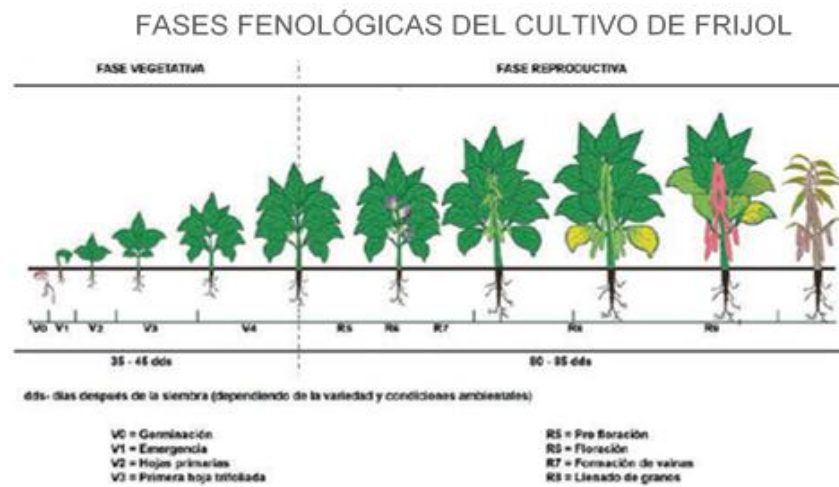


Figura 2.7. Fases del frijol. Propuesto por IICA Managua Nicaragua, adecuado por el Programa Frijol. IIA, El Vallecito (Choque & Padilla, 2012).

Variedades

Los cultivares de frijol ejotero más utilizados en México son: 'Black Valentine', 'Contender', 'Kentucky Wonder', 'Sure Crop Wax' y 'Tendergreen' (Álvarez & Baca, 1986). Algunas propuestas recientes incluyen al cultivar 'Hav-14' de hábito indeterminado trepador (tipo IV), que requiere un soporte para su crecimiento (Escalante & Kohashi, 1993). En el cultivo de frijol ejotero de crecimiento indeterminado comúnmente se utilizan como soporte estructuras de madera,

metálicas y de concreto que incrementan el costo de producción; una alternativa para reducirlo es el uso de espaldera viva como el girasol (*Helianthus annuus* L.) cv. 'Victoria', que tiene características deseables, tallo erecto y raíz profunda, que le permiten un buen anclaje y ser soporte para el crecimiento de frijol de guía (Escalante, 1995).

Plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero

En el manejo de las plagas y enfermedades que afectan al cultivo del frijol, se requiere cumplir dos requisitos indispensables: 1) detectar cuando se tiene una población que puede ocasionar un daño económico (Figura 2.8), y 2) utilizar una estrategia de control efectiva que permita minimizar las pérdidas con el menor costo posible (Mena & Velázquez, 2010).

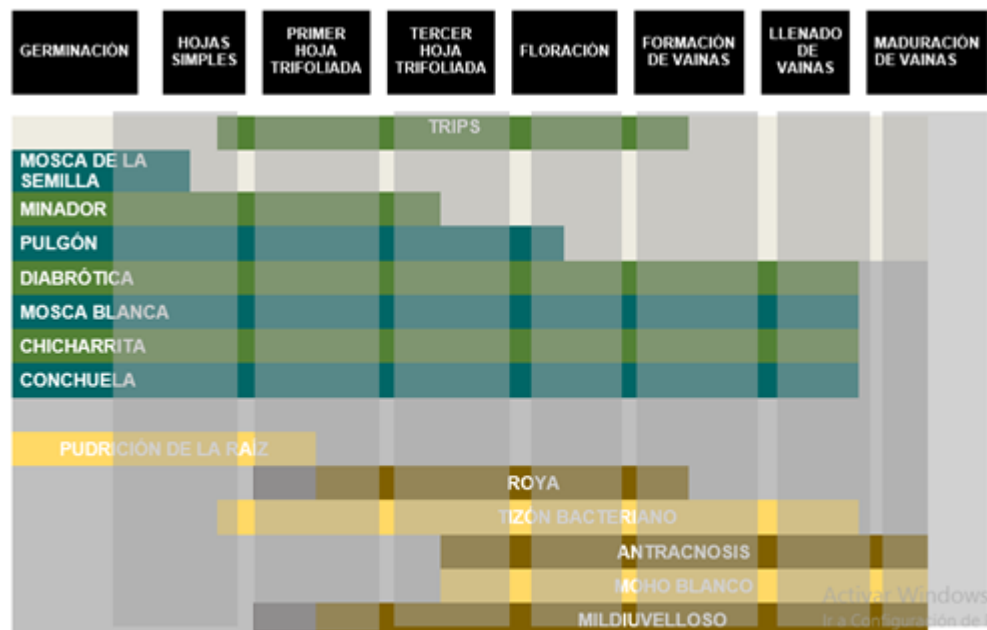


Figura 2.8. Etapas Críticas De Crecimiento De Frijol Susceptibles Al Ataque De Plagas y Enfermedades. Manual de Plagas y Enfermedades en Frijol. CESAVEG, 2011.

Plagas

Los insectos plaga pueden afectar el proceso productivo del frijol hasta ocasionar la pérdida total. El daño puede efectuarse de forma directa al succionar la sabia y consumir el tejido vegetal o de forma indirecta mediante la transmisión de enfermedades. Para las aplicaciones de insecticidas se debe identificar cada uno de los insectos y los umbrales económicos de daños causados en el cultivo (CESAVEG, 2011).

a) Plagas del suelo.- Las plantas de frijol recién germinadas pueden ser afectadas por larvas que cortan la plántula a nivel del suelo o por debajo del mismo (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Plagas del suelo que afectan el cultivo de frijol ejotero, daño que causan y umbral económico.

Nombre	Daño	Umbral
Mosca de la semilla (<i>Hilemya cilicrura</i> Rondani)	La semilla atacada por la larva generalmente no emerge, y si lo hace, la plántula que resulta es muy débil. Las larvas después de eclosionar, barrenan los cotiledones y, al alimentarse de ellos, dañan con frecuencia el embrión. También pueden penetrar por el pequeño tallo de las plántulas. Este daño generalmente es más severo durante períodos húmedos y fríos. Se han registrado pérdidas hasta del 80% ocasionadas por el ataque de este insecto.	20% de plantas dañadas en 30 cm de surco.
Gusanos trozadores (<i>Agrotis feltia</i> y <i>Spodoptera</i>)	Las larvas de estos insectos cortan los tallos de plántulas disminuyendo las poblaciones de plantas. El ataque de este insecto ocurre de manera irregular y es difícil de predecir.	1 larva por cada 30cm de surco.
Gallina ciega, Chizas (<i>Phyllophaga obsoleta</i> , <i>Cyclocephala</i> sp., <i>Anomala</i> sp., <i>Plectris</i> sp., y <i>Macrodactylus</i> sp.)	En frijol, atacan en sus estados larvales, ocasionando daños en las raíces que perturban el desarrollo de las plantas y pueden causar su muerte. Cuando las poblaciones son altas producen severas reducciones en el rendimiento del frijol.	5-6 larvas/m ² .

Fuente: Arias *et. al.*, 2007

b) Plagas del follaje.- En esta categoría se han incluido las plagas que consumen directamente el follaje y los chupadores tanto insectos como ácaros; por lo tanto esta categoría queda dividida en tres grupos masticadores, chupadores y minadores (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Plagas del follaje que afectan el cultivo de frijol ejotero, daño que causan y umbral económico.

Nombre	Daño	Umbral
Diabrotica o Doradilla <i>Diabrotica balteata,</i> <i>Cerotoma ruficornis</i>	Los adultos causan perforaciones en las hojas y pueden atacar también flores y vainas. Las larvas también pueden ocasionar daño en las raíces del frijol y en los nódulos radicales que contienen <i>Rhizobium</i> . Estos insectos también son vectores del virus del mosaico rugoso (Arias <i>et. al.</i> , 2007).	2-4 adultos/planta
Falso gusano medidor <i>Trichoplusia ni</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	Estas larvas se alimentan vorazmente de las hojas. También afectan vainas. Altas poblaciones de larvas pueden reducir en gran medida los rendimientos. Un cultivo de frijol ya establecido puede soportar hasta 30% de pérdidas de hojas (defoliación)(Cascante, 2009).	daño en hojas mayor de 20%
Gusano soldado <i>Spodoptera</i> sp. (Lepidoptera: Noctuidae)	Durante la tarde y la noche, las larvas cortan los tallos de las plantas tiernas, ocasionando su muerte. Cuando la larva es joven se alimenta raspando las hojas y tallos de la planta, debilitando su crecimiento. En la época de floración y formación de vainas pueden alimentarse de estos tejidos (Cascante, 2009).	13 larvas por cada 10 plantas
Minador de la hoja <i>(Liriomyza</i> spp., <i>Agromyza</i> spp., <i>Hemichalepus</i> sp.) <i>Dimptera: Agromyzidae.</i>	Causa daños al momento de que sus larvas se alimentan de las hojas del frijol, haciendo galerías en estas y secándolas, reduciendo masivamente las funciones de las mismas en la planta, llegando al grado de devastar el cultivo (Cascante, 2009).	2 a 3 minas con larva/hoja

<p>Gusano elotero <i>Heliothis (=Helicoverpa) zea.</i> Lepidoptera: Noctuidae</p>	<p>Las larvas se alimentan sobre las hojas, brotes, flores, vainas y los frutos del frijol. La larva del quinto estado tiende a entrar en la vaina, ya sea por la parte inferior o superior, lo que le da opción de excavar a lo largo de la longitud de la vaina (Cascante, 2009).</p>	
<p>Conchuela <i>(Epilachna varivestis)</i></p>	<p>Estos insectos plaga son de mayor importancia en la temporada de lluvias. Las hembras adultas llegan a los cultivos de frijol donde depositan los huevecillos en grupos de 40 a 60 sobre las hojas. Una o dos semanas después emergen las larvas (borreguitos) los cuales, al igual que los insectos adultos se alimentan del tejido foliar dejando únicamente nervaduras, en poblaciones muy elevadas llegan a alimentarse tanto de vainas como tallos de las plantas (Arias <i>et. al.</i>, 2007)</p>	<p>Umbral: 2 o 4 adultos o larvas/planta</p>
<p>Lorito verde <i>(Empoasca kraemeri)</i></p>	<p>Es considerado como la plaga más importante del frijol en el mundo. El insecto en estado de ninfa y adulto causa daño al alimentarse del tejido del floema. El daño se manifiesta en forma de encrespamiento y clorosis foliar, crecimiento raquíptico, gran disminución del rendimiento o pérdida completa del cultivo. El ataque es más severo en épocas secas y cálidas y la situación se agrava cuando la humedad del suelo es insuficiente (Arias <i>et. al.</i>, 2007).</p>	<p>5 a 10 adultos/planta</p>
<p>Mosca blanca <i>(Trialeurodes vaporariorum)</i> <i>(Bemisia tabaci)</i></p>	<p>Las ninfas y los adultos sobreviven alimentándose en el envés de las hojas donde succionan la savia. El follaje se torna color amarillo moteado, seguido de defoliación y muerte de las plantas. Además, ninfas y adultos de la mosquita blanca secretan una sustancia azucarada (mielecilla) que permite el desarrollo de un hongo llamado fumagina reduciendo la actividad fotosintética de las plantas dañadas. Los adultos de mosquita blanca son considerados como transmisores de enfermedades producidas por virus (p.e., virus mosaico dorado del frijol). El arribo ocurre desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo (CESAVEG, 2011).</p>	<p>10 adultos/hoja</p>
<p>Trips <i>(Thrips palmi)</i></p>	<p>Generalmente se localizan en las flores y puntos de crecimiento donde se alimentan y reproducen a gran velocidad. El daño lo causan ninfas y adultos al alimentarse del follaje que se torna a un color</p>	<p>10 ninfas o adultos/planta</p>

plateado para posteriormente causar la muerte del tejido afectado. También son considerados como transmisores de enfermedades virales en frijol y otros cultivos hortícolas. Estos insectos casi no vuelan, sin embargo, se pueden desplazar grandes distancias a través de las corrientes de aire debido a su pequeño tamaño y peso (CESAVEG, 2011).

c) Plagas de la vaina.- Los insectos comedores de la vaina constituyen la tercera categoría dentro de las plagas importantes del frijol (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3. Plagas de la vaina que afectan el cultivo de frijol ejotero, daño que causan y umbral económico.

Nombre	Daño	Umbral
Picudo (<i>Apion godmani</i>)	Ocasiona fuertes daños al cultivo, principalmente en las vainas y granos en formación, llegando a afectar hasta 90% los rendimientos si no se combate. Aparece en los campos de cultivo desde que las plantas tienen su tercer hoja trifoliada hasta la prefloración.	8 Larvas/m ²
Barrenador de la vaina (<i>Epinotia aporema</i>)	Este insecto hace daño como larva y es conocido como perforador de la vaina. Afecta las yemas terminales e induce la emisión de nuevos brotes, y puede ocasionar también daños y abortos en flores. Las yemas afectadas por el insecto se deforman y las vainas se pudren por la acción de organismos secundarios.	1 larva en 20 vainas muestreadas
Chinche verde, (<i>Nezara viridula</i>)	Las chinches son insectos chupadores, succionan la savia de las plantas. El insecto en su fase adulta prefiere alimentarse de las vainas, esto daña las semillas y las deforma. Pueden transmitir enfermedades fungosas	2 adultos o ninfas grandes por m ² .

Fuente: IICA, 2010.

Enfermedades

El frijol es afectado por muchos patógenos sujetos a las condiciones ambientales, susceptibilidad del huésped y virulencia del patógeno (INTA, 2009). Existen enfermedades de mayor importancia que causan daños a la producción del

cultivo de frijol, entre las que se encuentran hongos, bacterias y virus (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4. Enfermedades que afectan el cultivo de frijol ejotero, agente causal, parte de la planta que afectan y periodo crítico de incubación y desarrollo.

NOMBRE COMÚN	AGENTE CAUSAL	PARTE DE LA PLANTA AFECTADA	PERIODO CRÍTICO
Mustia Hilachosa, tela de araña, pega pega o requema negra	<i>(Thanatephorus cucumeris)</i> fase asexual	Tallo, follaje, vainas y granos	V-3,V4,R-5,R-6,R-7,R-8
Tizón Común o requema amarilla	<i>(Xantomonas campestris)</i> p.v. <i>phaseoli</i>	Follaje, vainas y granos	R-6,R-7, R-8
Roya	<i>Uromyces phaseoli</i> var. <i>Typica</i>	Follaje y vainas	V-4,R-5,R-6,R-7,R-8
Mancha Angular	<i>Phaeoisariopsis griseola</i>	Follaje y vainas	R-5, R-6, R-7, R-8
Mosaico Común (BCMV)	Virus transmitido por áfidos	Follaje, vainas y semillas	V-4 hasta R-7
Mosaico Dorado (BGMV)	Virus transmitido por Mosca Blanca	Follaje y vainas	V-3 hasta R-7

Fuente: INTA, 2009. Guía Tecnológica Cultivo del Frijol.

Marchitez bacteriana.- *Corynebacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges) Dowson (Sinónimo: *C. flaccumfaciens*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* [Hedges] Collins & Jones).

Causa una marchitez transmitida por semilla, de importancia económica, a cultivares de *Phaseolus vulgaris* (González *et. al.*, 2005). La marchitez bacteriana de la judía es principalmente una enfermedad vascular. Las plantas afectadas se enanizan y las hojas se marchitan; la marchitez puede aparecer en plantas de todas las edades desde plántula a madurez, y no queda limitada a una sola parte

de ellas; las hojas marchitas se secan y empardecen y tras lluvia o vientos fuertes, se desgarran (Lelliott, 1987).

Requerimientos mínimos de calidad en ejotes

Especificaciones sensoriales:

a) Los ejotes deben ser:

- Enteros, sanos y de aspecto fresco y brillante.
- Firmes, compactos y turgentes que se puedan quebrar fácilmente al ser doblados
- Limpios; prácticamente exentos de cualquier material extraño visible como hojas, tallos, flores, etc.
- Con un estado de desarrollo suficiente, correspondiente a su madurez (sin que la cáscara se muestre fibrosa o leñosa ni las semillas se vean avanzadas en desarrollo).
- Exentos de humedad exterior anormal
- Libres de daños causados por hojas, tallos u otros materiales extraños.
- Libres de defectos de origen meteorológico (granizo, quemaduras, daño por frío) y entomológico (insectos).

b) Deben excluirse todos los ejotes que estén afectados por microorganismos patógenos o saprofitos de origen fungoso o deterioro (pudriciones por hongos, bacterias), al grado que sea inadecuado para el consumo humano.

Los ejotes de calidad suprema deberán de corresponder a una misma talla de acuerdo a su longitud, conforme a las siguientes especificaciones (Cuadro 2.5):

Cuadro 2.5. Especificaciones para los ejotes de calidad suprema.

TALLA	Longitud (cm)
A	Menor de 8.0
B	8.0-11.0
C	11.0-14.0
D	Mayor de 14.0

(SAGARPA, 2006)

Neem

Generalidades

En la India, de donde es nativo el árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss), siempre se supo que cuando aparecían las plagas de cigarras, el neem era el único árbol que quedaba verde. Todos los demás eran devorados. El extracto de sus muy amargas semillas y hojas ha demostrado ser muy eficaz para controlar diferentes plagas que afectan a los vegetales, y, además, la garrapata en bovinos y los diferentes ácaros causantes de la sarna avícola, cunícula y porcina (Rena, 2002).

El árbol de neem *Azadirachta indica* A. Juss, se adapta y crece bien en zonas de clima tropical y subtropical. Esta planta tiene propiedades insecticidas, controla plagas de campo y almacén; además tiene uso medicinal, forestal y farmacológico (Cruz & Ángel, 2004).

El neem soporta la sequía, ayuda a controlar la erosión de los suelos, da buena sombra y es capaz de crear un microclima de frescura y verdor en zonas especialmente secas y áridas. Sus hojas, al caer, se descomponen y ayudan a recuperar hasta los suelos más degradados. Su madera es de buena calidad y puede utilizarse tanto para muebles, como para leña cuando se hacen las necesarias podas anuales (Rodríguez, 2002).

Componentes químicos del Neem y su efecto sobre insectos

La azadiractina fue probada por primera vez en la Universidad de Keele, por Morgan, el descubridor de tal sustancia. En Kenia, ese mismo año K. Leuschner trabajando en el Centro de Investigación de café en UpperKiambu, observó que un trozo de Neem metanólico, controló la chinche del café (*Antestiopsis orbitalis*) en cuanto a su crecimiento. La mayoría de las ninfas tratadas con el extracto, murieron durante sucesivos estados de crecimiento y las pocas que sobrevivieron hasta forma adulta, tenían alas y tórax malformados (Hidalgo, 2001).

En términos generales los extractos de neem afectan cerca de 400 tipos de insectos, de las siguientes ordenes: Orthóptera (chapulines); Dictióptera (cucarachas); Homóptera (pulgones); Lepidóptera (mariposas); Díptera

(moscas); Coleóptera (escarabajos y gorgojos); Hymenóptera (avispas y hormigas); Isóptera (terminas); Thysanóptera (trips) y Siphonápteras (pulga) (NRC, 1992; Stoney, 1998).

Ramos, 2001; menciona que los componentes limonoides (triterpenos) son los más importantes por su actividad y su concentración en el árbol. Estos pertenecen a ocho grupos básicos (Cuadro 2.6):

Cuadro 2.6. Componentes químicos del Neem y su efecto sobre insectos

Componente	Concentración	Efectos en los insectos
Azadirona	Aceite de las semillas	Destruyendo e inhibiendo el desarrollo de huevos, larvas o crisálidas. Bloqueando la metamorfosis de las larvas o ninfas.
Amorastaitina	Aparece en hojas frescas	Destruyendo su apareamiento y comunicación sexual.
Vepinina	Aceite de las semillas	Repeliendo a las larvas y adultos. Esterilizando adultos. Envenenando a larvas y adultos. Impidiendo su alimentación.
Vilasinina	Hojas	Bloqueando la habilidad para tragar (reduciendo la movilidad intestinal). Bloqueando su metamorfosis en varios periodos de desarrollo del insecto.
Geduninina	Aceite de las semillas y en la corteza	Inhibiendo la formación de quitina (material del que se compone el esqueleto del insecto).
Nimbina	Hojas y en las semillas	Impide que se realicen las mudas, necesarias para entrar en la siguiente etapa del desarrollo, de tal forma que actúa como regulador de crecimiento del insecto.
Salanina	Hojas y semillas	

Fuente: Ramos, 2001.

López & Estrada (2005); demostraron que con el uso de los productos OleoNim 80 CE, NeoNim 60 CE, CubaNim T, CubaNim SM y FoliarNim HM es posible controlar con eficacia la acción nociva de plagas tales como *Diaphania hyalinata* (L.) en melón, *Empoasca fabae* (Harris) en poroto (frijol), *Thrips palmi* (Karny) en pepino en organopónico y bajo condiciones de cultivo protegido, y *Bemisia tabaci* (Genn.) en poroto y tomate.

En un trabajo realizado por Pimienta, 2006; de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (Smith)) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Valle del Yaqui, se demostró que el mejor control del gusano cogollero lo presentan las combinaciones de neem con chile y neem con cebolla por tener el menor porcentaje de daños.

Un estudio realizado en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca donde el objetivo fue evaluar el efecto de seis extractos vegetales (80% agua más 20% alcohol). Para el control de mosquita blanca *Bemissia tabaci* genn., en tomate demostró que las seis especies evaluadas (epazote, chicalote, neem, cempasúchil, higuera y paraíso) presentaron un efecto superior al 55% en el control de la mosquita blanca en condiciones de laboratorio. Ciertas dosis de extractos vegetales (p. ej. neem, chicalote, epazote o higuera al 20%) estadísticamente presentaron el mismo control de mosquita blanca que el testigo químico. Entonces, estos extractos pueden ser una opción más para los agricultores (Santiago *et al.*, 2006).

El neem no afecta las arañas, las mariposas, y los insectos tales como las abejas que polinizan o fecundan cosechas y árboles, las mariquitas que consumen pulgones y las avispa que actúan como parásitos sobre varias plagas de cultivos. Ello se debe, principalmente a que los productos del Neem deben ser digeridos para ser efectivos. Así perecen los insectos que se alimentan de los tejidos de las plantas, mientras que los que se alimentan del néctar o de otros insectos, raramente entran en contacto con concentraciones de productos del Neem (Angulo, 2005)

Los extractos de neem, no causan ninguna resistencia en los insectos, ya que la mezcla compleja de ingredientes activos, impide que adquieran inmunidad (NCR, 1992; Norton, 1999); mientras que los productos químicos sintéticos que contienen un ingrediente activo, como malatión (MALATHION 1000*) o metomilo (LANNATE), si llegan a ser tolerados por los insectos (INIFAP, 2016).

Bajo condiciones de campo, los extractos foliares de azadiractina duran de 4-8 días. Sin embargo, la temperatura, la luz ultravioleta, el pH en partes de plantas tratadas, la caída del agua y otros factores medioambientales ejercen una influencia más o menos negativa en los principios activos (Angulo, 2005).

Elaboración del plaguicida con Neem

El plaguicida más simple de neem es un extracto crudo, sin embargo por medio de métodos más sofisticados se pueden lograr formulaciones avanzadas como

gránulos, talcos, polvos humectantes o concentrados emulsificables (NCR, 1992).

Villanueva en 2010, comparó los extractos de neem por extrusión simple, extrusión metanólica en frío (metanólico), Soxhlet-hexano (hexánico) y acuosa (acuoso) en cuanto a la concentración de azadiractina (AZA) y su efectividad insecticida sobre *Aphis gossypii* Glover (Pulgón), así como posibles efectos tóxicos sobre *Ixora coccinea* L. (Geranio de la jungla) el proceso de extracción en frío con metanol de la semilla molida con endocarpio de *Azadirachta indica* A. Juss., concentró más azadiractina que los otros procesos. Además produjo el mayor efecto insecticida en *Aphis gossypii* Glover, sin causar fitotoxicidad asociada en *Ixora coccinea* L. El extracto oleoso de *A. indica* produjo una mortalidad menor que el extracto metanólico y ocasionó un efecto fitotóxico en hojas de *I. coccinea*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la Localidad

El trabajo se realizó durante el ciclo de primavera-verano 2017 en el campo experimental de la UAAAN., en Buenavista, Saltillo, Coahuila., a una latitud de 25°21'30.81"N, una Longitud de 101° 2'23.05" W y una Altitud de 1733 msnm.

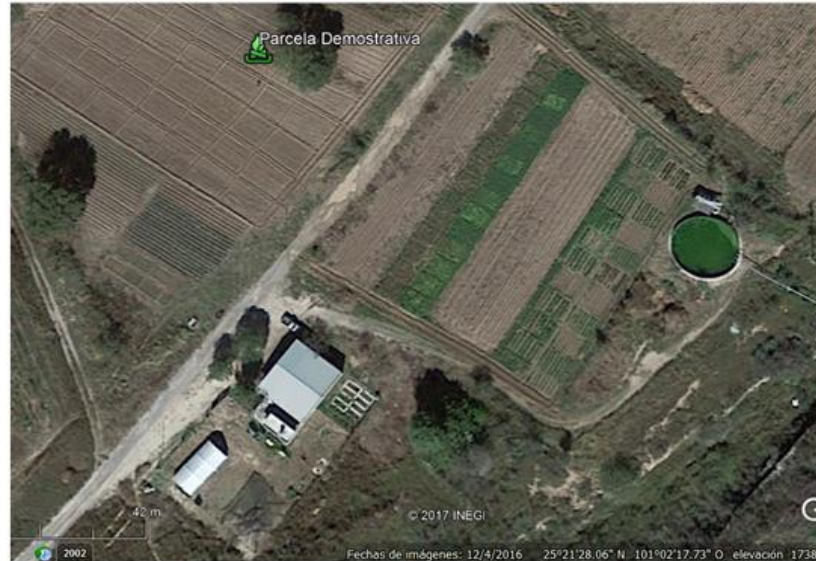


Figura 3.1. Localización de la parcela demostrativa. Fuente: Google earth.

Material Vegetal Experimental

El cultivo utilizado fue frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris*) variedad 'Black Valentine' con origen en U.S.A., de hábito de crecimiento determinado y un ciclo vegetativo de 85 días. La vaina tiene forma de curvatura y es cóncava, las semillas son color blanco. Dosis de siembra recomendada de 75 a 80 kg/ha⁻¹.

Trabajo de Campo

Preparación del terreno.- Se utilizó maquinaria disponible en la región (labranza convencional), con una profundidad de barbecho de aproximadamente 35 cm. Se quitaron las piedras. Posteriormente se aplicó el riego de aniego y cuando la tierra estuviera en punto se le dieron dos pasadas de rastra. Finalizando ésta actividad, se trazaron los surcos a una distancia de 75 cm, con un ancho de 40 cm cada uno, los cuales se descopetaron y nivelaron, para realizar la siembra y colocar la cintilla.

Trazo de parcelas demostrativas.- Se utilizó una cinta métrica de campo para dividir en partes iguales el terreno disponible en el área experimental, auxiliándonos con estacas y cal para realizar el marcaje. Quedando una distribución de tratamientos y repeticiones así como se muestra en la Figura 3.4.

Riegos.- Se aplicó un riego pre-siembra, el segundo se aplicó a los 10 días. Posteriormente se suministró uno al principio de la floración y otro en la etapa de llenado de vainas. Para el resto del desarrollo, el cultivo estuvo auxiliado por presencia de buenas lluvias en el área.

Siembra.- Esta se realizó a doble hilera en forma manual depositando de 2 a 3 semillas por golpe el 24 de junio.

Densidad de población.- De acuerdo a la distancia entre plantas (15 cm), con una distancia entre hileras de 30 cm y entre surcos de 75 cm; se manejó una densidad de 140,000 plantas por hectárea.

Fertilización.- Se aplicó FertiDrip 12-60-00, con la ayuda de una aspersora manual de mochila. La primer aplicación se hizo una semana antes de la floración y se realizaron dos más hasta la formación de vainas.

Deshierbe y aporque.- El deshierbe se realizó de manera continua durante los primeros dos meses del cultivo, lo que posteriormente redujo ésta práctica. El aporque se realizó a los 45 días del establecimiento del cultivo, con la finalidad de darle sostén a las plantas y favorecer el anclaje del sistema radicular.

Aplicación de insecticidas.- Para evaluar los resultados del concentrado de Neem en el control de plagas del frijol ejotero, se realizó una comparación utilizando un insecticida orgánico comercial y uno químico (Piretroide).

Escarda.- Esta práctica se realizó para evitar el exceso de humedad en el suelo, viéndose esta reflejada en las plantas notándose en un ligero amarillamiento.

Cosecha.- Se cosechó de forma manual a los 12 días de la floración, cuando las vainas presentaban una longitud entre 8 a 11 centímetros, aspecto fresco y brillante con un estado de desarrollo suficiente, correspondiente a su madurez (sin que la cáscara se muestre fibrosa o leñosa ni las semillas se vean avanzadas en desarrollo). Los cortes se realizaron uno cada semana; fueron 5 en total.

Tratamientos Utilizados

Metodología para extracción del Neem

Elaboración del Concentrado.- Se realizó la colecta de las hojas de Neem, las cuales fueron cortadas sin peciolo y se secaron a la sombra. Después, fueron sometidas a un proceso de molienda. Una vez obtenido el polvo fino, se realizó el proceso de extracción utilizando agua como medio solvente. El procedimiento fue el siguiente: a un litro de agua se le adicionaron 400 gr del polvo obtenido, el cual se integró con la ayuda de una licuadora convencional. La mezcla obtenida se dejó reposar un total de 24 horas. Concluido el tiempo se separó la parte sólida con la ayuda de un colador de cocina.

Para conservar su efectividad, los extractos y polvos deben guardarse en un frasco oscuro, cerrado, etiquetado y de ser posible en lugar fresco o bajo refrigeración.

Dosis de aplicación: 2.5 ml/lit de agua.

Orgánico comercial

Repelente natural ecológico y biodegradable a base de extracto de ajo (*Allium* spp: al 12.5%). Eficaz contra insectos chupadores. Posee acción disuasiva en los hábitos alimenticios de insectos y obstruye la acción de las feromonas naturales causando desorientación a los insectos en su etapa de reproducción. Es recomendado en los siguientes cultivos: aguacate, berenjena, café, calabacita,

calabaza, cebolla, chile, durazno, frijol, melón, papaya, pepino, sandía, tabaco, tomate.

Dosis de aplicación: 0.5 ml/lt (dosis recomendada en la etiqueta).

Piretroide

Piretroide sintético no sistémico, de rapidez de acción, buena persistencia y gran actividad a dosis baja, posee buen efecto de choque y cierto efecto repelente y actúa por ingestión y contacto. Toxicología: Cat.tox.: 3. Peligro / Amarillo. Tóxico si se inhala.

Dosis de aplicación: 0.25 ml/lt (dosis recomendada en la etiqueta).

Testigo

Consistió en no aplicar ningún tipo de tratamiento para el control de plagas del cultivo.

Parámetros Evaluados

Parámetros Agronómicos

Para cada una de las 5 plantas seleccionadas por repetición de los tratamientos, se les realizó la toma de datos correspondientes a altura y cobertura, con una frecuencia de una vez por semana, a partir de los 15 cm hasta cosecha. Registrando la información obtenida con el apoyo de un flexómetro. Al mismo tiempo se tomó el parámetro del vigor; en forma no cuantificable de manera visual tomando como referencia una escala de 1 a 5, considerando lo siguiente:

(5) Excelente.- La planta presenta un buen desarrollo, dando una muy buena apariencia fisiológica.

(4) Bueno.- La planta presenta vigor normal, queriendo manifestar alguna deficiencia nutrimental.

(3) Mediano.- La planta presenta un desarrollo regular, indicando deficiencias por nutrimentos en solo algunas de sus hojas.

(2) Regular.- Hay anormalidades muy marcadas en la fisiología de la planta, tomando una total deficiencia.

(1) Malo.- Planta anormal en su totalidad propensa a morir seguramente.

Con el siguiente formato (Cuadro 3.1), se obtuvieron los datos por cada una de las nueve fechas donde se realizaron los muestreos. De los cuales se sacaron las medias que fueron analizadas estadísticamente.

Cuadro 3.1. Formato para monitoreo del desarrollo del cultivo

MONITOREO DEL DESARROLLO DEL CULTIVO				
TRATAMIENTO	PLANTA	ALTURA	COBERTURA	VIGOR
T1R1	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
\bar{x}				
T2R1,2,3	↓			
T3R1,2,3				

Medición de clorofila

Se realizó una vez por semana, a partir de los 15cm de altura de la plantas hasta la cosecha; con la ayuda del medidor de clorofila SPAD-502Plus Minolta un instrumento que mide la cantidad de clorofila (un factor importante para la comprensión de la situación nutricional de una planta) en una hoja, y muestra los resultados. Es un medidor compacto, diseñado para mejorar la calidad y producción de los cultivos mediante la indicación de la clorofila presente en las hojas de la planta.

Las unidades SPAD (Soil Plant Analysis Development) se registran a través de diferentes aparatos. El equipo Minolta SPAD 502 mide la concentración relativa de clorofila por medio de la luz transmitida a través de la hoja en 650nm (longitud de onda fotosintéticamente activa) y 940 nm (Piekielek *et al.*, 1995).

El contenido de la clorofila y la absorción de nitrógeno se han correlacionado con las unidades SPAD en diversas condiciones ambientales como la intensidad

luminosa, temperatura, humedad relativa, plagas, densidad de población, fuente de nitrógeno, etc. (Hiderman *et al.*, 1995).

Se seleccionaron 5 plantas en las cuales se muestrearon 3 hojas en diferentes niveles, por cada repetición de los tratamientos. Se obtuvieron 9 muestras en total. Los datos obtenidos se vaciaron a un formato como se muestra en el Cuadro 3.2, con la finalidad de obtener las medias para su análisis.

Cuadro 3.2. Formato para monitoreo de clorofila

MONITOREO DE LA CLOROFILA				
TRATAMIENTO	PLANTA	H1	H2	H3
T1R1	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
\bar{x}				
T2R1,2,3				
T3R1,2,3				

Aplicación de tratamientos

Con la ayuda de una mochila de aspersion, se aplicaron los tratamientos en intervalos de cada 15 días. Iniciando en la aparición de las primera hojas trifoliadas. Las dosis fueron las que se indicaban en la etiqueta en el caso del piretroide y el orgánico comercial. Para el caso del Neem fue de 2.5 ml de concentrado por cada litro de agua.

Características de vainas

Este procedimiento se llevó a cabo para poder determinar el rendimiento obtenido del ciclo de producción utilizando los siguientes parámetros:

a).-Número de vainas por planta: se cosecharon las vainas por cada una de las 5 plantas seleccionadas en los surcos de evaluación de los tratamientos. Las cuales se colocaron en bolsas de papel, debidamente identificadas.

b).- Peso de las vainas por planta: las bolsas con las vainas cosechadas, se llevaron al laboratorio para con la ayuda de una báscula analítica obtener el peso.

c).- Longitud y diámetro de las vainas por planta: después de obtener el peso, se realizó la medición a cada vaina correspondiente a longitud y diámetro.

Parámetros de Sanidad

Monitoreo de plagas

a).-Uso de trampas cromáticas. Se establecieron utilizando lona resistente de color amarillo, con la finalidad de monitorear los efectos de control de cada uno de los tratamientos sobre mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

Se elaboraron un total de 12, con un tamaño de 20cm x 20cm utilizando reglas de madera (50 cm de largo) para anclarlas al suelo. Se les aplicó aceite de transmisión por ambos lados como adherente. Fueron colocadas a la mitad de cada parcela demostrativa, se realizó la contabilidad de adultos una vez por

semana. Finalizada la toma de datos se limpiaban cada una y se les volvía a colocar el adherente.

Los datos obtenidos en los cinco muestreos, se vaciaron a un formato como se muestra enseguida (Cuadro 3.3) para su análisis.

Cuadro 3.3. Formato para monitoreo de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

MONITOREO MOSQUITA BLANCA (<i>Bemisia tabaci</i>)					
TRATAMIENTO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
T1R1					
T1R2					
T1R3					
\bar{X}					

T2R1,2,3,
T3R1,2,3,

b).- Plagas en plantas. Después de la aplicación de los tratamientos (una semana), se realizó el monitoreo. Con una periodicidad de uno cada 15 días. El procedimiento que se siguió fue en cada uno de los surcos centrales de las repeticiones de los tratamientos, seleccionar al azar cinco plantas y muestrear 3 hojas en cada una de ellas.

Se contabilizaron los adultos de las plagas que se hicieron presentes, y se vaciaron los datos en un formato como se muestra en el Cuadro 3.4, uno para cada una de las 5 muestras levantadas.

Cuadro 3.4. Formato para monitoreo de incidencia de plagas

		MONITOREO DE PLAGAS																				
		HOJA 1						HOJA 1						HOJA 1								
		Conchuela		Minador	Periquito	Falso medidor	Chinche	Doradilla	Conchuela		Minador	Periquito	Falso medidor	Chinche	Doradilla	Conchuela		Minador	Periquito	Falso medidor	Chinche	Doradilla
		larva	adulto						larva	adulto						larva	adulto					
TRATAMIENTO 1	REP																					
	PLANTA	1																				
		2																				
		3																				
		4																				
	5																					
	Σ																					
T2	R1,2,3,																					
T3	R1,2,3,																					

Para obtener los datos de incidencia (promedio de insectos presentes por planta/tratamiento), se analizaron los resultados de cada una de las plagas por separado. Tomando en cuenta el umbral económico, para considerar el daño que representaba cada una de ellas. Los datos se acomodaron para su análisis en un formato (Cuadro 3.5) como se muestra en seguida:

Cuadro 3.5. Formato de incidencia por plaga monitoreada

INCIDENCIA DE PLAGA MONITOREADA/PLANTA						
TRATAMIENTO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	UMBRAL
NEEM						
ORGÁNICO COMERCIAL						
PIRETROIDE						
TESTIGO						

c).- Plagas en vainas. También se registró el daño presentado en cada vaina, que bien pudiera corresponder a una plaga o enfermedad. Como se muestra en la Cuadro 3.6. El registro se hizo para cada una de los 4 muestreos realizados.

Cuadro 3.6. Formato de la incidencia y severidad del daño ocasionado por plagas de la vaina

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DAÑO OCASIONADO POR PLAGAS DE LA VAINA													
TRATAMIENTO	NÚMERO DE PLANTA	NUMERO DE EJOTES	TIPO DE DAÑO EN VAINAS					NÚMERO TOTAL DE EJOTES	NÚMERO TOTAL DE EJOTES CON DAÑO	INCIDENCIA DE DAÑO	DAÑO	DAÑO TOTAL POR EJOTE	SEVERIDAD DEL DAÑO
			AGUJERO SUPERIOR	AGUJERO MITAD	AGUJERO INFERIOR	LLAGA EN MEDIO	LLAGA INFERIOR						
T1R1		1											
		2											
		3											
		4											
		5											
T1R2,3	↓												
T2R1,2,3,													
T3R1,2,3,													

Para contabilizar el daño ocasionado en cada una de las vainas, se utilizó una escala de severidad ocasionada por plagas de la vaina del ejote (Figura 3.2).

Escala y diagrama de severidad ocasionada por plagas de la vaina del ejote

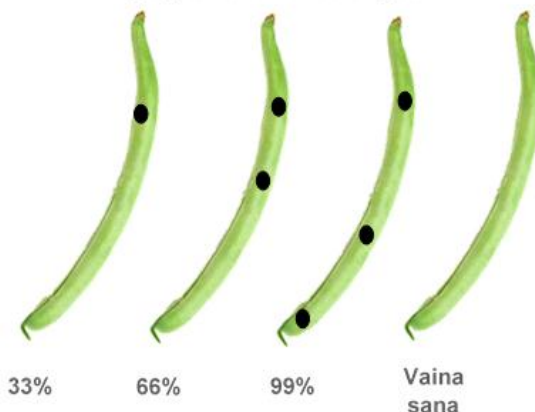


Figura 3.2. Escala y diagrama de severidad ocasionada por plagas de la vaina del frijol ejotero. Fuente: Elaboración propia con datos muestreados en laboratorio, 2017.

Monitoreo de Marchitez Bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens*)

Después de la aplicación de los tratamientos (una semana), se realizó el monitoreo. Con una periodicidad de uno cada 15 días. El procedimiento que se siguió fue revisar 3 hojas por cada planta, siendo un total de 5 plantas seleccionadas al azar, por cada surco de evaluación de los tratamientos. En cada una se contabilizó el daño de forma no cuantificable, utilizando una escala y diagrama de severidad de *Cercospora kikuchii* en hoja de soja (se utilizó por la similitud del comportamiento de la bacteria, así como del cultivo) la cual se muestra en la Figura 3.3.

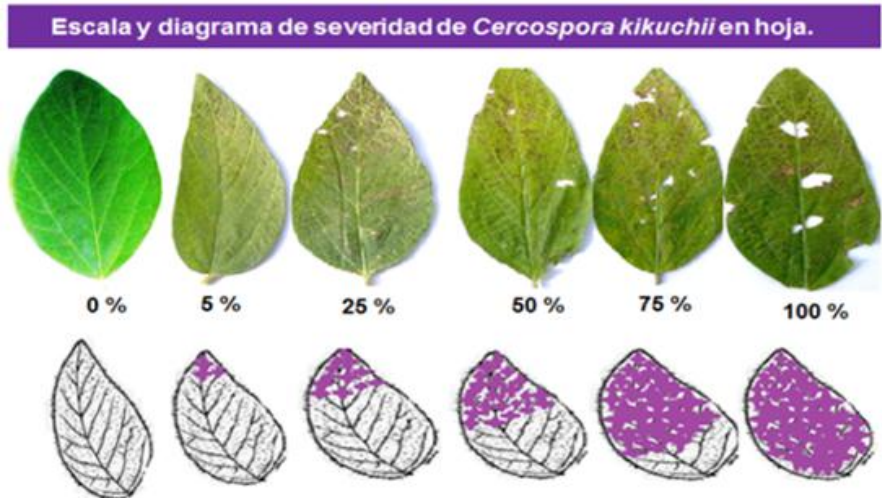


Figura 3.3. Escala y diagrama de severidad de *Cercospora kikuchii* en hoja de soja.
 Fuente del esquema de la hoja: <http://www.botanical-online.com/soja.htm>.
 Lavilla e Ivancovich, 2015.

Para el análisis de los datos, se concentraron como se muestra en la (Cuadro 3.7). Esto se realizó para cada uno de los 4 muestreos realizados, con el objetivo de obtener la incidencia y severidad, con la que se presentó la bacteria en cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 3.7. Formato para el monitoreo de marchitez bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens*).

MONITOREO DE BACTERIA (<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>)									
TRATAMIENTO	NÚMERO DE PLANTA	BACTERIA			PROMEDIO DE INCIDENCIA /PLANTA	SUMATORIA DE PROMEDIOS DE DAÑO POR TRATAMIENTO	INCIDENCIA	HOJAS CON DAÑO	SEVERIDAD
		H1	H2	H3					
T1R1	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
T1R2,3									
T2R1,2,3									
T3R1,2,3									

Para caracterizar la bacteria asociada a la sintomatología se siguió el protocolo citado por Schadd *et. al.*, 2001 realizando las siguientes pruebas (Cuadro 3.8 y 3.9):

Cuadro 3.8. Pruebas bioquímicas preliminares para diferenciar géneros de fitobacterias en plantas.

Características	<i>Erwinia</i>	<i>Pantoea</i>	<i>Acidovorax</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Ralstonia</i>	<i>Burkholderia</i>	<i>Xanthomonas</i>	<i>Xylophilus</i>	<i>Agrobacterium</i>	<i>Clavibacter</i>	<i>Clostridium</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Streptomyces</i>
Gram	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Crecimiento anaeróbico	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Crecimiento aeróbico	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Colonias amarillas o anaranjadas en YDC o NBY	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-
Colonias mucoides en YDC a 30°C	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	ND	ND	-
Pigmentos fluorescentes KB	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pigmentos no fluorescentes difusibles en KBKB	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Ureasa	-	-	+	-	+	V	-	+	ND	-	ND	ND	ND
Oxidasa	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	V	+
Crecimiento a 40°C	-	V	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-
Flagelos	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	V	V	-
Crecimiento en D1M agar	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Formación de esporas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Micelio aéreo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Catalasa										+			
RYO										-			

Cuadro 3.9. Pruebas bioquímicas para caracterización de *Curtobacterium flaccumfaciens*.

Patógeno	Movilidad	Pigmentos	Crecimiento		Producción de ácidos			Utilización		Hidrolisis	
			CNS	TTC	Ribosa	Sorbitol	Inulina	Acetato	Formato	Caseína	Enculina
<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>Flaccumfaciens</i>	V	Y/OP	V	+	+ ^D	-	-	+	-	+	+

Diseño Experimental

La parcela con un tamaño de 8m x 30m, se dividió en 12 parcelas demostrativas de 3m x 4m. Cada una con tres surcos. En donde se establecieron 3 tratamientos y un testigo, con 3 repeticiones cada uno; distribuidos completamente al azar. Quedando un orden como se muestra en la Figura 3.4.

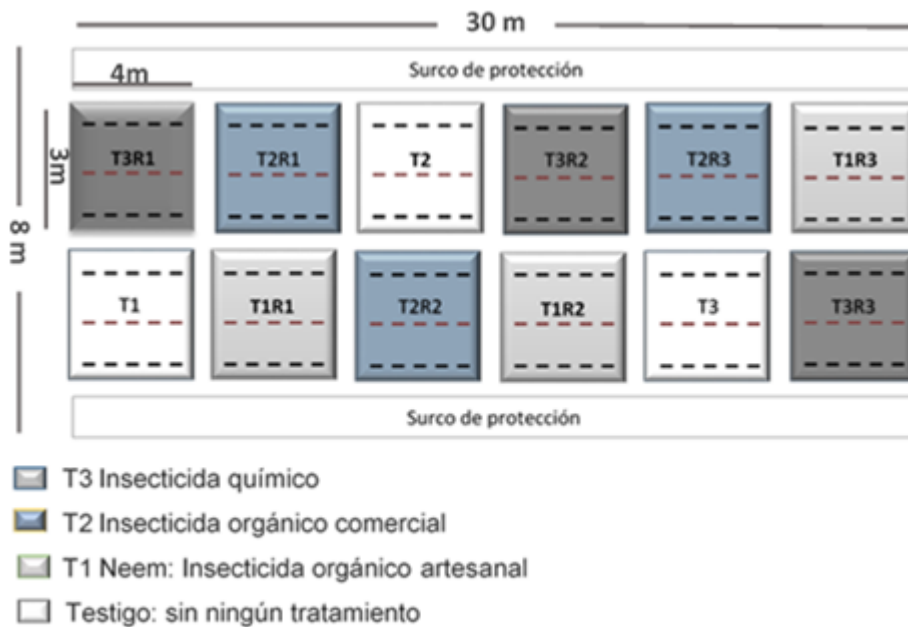


Figura 3.4. Establecimiento del experimento en campo

Para efectos de evaluación se seleccionó el surco de en medio en cada parcela demostrativa. En el que se muestrearon 5 plantas seleccionadas completamente a azar.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante un diseño de bloques completamente al azar; con igual número de repeticiones, tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos consistieron en control de plagas para el cultivo de frijol ejotero a base de extracto de Neem, orgánico comercial, un piretroide como químico y el testigo; con la finalidad de analizar el efecto de los tratamientos en el rendimiento, con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor observado del j -ésimo tratamiento en la i -ésima repetición.

μ = efecto de la media

τ_i = efecto de tratamientos

β_j = efecto de las repeticiones

ξ_{ij} = efecto del error experimental

$i = 1, 2, \dots$ Tratamientos

$j = 1, 2, \dots$ Repeticiones

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables cuantitativas, se utilizó el análisis en bloques completos al azar. Se realizó un análisis de varianza, pruebas de comparación de medias por Tukey al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros Agronómicos

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4.1) ninguno de los tratamientos mostró diferencia entre los rendimientos obtenidos (R1, R2, R3, R4, R5) de acuerdo a los cortes realizados, lo mismo ocurre para el rendimiento total (RT). El coeficiente de variación representa la heterogeneidad de los datos de la variable de rendimiento en campo, ya que los tratamientos aunque estuvieron bajo las mismas condiciones, se comportaron de manera diferente en cuanto a la respuesta del cultivo.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento de los cuatro tratamientos evaluados en el cultivo de frijol ejotero.

ANVA							
F.V	G.L	R1	R2	R3	R4	R5	RT
TRAT	3	1.960	0.443	1.308	0.226	0.110	5.166
E. EXP	8	0.850	1.732	0.900	0.286	0.057	6.947
C.V (%)		49.030	27.210	34.360	28.010	29.160	21.600

Nota: C.V (%)= coeficiente de variación

R1....R5= rendimiento por fecha de corte en Ton/ha⁻¹.

RT= rendimiento total en Ton/ha⁻¹.

Comparación de medias

De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 4.2) los tratamientos son estadísticamente iguales ya que pertenecen todos al mismo grupo. Numéricamente son diferentes, sobresaliendo el Neem con el mejor rendimiento

total con 13.545 ton/ha⁻¹. El tratamiento que reportó el menor rendimiento total fue el orgánico comercial con 10.594 ton/ha⁻¹, el piretroide obtuvo 11.734 ton/ha⁻¹ resultado por debajo del testigo que alcanzó 12.950 ton/ha⁻¹.

Cuadro 4.2. Comparación de medias de la variable de rendimiento para los cuatros tratamientos evaluados en el cultivo de frijol ejotero.

COMPARACIÓN DE MEDIAS						
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	R5	RT
T1(NEEM)	2.570 a	5.407 a	2.394 a	2.295 a	0.880 A	13.545 a
T2 (ORGÁNICO COMERCIAL)	1.552 a	4.712 a	2.016 a	1.646 a	0.668 A	10.594 a
T3 (PIRETROIDE)	0.891 a	4.658 a	3.281 a	1.842 a	1.062 A	11.734 a
T4 (TESTIGO)	2.511 a	4.571 a	3.350 a	1.857 a	0.661 A	12.950 a

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05)

La aplicación de los tratamientos mostró diferencias en el comportamiento de los parámetros agronómicos evaluados. En la Figura 4.1 se observa la respuesta del cultivo a cada de los tratamientos en referencia a la altura. También se puede observar un comportamiento normal del cultivo en cuanto a crecimiento y desarrollo, como lo indican Choque & Padilla, 2012.

El Neem presenta más centímetros de altura durante todo el ciclo en comparación con los demás tratamientos; alcanzando una máxima de 39 cm, el orgánico comercial alcanzó 38 cm al igual que el testigo y el piretroide quedó por debajo con una altura de 36 cm.

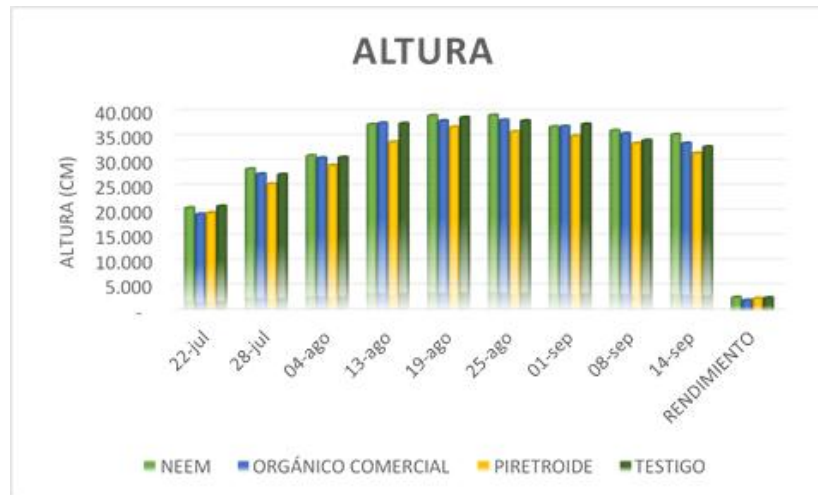


Figura 4.1. Respuesta de los tratamientos al monitoreo de altura en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Un comportamiento similar al del parámetro de altura se muestra como resultado para la cobertura que alcanzó cada uno de los tratamientos (Figura 4.2). El Neem durante todo el desarrollo alcanzó una cobertura máxima de 37 cm, 35 cm el piretroide y el testigo. La mínima la obtuvo el orgánico comercial con 31 cm.

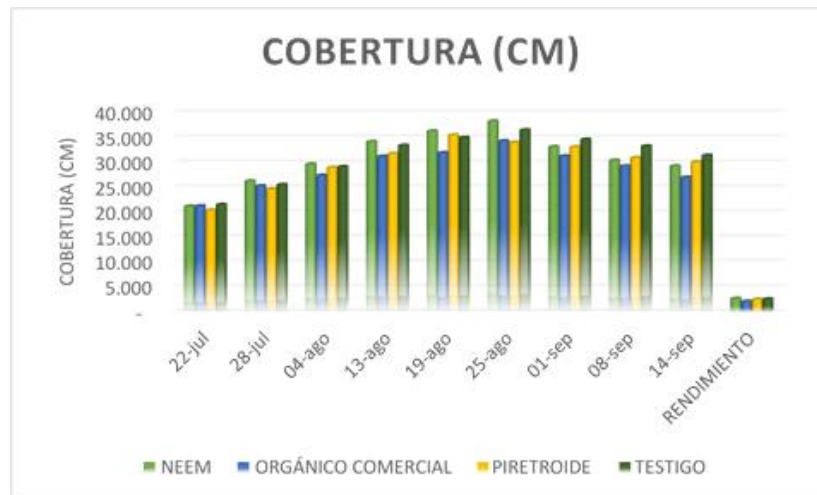


Figura 4.2. Respuesta de los tratamientos al monitoreo de cobertura en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

En promedios generales los tratamientos mostraron de acuerdo al análisis cualitativo un vigor de 4.9 para Neem, 4.6 en el piretroide y testigo, el orgánico comercial fue el tratamiento que presentó mayores daños que reflejaron un valor de 4.3 para éste parámetro (Figura 4.3).

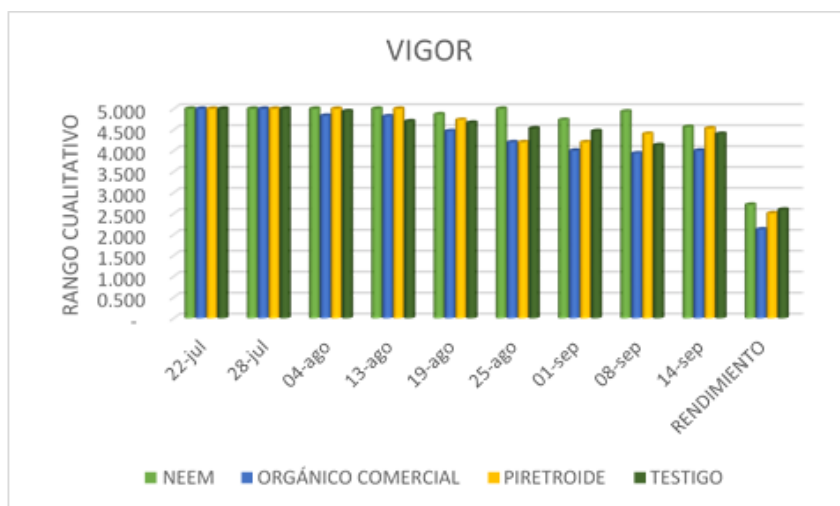


Figura 4.3. Respuesta de los tratamientos al monitoreo de vigor en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

En general, el experimento tratado con Neem muestra superioridad en los parámetros de altura, cobertura y vigor; teniendo un comportamiento muy similar al testigo. El piretroide, es el que está por debajo en los resultados para los valores de altura y cobertura, teniendo un comportamiento similar sólo para vigor (Figura 4.4).

En la misma figura se puede observar la tendencia del rendimiento para cada uno de los tratamientos. El Neem alcanzó un rendimiento promedio por corte de 2.8 toneladas/ha⁻¹, seguido por el testigo con 2.5 toneladas/ha⁻¹. Los tratamientos con menor rendimiento alcanzado fueron el piretroide y orgánico comercial con 2.3 y 2.1 toneladas/ha⁻¹ respectivamente.

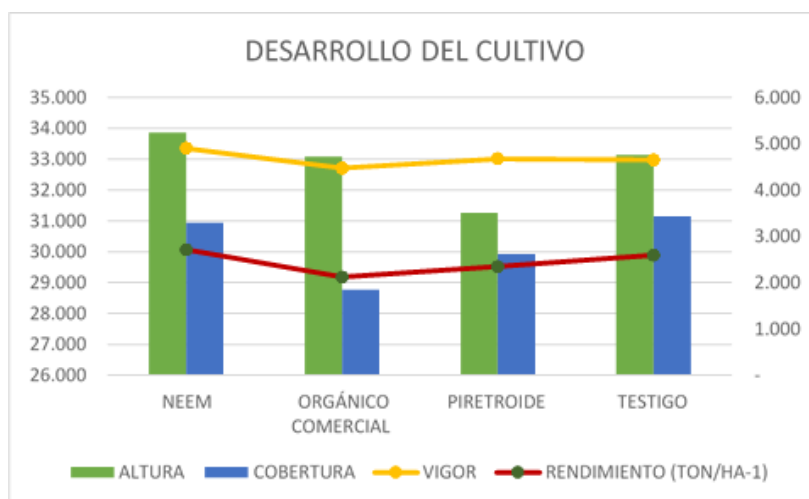


Figura 4.4. Comparación del efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas en campo para el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Medición de clorofila

Las condiciones ambientales fueron las mismas para cada uno de los tratamientos; ya que Hiderman *et. al.*, en 1995 menciona que el contenido de la clorofila y la absorción de nitrógeno se han correlacionado con las unidades SPAD en diversas condiciones ambientales como la intensidad luminosa, temperatura, humedad relativa, plagas, densidad de población, fuente de nitrógeno, etc.

En la Figura 4.5 se muestran los resultados del monitoreo en unidades SPAD para cada uno de los tratamientos, el Neem con un valor de 45.52, 44.61 para testigo y piretroide. El orgánico comercial muestra el valor de 43.67 siendo el mínimo.

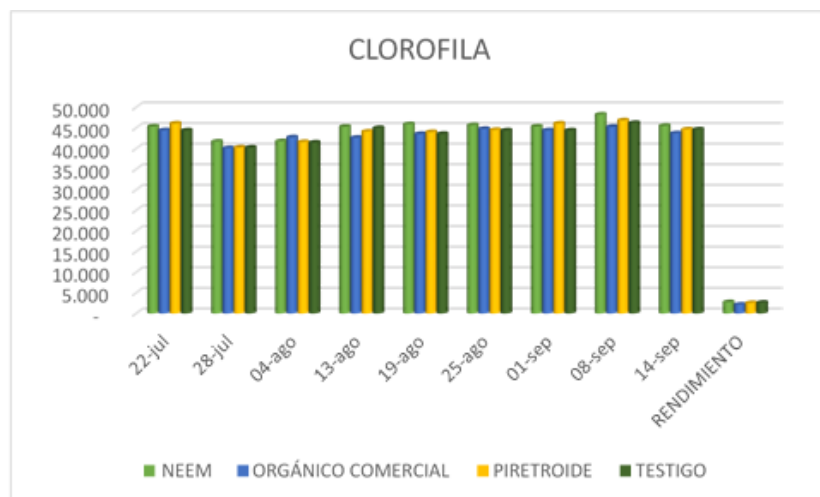


Figura 4.5. Respuesta de los tratamientos al monitoreo de clorofila en unidades SPAD. Para el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

En los parámetros agronómicos evaluados, el Neem y testigo muestran una tendencia muy similar.

Los resultados para los parámetros agronómicos no favorecen a los tratamientos piretroide y orgánico comercial como se indica en la Figura 4.6. Por lo que se considera una influencia de toxicidad química para el tratamiento con el piretroide, ya que Robinson 2008, menciona que los valores fotosintéticos reducidos pueden atrasar el tiempo de producción o reducir la calidad de la planta, al igual que causar daños visibles, debido a la toxicidad química. Para el caso del tratamiento orgánico comercial, su bajo efecto en el control de plagas pudo haber influido como lo indica Hiderman *et. al.*, en 1995, como parte de las condiciones ambientales que provocan cambios en los resultados para el contenido de clorofila.

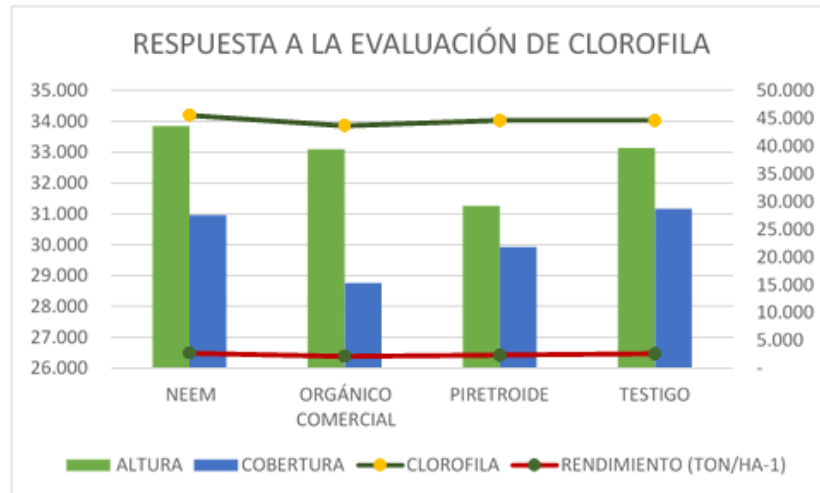


Figura 4.6. Comparación del efecto de los tratamientos sobre la evaluación de clorofila en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Características de vainas

El cultivo tratado con Neem, fue el que reportó mayor número de ejotes por planta con 8 ejotes en promedio. El número de ejotes cosechados fue diferente en cada uno de los cortes (Figura 4.7), en casi todos el Neem reportó mejores resultados, mostrando mucha superioridad en comparación al testigo y siendo el mejor de los tratamientos probados.

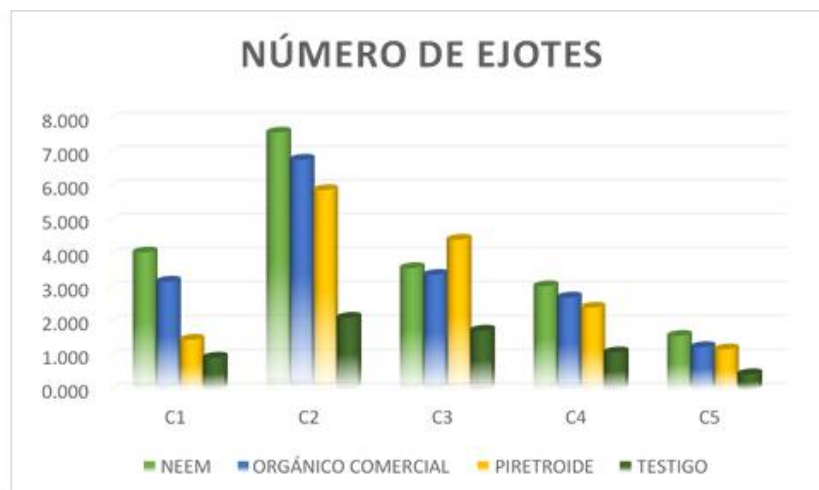


Figura 4.7. Respuesta de los tratamientos al parámetro evaluado de número de ejotes/ corte. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

La mejor longitud alcanzada estuvo en el tratamiento con Neem, que fue de 13cm en promedio, que de acuerdo a las categorías para comercialización, estaría dentro de la C (de 11 a 14 cm de longitud), según SAGARPA 2006. Durante todos los cortes mostró mayormente mejores resultados en comparación de los demás tratamientos (Figura 4.8).

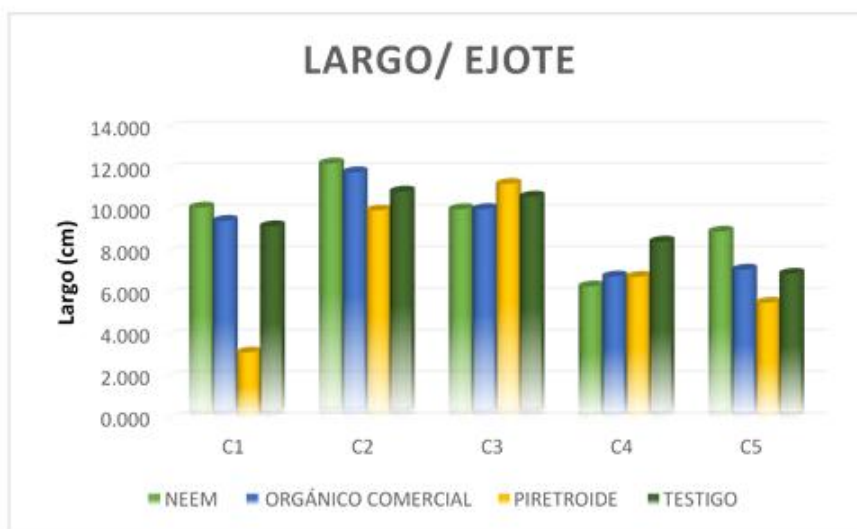


Figura 4.8. Comparación de resultados de los tratamientos para largo de ejotes/ corte. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

El ancho promedio alcanzado por el Neem fue de 1.1 cm durante todos los cortes (Figura 4.9). Los demás tratamientos mayormente se situaron por debajo.

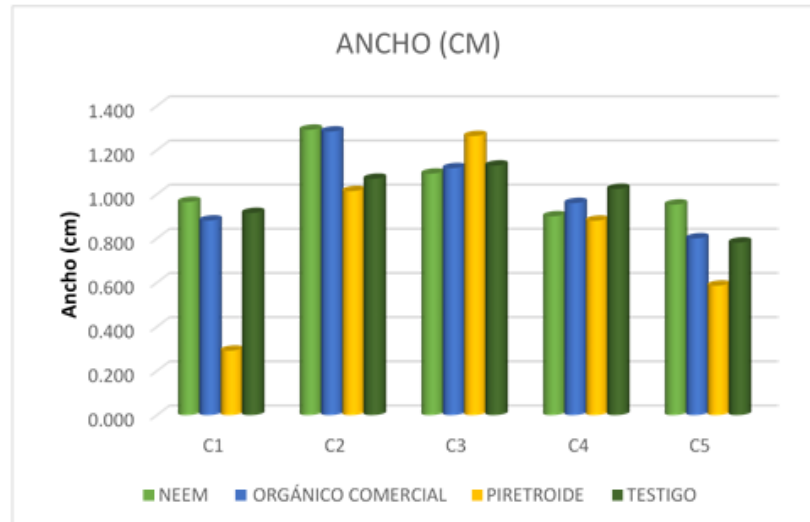


Figura 4.9. Resultado de los tratamientos para el parámetro ancho de ejotes/ corte. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Parámetros de Sanidad

Trampas cromáticas

La mosquita blanca como una de las principales plagas del cultivo de frijol ejotero, mostró respuestas hacia la aplicación de los tratamientos como se muestra en la Figura 4.10. El neem durante los cinco muestreos mantuvo efectos similares a los reportados por el tratamiento químico (piretroide), en cuanto al control de ésta plaga. Así como lo menciona Santiago *et al*, 2006. Quien demostró que estadísticamente el Neem junto a otros extractos vegetales evaluados por separado, presentaron el mismo control de mosquita blanca que el testigo químico.

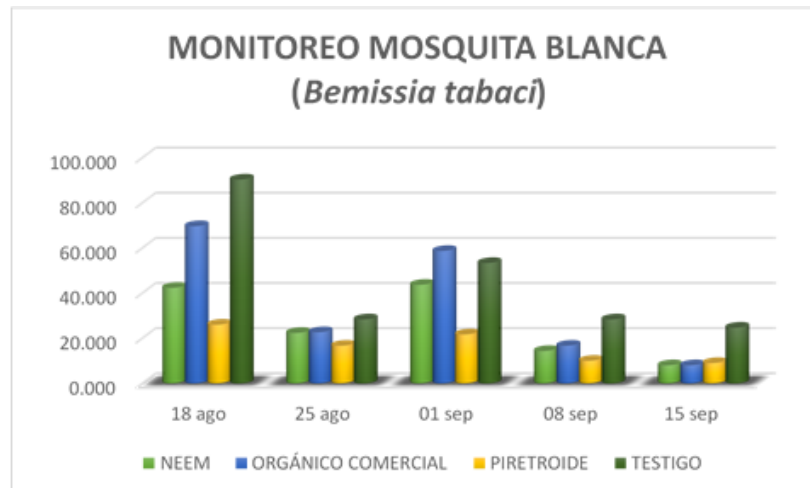


Figura 4.10. Respuesta de los tratamientos al monitoreo de mosquita blanca (*Bemissia tabaci*) en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Monitoreo de plagas

Las plagas que tuvieron mayor incidencia en los tratamientos, fueron: larvas y adultos de conchuela (*Epilachna varivestis*), minador de la hoja (*Liriomyza* spp., *Agromyza* spp., *Hemichalepus* sp.), periquito (*Empoasca kraemeri*), falso medidor (*Trichoplusia ni*), chinche (*Nezara viridula*), diabrótica o doradilla (*Diabrotica balteata*, *Cerotoma ruficornis*). De los cuales se presentan los resultados a continuación:

Incidencia de conchuela (*Epilachna varivestis*)

a).- **Etapa larvario:** aunque ninguno de los tratamientos sobrepasó o llegó al umbral económico (Cuadro 4.3), los daños ocasionados por la presencia de conchuela (*Epilachna varivestis*) en estado de larva, se hicieron más notorios en las parcelas demostrativas tratadas con el insecticida orgánico comercial (Figura

4.11). En algunos surcos del tratamiento se llegó a contabilizar el 50% de plantas con daños. Las plantas se mostraban hojas secas totalmente sin tejido foliar, únicamente con las nervaduras.

Cuadro 4.3. Incidencia de larvas de conchuela (*Epilachna varivestis*)/planta.

INCIDENCIA DE LARVAS DE CONCHUELA (<i>Epilachna varivestis</i>) /PLANTA						
TRATAMIENTO	23 ago	30 ago	06 sep	11 sep	20 sep	UMBRAL
NEEM	0	0	0.13	0.4	0.66	2 o 4 adultos o larvas/planta
ORGÁNICO COMERCIAL	0.8	1	0.06	0.4	1.06	
PIRETROIDE	0.06	0.06	0	0	0	
TESTIGO	0.08	0.08	0	0.26	0.26	

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Para el mismo tratamiento los efectos no sólo se hicieron visibles en campo, sino en otros parámetros evaluados como en rendimiento, vigor y también en clorofila.

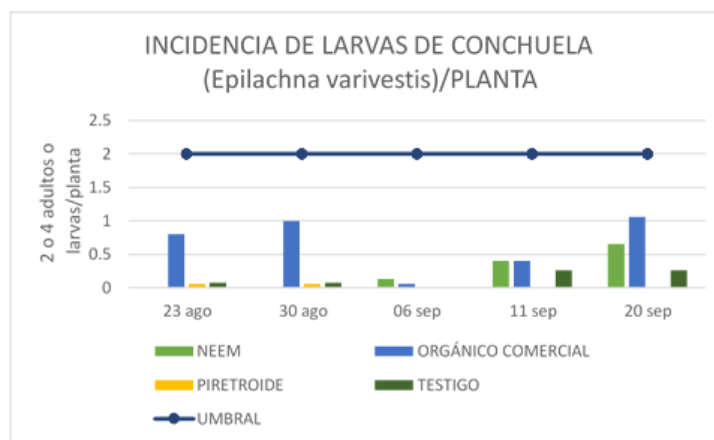


Figura 4.11. Incidencia de larvas de conchuela (*Epilachna varivestis*)/planta, en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

b) Etapa adulta: la incidencia de conchuela (*Epilachna varivestis*) en estado adulto, no alcanzó el umbral de económico para ninguno de los tratamientos

evaluados. Sin embargo la tendencia de su estado larvario fue hacerse presente de igual forma en su etapa adulta en el tratamiento orgánico comercial como se muestra en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Incidencia de conchuela (*Epilachna varivestis*)/ planta.

INCIDENCIA DE CONCHUELA ADULTO (<i>Epilachna varivestis</i>) /PLANTA						
TRATAMIENTO	23 ago	30 ago	06 sep	11 sep	20 sep	UMBRAL
NEEM	0	0	0	0	0	2 o 4 adultos o larvas/planta
ORGÁNICO COMERCIAL	0.7	0.7	0.13	0.13	0.4	
PIRETROIDE	0.4	0.2	0	0	0	
TESTIGO	0.13	0.07	0.13	0.13	0.47	

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

En la fase vegetativa del cultivo, se pudo demostrar que resultan más severos los daños ocasionados por la conchuela en estado de larva que como adulto, ya que desde las primeras etapas de desarrollo el insecto cuenta con un aparato masticador definido. Sin embargo en las últimas etapas de desarrollo del cultivo (R5 a R9), los daños que ocasiona la plaga en su estado adulto afecta directamente hojas y vainas, como lo menciona Arias *et. al.*, 2007.

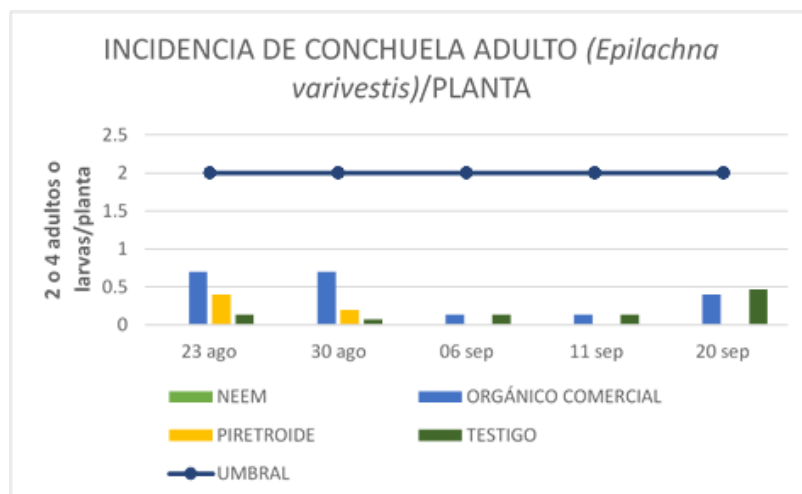


Figura 4.12. Incidencia de conchuela (*Epilachna varivestis*) en etapa adulta/ planta, en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

El cultivo tratado con Neem, no reportó incidencia de conchuela (Figura 4.12) aunque en etapa larvario si tuvo presencia sin representar ningún daño. Lo que se atribuye a algunos de los efectos del Neem, como destruir e inhibir el desarrollo de huevos, larvas o crisálidas, repele a las larvas y adultos, esteriliza adultos, envenena a larvas y adultos, impidiendo su alimentación. Como lo menciona Ramos, 2001.

Incidencia de minador de la hoja (*Liriomyza* spp., *Agromyza* spp., *Hemichalepus* sp.)

La incidencia del minador de la hoja (*Liriomyza* spp., *Agromyza* spp., *Hemichalepus* sp.) no tuvo significancia; ya que no alcanzó el umbral de económico (Figura 4.13). Los tratamientos mostraron respuestas para el control de ésta plaga, siendo el tratamiento químico (piretroide) el que tuvo mayor incidencia (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Incidencia de minador de la hoja (*Liriomyza* spp., *Agromyza* spp., *Hemichalepus* sp.) /planta.

INCIDENCIA DE MINADOR DE LA HOJA (<i>Liriomyza</i> spp., <i>Agromyza</i> spp., <i>Hemichalepus</i> sp.) /PLANTA						
TRATAMIENTO	23 ago	30 ago	06 sep	11 sep	20 sep	UMBRAL
NEEM	0	0	0.27	0.07	0.07	2 a 3 minas con larva/hoja
ORGÁNICO COMERCIAL	0	0	0.13	0.07	0	
PIRETROIDE	0.6	0.33	0.87	0.67	1.3	
TESTIGO	0.07	0.07	0.27	0.2	0.13	

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

En el tratamiento con el piretroide, se observaron los daños que menciona Cascante, 2009. Sin embargo la incidencia no provocó que se secaran las hojas por completo y sin daños representativos para las plantas.

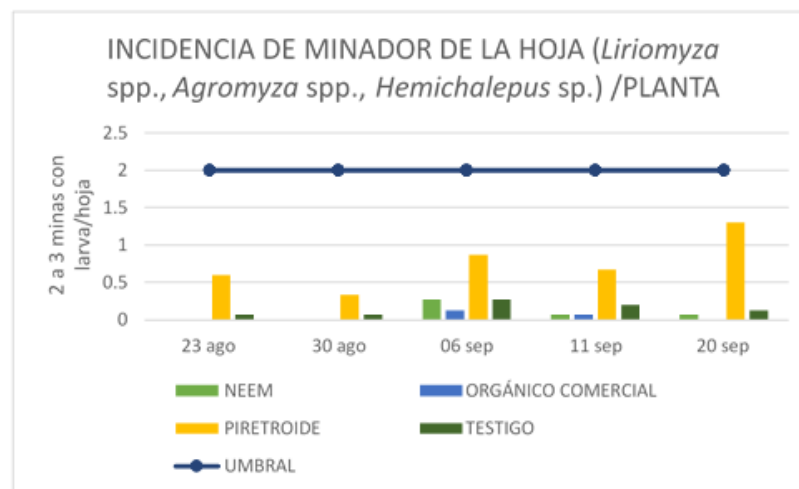


Figura 4.13. Incidencia de minador de la hoja (*Liriomyza* spp., *Agromyza* spp., *Hemichalepus* sp.) /planta, en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Incidencia de Periquito (*Empoasca kraemeri*)

La incidencia de periquito o lorito verde (*Empoasca kraemeri*), fue la que se mostró más alta en comparación a las demás plagas evaluadas, durante los 5 muestreos realizados. En el Cuadro 4.6, se muestra como la presencia en cada

uno de los tratamientos no resultó significativa de acuerdo al umbral de económico.

Cuadro 4.6. Incidencia de periquito (*Empoasca kraemeri*) / planta.

INCIDENCIA DE PERIQUITO (<i>Empoasca kraemeri</i>) / PLANTA						
TRATAMIENTO	23 ago	30 ago	06 sep	11 sep	20 sep	UMBRAL
NEEM	1.87	1.87	2.20	2.00	2.80	5 a 10 adultos/planta
ORGÁNICO COMERCIAL	3.27	3.80	2.33	1.40	2.07	
PIRETROIDE	0.20	0.53	0.33	0.47	1.27	
TESTIGO	2.47	3.07	2.40	3.20	3.07	

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Al inicio del monitoreo el tratamiento orgánico comercial, mostró mayor incidencia en comparación al testigo. Sin embargo para el mismo tratamiento se observó una disminución en la población de periquitos; debido a que las plantas tratadas mostraban daños severos por otras plagas, evitando que se pudieran seguir desarrollando las que ya estaban presentes o inocular nuevas. Conforme avanzó el monitoreo se notó un incremento de la presencia de éste insecto (Figura 4.14). En el último muestreo el neem muestra la incidencia más alta en comparación al testigo, con 3 insectos promedio por planta, comparado con el umbral de económico que es de 5 a 10 insectos por planta, se puede decir que si se obtuvo un control considerable de la plaga. El tratamiento con Neem no mostró clorosis foliar o crecimiento raquítico, como parte de los daños más visibles por la plaga según menciona Arias *et. al.*, 2007.

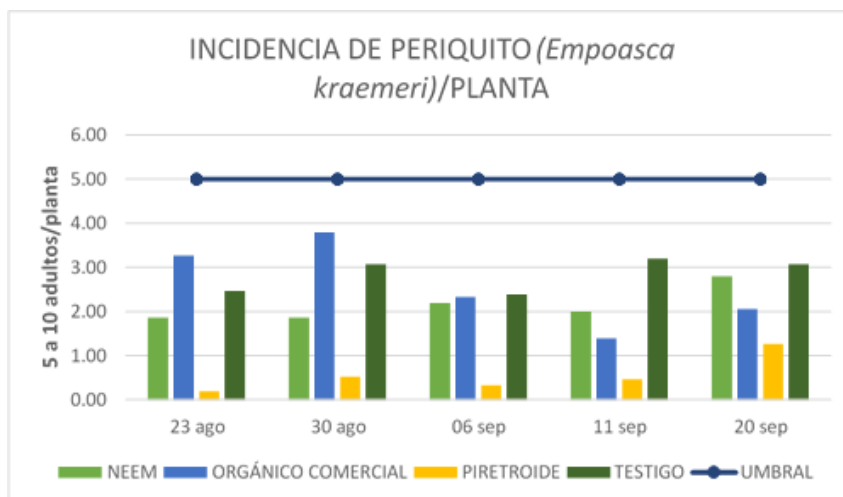


Figura 4.14. Incidencia de periquito (*Empoasca kraemeri*)/planta, en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Incidencia de falso medidor (*Trichoplusia ni*)

Durante los 5 muestreos realizados, se registró presencia de la larva en el tratamiento de Neem y en el testigo (Figura 4.15), con una incidencia promedio de 1 larva encontrada por surco. En el último muestreo el testigo ya reportaba de 2 a 3 larvas por surco y el Neem se mantuvo en una incidencia de 1 por surco promedio (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. Incidencia de falso medidor (*Trichoplusia ni*) /PLANTA

INCIDENCIA DE FALSO MEDIDOR (<i>Trichoplusia ni</i>) /PLANTA						
TRATAMIENTO	23 ago	30 ago	06 sep	11 sep	20 sep	UMBRAL
NEEM	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	daño en hojas mayor de 20%
ORGÁNICO COMERCIAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PIRETROIDE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TESTIGO	0.00	0.07	0.00	0.00	0.13	

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

En observaciones subsecuentes que se le hicieron al testigo, se muestra un alto número de vainas dañadas (Figura 4.21) y uno de los agentes causales puede ser *Trichoplusia ni*, como lo menciona Cascante, 2009.

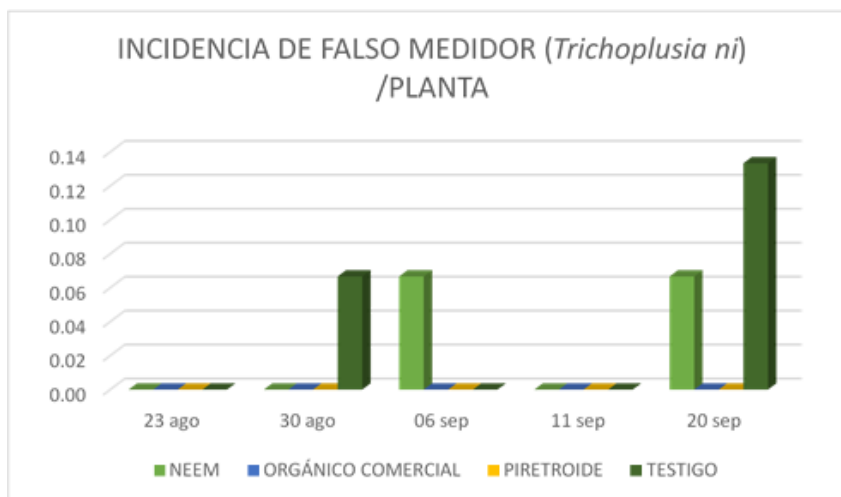


Figura 4.15. Incidencia de falso medidor (*Trichoplusia ni*) /planta, en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Incidencia de chinche (*Nezara viridula*)

Durante los muestreos realizados, se reporta la presencia de ésta plaga en el tratamiento con el orgánico comercial al inicio del monitoreo (Cuadro 4.8). Sin embargo en la última de las muestras levantadas en uno de los surcos tratados con Neem, se encontró una planta con un nido de éste insecto (Figura 4.16).

Cuadro 4.8. Incidencia de chinche (*Nezara viridula*) /planta

INCIDENCIA DE CHINCHE (<i>Nezara viridula</i>) /PLANTA						
TRATAMIENTO	23 ago	30 ago	06 sep	11 sep	20 sep	UMBRAL
NEEM	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	2 adultos o ninfas grandes por m ² .
ORGÁNICO COMERCIAL	0.07	0.20	0.00	0.00	0.13	
PIRETROIDE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TESTIGO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

El tratamiento con Neem no mostró ningún daño ocasionado por ésta plaga, tampoco se reportó alguna significancia en el monitoreo de daños en vainas (Figura 4.21); ya que en etapa adulta éste insecto prefiere alimentarse de éstas. Como lo menciona el IICA, 2010.

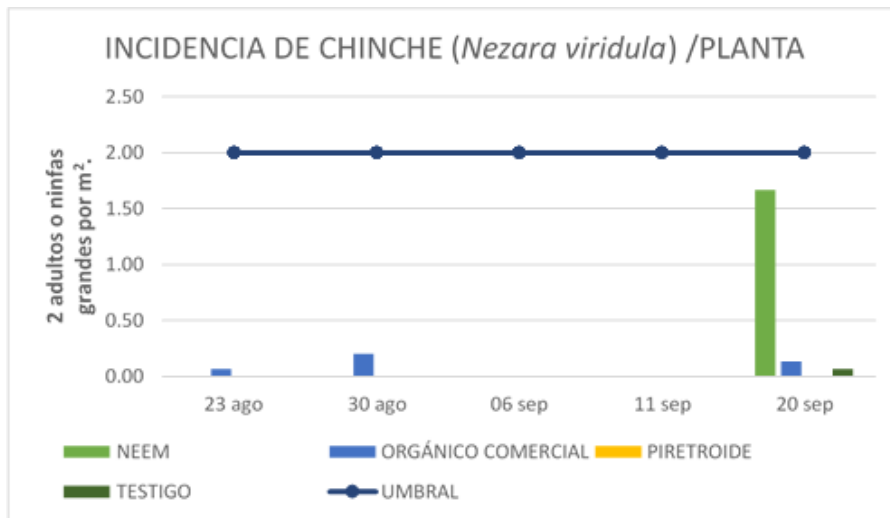


Figura 4.16. Incidencia de chinche (*Nezara viridula*) /planta, en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Incidencia de diabrótica o doradilla (*Diabrotica balteata*, *Cerotoma ruficornis*)

La incidencia de diabrótica o doradilla no tuvo significancia durante todo el monitoreo. En promedio se presentaron de 1 a 2 insectos por surco en los primeros muestreos, dentro de los tratamientos de Neem y orgánico comercial. El piretroide estuvo por debajo de ellos como se muestra en el Cuadro 4.9.

Cuadro 4.9. Incidencia de diabrótica o doradilla (*Diabrotica balteata*, *Cerotoma ruficornis*)/planta

INCIDENCIA DE DIABRÓTICA O DORADILLA (<i>Diabrotica balteata</i> , <i>Cerotoma ruficornis</i>) /PLANTA						
TRATAMIENTO	23 ago	30 ago	06 sep	11 sep	20 sep	UMBRAL
NEEM	0.13	0.13	0.07	0.00	0.00	2-4 adultos/planta
ORGÁNICO COMERCIAL	0.13	0.13	0.20	0.00	0.07	
PIRETROIDE	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	
TESTIGO	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

El Neem al igual que el piretroide en los últimos 3 muestreos ya no reportó incidencia (Figura 4.17).

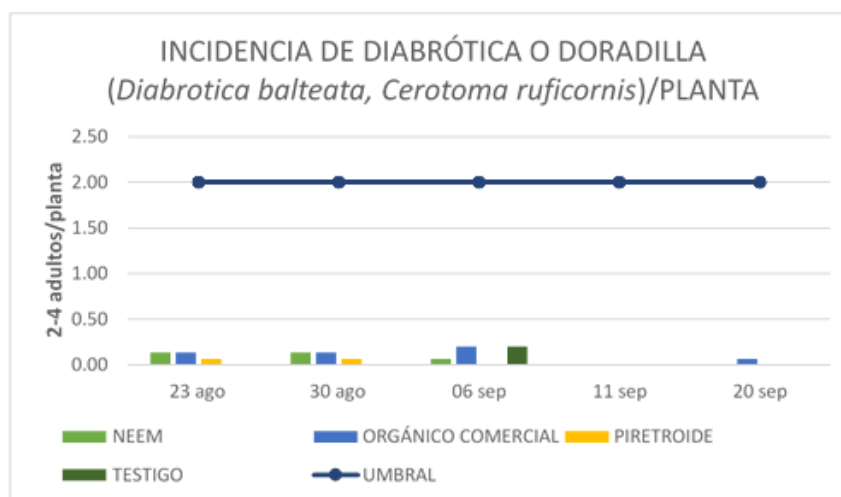


Figura 4.17. Incidencia de diabrótica o doradilla (*Diabrotica balteata*, *Cerotoma ruficornis*)/planta, en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Observaciones de daño por surco ocasionado por plagas

De manera general se comprueba que el Neem tiene efectos positivos sobre el control de la mayoría de los insectos que atacan al cultivo de frijol ejotero. Similar a los resultados que obtuvo Stoney en 1998, quien mediante su experimento demostró que el Neem controla cerca de 400 tipos de insectos de diferentes órdenes.

El piretroide, muestra mayor control de las plagas. Sin embargo los efectos de toxicidad en las plantas, ocasionan daños en otros parámetros como altura, cobertura, clorofila, como lo menciona Robinson 2008. Que a su vez, provocan como resultado obtener menor rendimiento, ya que el testigo sin ningún tratamiento mostró mejor rendimiento que el tratamiento químico, aun siendo el que mayor incidencia de plagas tuvo (Figura 4.18).



Figura 4.18. Comparación de la respuesta de los tratamientos al control de plagas en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Hiderman *et. al.*, en 1995 menciona que algunas condiciones ambientales, entre ellas las plagas se correlacionan al contenido de clorofila y la absorción de

nitrógeno. Lo cual puede demostrarse mediante el comportamiento que tuvo el tratamiento orgánico comercial frente al poco control que mostró en general hacia las plagas evaluadas.

Caracterización de la bacteria (*Curtobacterium flaccumfaciens*)

Se confirmó la presencia de la bacteria al realizar las pruebas mencionadas por Schadd *et. al.*, 2001; como se muestra en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Resultados de pruebas bioquímicas para *Curtobacterium flaccumfaciens*.

Prueba	Literatura	Cepa
Gram	+	+
RYO	-	-
Catalasa	-	-
Oxidasa	-	-
O/F	- +	- +
Colonias amarillas o anaranjadas en YDC o NBY	+	+
Colonias mucoides en YDC a 30°C	+	+
Pigmentos fluorescentes KB	-	-
Pigmentos no fluorescentes difusibles en KBKB	-	-
Crecimiento a 40°C	-	-
Flagelos	-	-
Crecimiento en D1M agar	-	-
Formación de esporas	-	-
Micelio aéreo	-	-
CNS	V	V
TTC	+	+
Ribosa	+ ^D	+ ^D
Sorbitol	-	-
Inulina	-	-
Acetato	+	+
Formato	-	-
Caseína	+	+
Esculina	+	+

Fuente: Schadd *et. al.*, 2001

Presencia de Marchitez Bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens*)

Los tratamientos mostraron respuesta a la tolerancia de la bacteria (*Curtobacterium flaccumfaciens*), en comparación al testigo. El cultivo tratado con Neem fue el que mostró mejores resultados de acuerdo al Cuadro 4.10, ya que la severidad con la que se presentó estuvo muy por debajo a la reportada por el resto de los tratamientos.

Cuadro 4.11. Incidencia y severidad de la bacteria (*Curtobacterium flaccumfaciens*)/ muestreo.

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA BACTERIA (<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>)/ MUESTREO								
TRATAMIENTOS	INCIDENCIA				SEVERIDAD			
	01-sep	11-sep	20-sep	28-sep	01-sep	11-sep	20-sep	28-sep
NEEM	6.77	4.74	6.15	6.15	66.67	53.33	75.56	75.56
ORGÁNICO								
COMERCIAL	6.82	9.19	8.96	8.96	80.00	75.56	91.11	91.11
PIRETROIDE	6.87	4.93	3.93	3.93	86.67	82.22	86.67	86.67
TESTIGO	7.78	9.78	9.52	9.52	88.89	93.33	93.33	93.33

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

El tratamiento con el piretroide fue el que reportó menos incidencia; sin embargo los porcentajes de severidad con la que se presentaron los daños fue de los más altos, muy similares a los que presentó el testigo como lo indica la Figura 4.19.

En general las plantas con éste daño se observaron con menos altura que las sanas, las hojas marchitas y secas como lo menciona Lelliott en 1987.

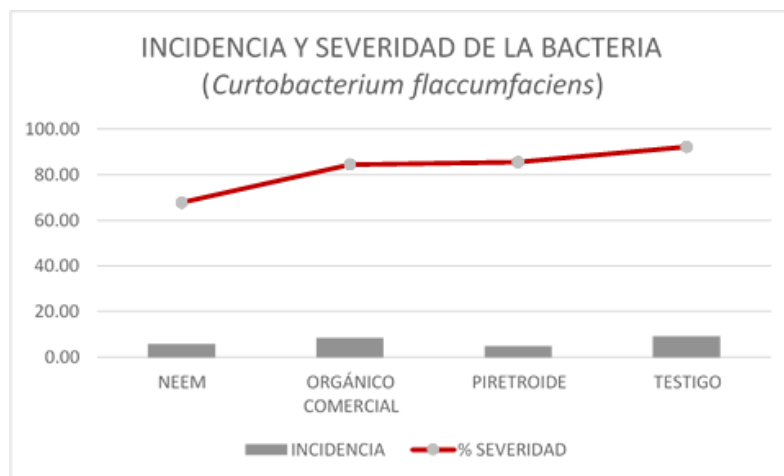


Figura 4.19. Respuesta de los tratamientos evaluados a la tolerancia de marchitez bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens*), en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Presencia de la mancha bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens*) por

surco

En la Figura 4.20, se muestra como el cultivo tratado con el orgánico comercial desde el principio del monitoreo mantuvo en el surco un promedio de 30 plantas dañadas, lo cual representaba el 55% de las plantas totales. El tratamiento con Neem, al inicio del monitoreo se mantuvo con el menor número de plantas dañadas por la bacteria. En promedios totales el Neem sólo tuvo un 35% de daño total en el surco, el piretroide 46%, el testigo 50% y el orgánico comercial fue el que reportó el mayor daño con el 57%.

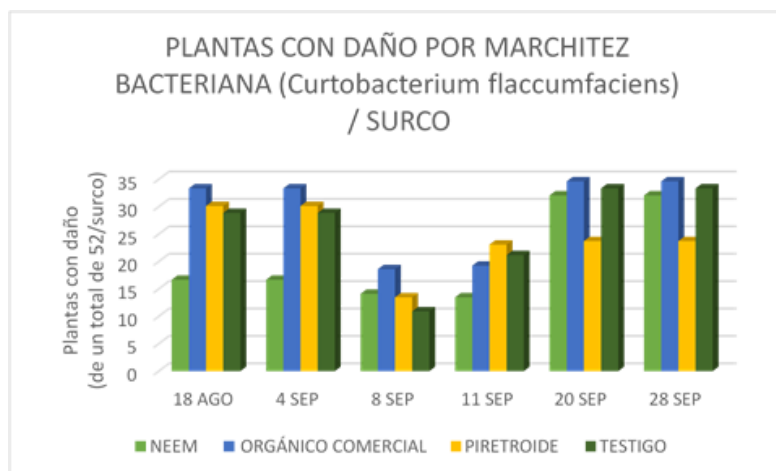


Figura 4.20. Comparación de la susceptibilidad de los tratamientos con incidencia de marchitez bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens*), en el cultivo de frijol ejotero. Fuente: datos tomados en campo, 2017.

Daño por plagas en vainas

El tratamiento con Neem fue el que reportó menos incidencia de vainas dañadas por plagas, con una severidad del daño por mucho inferior a la reportada por el testigo y los demás tratamientos (Cuadro 4.11). Con lo que se puede demostrar un buen control en plagas por parte de éste bioplaguicida.

Cuadro 4.12. Incidencia y severidad de daño ocasionado por plagas de la vaina.

MONITOREO DE DAÑO OCASIONADO POR PLAGAS DE LA VAINA												
TRATAMIENTO	NÚMERO DE VAINAS				DAÑO							
					INCIDENCIA				SEVERIDAD			
	11-ago	25-ago	08-sep	15-sep	11-ago	25-ago	08-sep	15-sep	11-ago	25-ago	08-sep	15-sep
NEEM	114	54	46	46	4.39	5.56	0.00	0.00	39.60	33.00	0.00	0.00
ORGÁNICO COMERCIAL	104	51	42	42	4.81	1.96	4.76	4.76	46.20	33.00	33.00	33.00
PIRETROIDE	100	76	41	41	3.00	6.58	2.44	2.44	33.00	39.60	33.00	33.00
TESTIGO	96	79	50	50	7.29	6.33	18.00	18.00	33.00	39.60	40.33	40.33

Fuente: datos tomados en campo, 2017.

De acuerdo a la Figura 4.21, el comportamiento del tratamiento químico con piretroide, fue similar al testigo y el orgánico comercial que fueron los que mayor

daño y susceptibilidad presentaron al ataque de plagas, llegando éstas hasta a afectar las vainas. Ocasionando pérdidas económicas al producir ejotes ya no aceptados por el mercado.

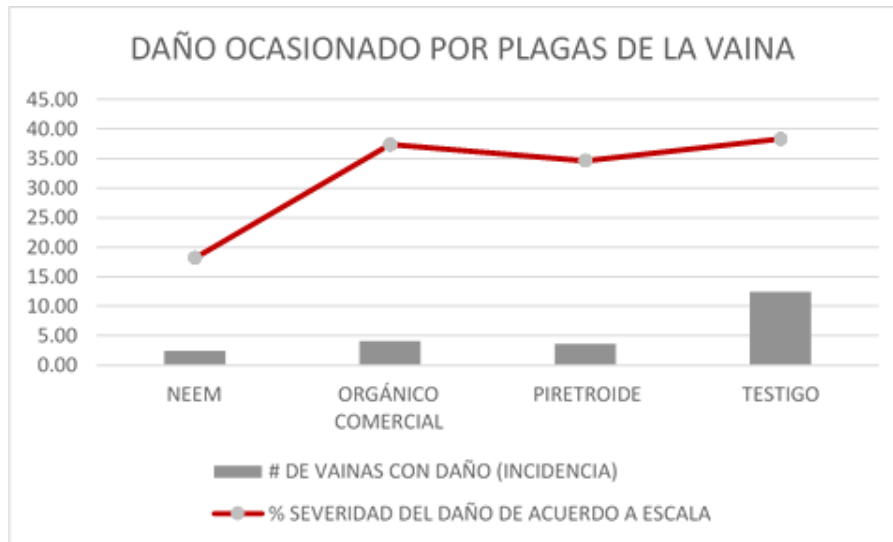


Figura 4.21. Respuesta de los tratamientos al control de plagas de la vaina del ejote (*Phasedus vulgaris*). Fuente: datos tomados en campo, 2017.

CONCLUSIONES

El Neem demuestra resultados en el control de plagas de importancia para el cultivo. Para el control de la conchuela (*Epilachna varivestis*) en etapa adulta, minador de la hoja (*Liriomyza* spp., *Agromyza* spp., *Hemichalepus* sp.), diabrotica o doradilla (*Diabrotica balteata*, *Cerotoma ruficornis*) se mostró superior a los demás tratamientos incluido el químico. El control que tuvo sobre mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), fue muy similar a los efectos del tratamiento químico. Otras como larva de conchuela (*Epilachna varivestis*), periquito (*Empoasca kraemeri*), falso medidor (*Trichoplusia ni*), chinche (*Nezara viridula*) las mantuvo por debajo del umbral de económico, no reportando ningún daño significativo. El cultivo con el tratamiento de Neem producido artesanalmente también mostró mejor tolerancia a la enfermedad de mancha bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens*).

El análisis de control de plagas se llevó hasta la evaluación de sus efectos en vainas, donde el Neem mostró un control superior a los demás tratamientos. Permitiendo cosechar el cultivo con menor merma ocasionada por éste tipo daño y evitando pérdidas económicas.

El Neem no sólo reporta resultados positivos como bioplaguicida. En comparación al testigo e incluso al tratamiento con el piretroide, mostró superioridad en otras variables evaluadas como altura, cobertura, vigor. Así como en la medición de Clorofila que de acuerdo al Análisis del desarrollo de las plantas

en el suelo SPAD (Soil Plant Analysis Development) por sus siglas en inglés, mostró el mejor registro durante todo el monitoreo.

De acuerdo al análisis obtenido por el SPAD, que involucra a factores como fuente de nitrógeno, fitotoxicidad, plagas, etc. El Neem demostró los mejores resultados, reflejados en la superioridad de los parámetros de producción evaluados como rendimiento y número de ejotes por planta; en comparación a los demás tratamientos.

Referente al tratamiento químico con el piretroide, los resultados demuestran que aunque mantiene un buen control de todas las plagas; no reduce los daños en las vainas ocasionados por algunas de éstas. Ocasionando pérdida económicas. Los efectos negativos de su aplicación se ven reflejados en el rendimiento, así como en el desarrollo del cultivo. Otro de sus efectos es la residualidad en el cultivo, evitando que se puedan consumir los ejotes cosechados si se ha aplicado el producto días antes, cosa que no sucede con un control orgánico.

RECOMENDACIONES

- Mantener el Neem en polvo, bajo el procedimiento que se recomienda en éste trabajo de investigación para conservar su efectividad. Debe guardarse en un frasco oscuro, cerrado, etiquetado y de ser posible en lugar fresco.
- La aplicación como prevención, se recomienda cada 15 días desde los primeros brotes del cultivo. Para control o temporada de mayor incidencia de plagas, puede aplicarse el producto cada 5 o 3 días y de ser necesario aumentar la dosis. Ésta acción no va a ocasionar ningún efecto negativo para el desarrollo del cultivo y tampoco en el consumo del ejote.

LITERATURA CITADA

- Álvarez L, Baca C. 1986 El Frijol Ejotero. Servicio de Extensión Agropecuaria. México, D. F. 46 p
- Angulo, M. 2005. Insecticidas Vegetales: fundamentación, elaboración y uso. Memoria del Taller de Producción de Bioplaguicidas. Culiacán, Sinaloa, México. Pp. 7-15.
- Arellano, O. y J. Rendón. 2016. Omar Arellano-Aguilar y Jaime Rendón von Osten, La Huella de los Plaguicidas en México. Greenpeace México A. C. Coyoacán, México. Pp- 4-5
- Arias, J. H., M. Jaramillo, y T. Rengifo. 2007. Manual Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Frijol Voluble. Centro de investigación “La Selva. Medellín, Colombia. FAO, 2007. Pp. 85-95.
- Ávila M., M.R. 2011. Caracterización de los productores, adopción e impacto económico del uso de la variedad de frijol “pinto saltillo” en el norte centro de México. Julio – diciembre. Revista Mexicana de agro negocios. Volumen 29. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.
- Bittenberder H., R Barret P, B Indere – Larusa (1984) Beans and cowpeas as leaf vegetables and grain legumes. Bean Cowpea Collaborative Research Support Program. Monograph no.1. Michigan State University. East Lansing, MI, USA. 24 p.
- Cascante, 2009. Principales plagas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. Leguminosae). Hoja informativa, información insumo para la competitividad. INFOAGRO, Centro de Información Pacífico Central., Costa Rica. Septiembre 2009. Pág. 1-2.
- CESAVEG, 2011. Manual de Plagas y Enfermedades en Frijol. Campaña Manejo Fitosanitario del Frijol. CESAVEG, Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, A.C. Irapuato, Guanajuato. Agosto, 2011. Pág. 3-15. http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_frijol_11.pdf
- Choque V. 2013. El Cultivo de Frejol en Bolivia. Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito”. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Noviembre 2013. Pág. 24-26.

- Choque V. y J. Padilla 2012. Fases del frijol. Propuesto por IICA Managua Nicaragua, adecuado por el programa Frijol. IIA, El Vallecito, Santa Cruz Bolivia.
- Cruz C., S. Aguilar, C. Márquez; R. Alarcón & V. Pinto, 2004. Evaluación de alternativas para el manejo integrado de plagas del frijol ejotero en Chapingo, México. Revista Fitotecnia Mexicana, octubre-diciembre, Pp.385-389.
- Cruz F.M., Ángel S.R., 2004. El árbol de nim establecimiento y aprovechamiento en la Huasteca Potosina. INIFAP, Folleto técnico núm. 3. San Luis Potosí, S.L.P., México.. Pp. 1-21.
- Escalante E. (1995) Aprovechamiento del recurso agua en cultivos de secano. Agroproductividad 12:28-32.
- Escalante E., J Kohashi S (1993) El Rendimiento y Crecimiento del Frijol. Manual para Toma de Datos. Colegio de Postgraduados. México. 84 p.
- Esquivel E, J. Acosta, R. Rosales, P. Pérez, M. Hernández, R. Navarrete, S. Muruaga (2006). Productividad y adaptación de frijol ejotero en el valle de México. Rev. Chapingo S. Hort. 12:109-116.
- FAO, 2016. Cifras de la FAO, consultadas en abril de 2016 en: <http://faostat3.fao.org/browse/E/EP/E>
- FAOSTAT, 2016. Elaboración propia. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- González A., J. Tello, M. Rodicio (2005). Bacterial wilt of beans (*Phaseolus vulgaris*) caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* in Southeastern Spain. Plant Disease 89: 1361.
- Hidalgo, P. (2001). El nim: un insecticida fabricado por la naturaleza. Consultado en septiembre de 2010 (en red). Disponible en: www.envio.org.ni/articulo/877.
- Hiderman, J., A. Makino, Y. Kurita, T. Masa y K. Ojima. 1992. Changes in the levels of chlorophyll and light-harvesting chlorophyll a/b protein of PS II in senescence. Plant Cell Physiol. 53: 1209-1214.
- IICA, 2010. Plagas del Frijol, Guía de Identificación y Manejo Integrado. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Cooperación Suiza en América Central, Proyecto Red SICTA. Managua, Nicaragua. Junio de 2010. Pag. 30.
- INFOSIAP, 2015. Elaboración propia. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp

- INIFAP, 2016. Uso del neem para la elaboración artesanal de plaguicidas. Folleto Técnico No. 10. Centro de Investigación Regional Noroeste Campo Experimental Todos Santos. La Paz, B.C.S. Diciembre de 2016. Pág. 4-6.
- INTA, 2009. Guía Tecnológica Cultivo del Frijol. Tecnologías INTA, 2ª edición. Instituto Nicaragüense De Tecnología Agropecuaria, Managua, Nicaragua. Noviembre 2009. Pag. 11-13.
- Lelliott R. & Stead D. (1987) *Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- López M.T, Estrada J (2005). LOS BIOINSECTICIDAS DE NIM EN EL CONTROL DE PLAGAS DE INSECTOS EN CULTIVOS ECONÓMICOS. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias N° 2.LA HABANA, CUBA. Junio de 2005. Pag. 41-49.
- Mena J. y R. Velázquez., 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Folleto Técnico No. 24. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 83 p.
- National Research Council (NRC). 1992. Neem: A tree for solving global problems. Report of an Ad Hoc Panel of the Board on Science and Technology for International Development. National Academy Press. Washington, D.C. 107 p.
- Norten, E. 1999. Neem. India's Miraculous Healing Plant. Edited by Jean Putz with Kordula Werner and Deborah Straw. Healing Arts Press. Rochester, Vermont. 92 p.
- Piekielek, W.P. y R.H. Fox, J. D. Toth & E. M. Kirsten. 1995. Use of chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. *Agronomy Journal*, 87: 403-408.
- Pimienta V.N, 2006. Evaluación de bioinsecticidas a base de neem para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (Smith)) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Valle del Yaqui. ITSON, División de Recursos Naturales. Cd. Obregón, Sonora, México. Marzo, 2006. Págs. 17-41.
- Quintana J., H. Harrison, J. Palta, J. Nienhuis, K. Kmiecik (1999). Calcium fertilizer fail to affect pod calcium concentration and yield of four snap bean cultivars. *Hort science*. 34(4). 646-647
- Quintana J., H. Harrison, J. Palta, J. Nienhuis, K. Kmiecik (2001) Stomatal density and calcium concentration of six snap bean cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:110-114.

- Ramos R. (2001). Aceite de neem un insecticida ecológico. Consultado en Octubre. Disponible en www.arboldenim.com.
- Rena Pérez, 2002. El árbol de Nim. Carta agropecuaria azucarera, MINAZ (Ministerio de la Industria Azucarera). FAO. La Habana, Cuba. Enero, 2002. Pag. 1-4.
- Robinson, J., 2008. Artículo publicado originalmente en *Greenhouse Grower*, febrero 2008, EUA. Información: pdh.edit@meistermedia.com
- Rodríguez, J. (2002). El árbol de nim. Consultado en agosto de 2010. (en red). Disponible en: www.zoetecnocampo.com/Documentos/Neem/neem01.
- Rosas, J.C. (2003). El Cultivo del Frijol Común en América Tropical. Escuela Agrícola Panamericana/ Zamorano. Honduras, Agosto del 2003. Pag. 8-16.
- Santiago H., R. Carrillo., S. Jerez, S. Chávez, S. Perales, 2006. http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/70.pdf
- Schadd N., J. Jones & W. Chun (2001). Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. APS PRESS U.S.A. 260pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA (2016) El ejote tierno y sano. Disponible en <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/el-ejote-tierno-y-sano?idiom=es> (27 de agosto de 2016)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2006. PC-049-2006 Pliego de Condiciones para el Uso de la Marca Oficial México Calidad Suprema en Ejote. Disponible en http://www.mexicocalidadsuprema.org/assets/galeria/PC_049_2006_Ejote.pdf
- Silbernagel, M. J.; Janssen, W.; Davis, J. H. C.; Montes de OCA, G. 1991. Snap bean production in the tropics: implications for genetic improvement, pp. 835-862. In: Common Beans: Research for Crop Improvement.
- Stoney, C. 1998. *Azadirachta indica*: Nim, un árbol versátil para los trópicos del mundo. Hoja Informativa. Una guía para los árboles fijadores de nitrógeno del mundo. Fact 98-02s. Winrock International. Morrilton, AR, USA. 5 p. www.winrok.org/forestry/Factnet.htm.
- Valladares, C. A. 2010. Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA). La Ceiba, Honduras. Pag. 15-18.

Villanueva J.J., 2010. CONCENTRACIÓN DE AZADIRACTINA, EFECTIVIDAD INSECTICIDA Y FITOTOXICIDAD DE CUATRO EXTRACTOS DE *Azadirachta indica* A. JUSS. Agrociencia. Colpos, Campus Montecillo. Veracruz, México. Noviembre 2010. Pag. 827-832. www.envio.org.ni/articulo/877.

APÉNDICE

Promedios de parámetros agronómicos.

ALTURA

TRATAMIENTOS	22-jul	28-jul	04-ago	13-ago	19-ago	25-ago	01-sep	08-sep	14-sep	RENDIMIENTO
NEEM	20.667	28.467	31.133	37.400	39.200	39.267	36.933	36.200	35.400	2.709
ORGÁNICO C	19.400	27.467	30.667	37.667	38.133	38.267	37.000	35.600	33.633	2.119
PIRETROIDE	19.667	25.467	29.200	33.867	36.867	35.933	35.133	33.600	31.633	2.505
TESTIGO	21.000	27.367	30.800	37.600	38.800	38.133	37.467	34.200	32.900	2.590

COBERTURA

TRATAMIENTOS	22-jul	28-jul	04-ago	13-ago	19-ago	25-ago	01-sep	08-sep	14-sep	RENDIMIENTO
NEEM	21.200	26.233	29.667	34.133	36.267	38.267	33.133	30.400	29.267	2.709
ORGÁNICO C	21.267	25.267	27.400	31.200	31.933	34.333	31.267	29.267	27.000	2.119
PIRETROIDE	20.400	24.667	28.933	31.733	35.467	34.000	33.067	30.933	30.133	2.505
TESTIGO	21.533	25.533	29.133	33.400	35.000	36.500	34.600	33.267	31.400	2.590

VIGOR

TRATAMIENTOS	22-jul	28-jul	04-ago	13-ago	19-ago	25-ago	01-sep	08-sep	14-sep	RENDIMIENTO
NEEM	5.000	5.000	5.000	5.000	4.867	5.000	4.733	4.933	4.567	2.709
ORGÁNICO C	5.000	5.000	4.833	4.820	4.467	4.200	4.000	3.933	4.000	2.119
PIRETROIDE	5.000	5.000	5.000	5.000	4.733	4.200	4.200	4.400	4.533	2.505
TESTIGO	5.000	5.000	4.940	4.700	4.667	4.533	4.467	4.133	4.400	2.590

CLOROFILA

TRATAMIENTO	22-jul	28-jul	04-ago	13-ago	19-ago	25-ago	01-sep	08-sep	14-sep	RENDIMIENTO
NEEM	45.356	41.664	41.749	45.296	45.884	45.669	45.356	48.216	45.527	2.709
ORGÁNICO COMERCIAL	44.412	40.069	42.711	42.607	43.516	44.762	44.412	45.258	43.671	2.119
PIRETROIDE	46.058	40.242	41.567	44.091	43.980	44.491	46.058	46.813	44.616	2.505
TESTIGO	44.384	40.222	41.453	44.987	43.533	44.382	44.384	46.189	44.620	2.590

NEEM

CORTE	NO. EJOTES	LARGO	ANCHO	ENDIMIEN TON/A
C1	4.060	10.153	0.965	2.570
C2	7.600	12.273	1.292	5.407
C3	3.600	10.077	1.093	2.394
C4	3.066	6.362	0.900	2.295
C5	1.600	8.995	0.953	0.879
MEDIA	3.985	9.572	1.041	2.709

ORGÁNICO COMERCIAL

CORTE	NO. EJOTES	LARGO	ANCHO	RENDIMIEN TON/A
C1	3.200	9.516	0.881	1.552
C2	6.800	11.851	1.284	4.712
C3	3.400	10.085	1.118	2.016
C4	2.733	6.838	0.960	1.646
C5	1.267	7.167	0.800	0.668
MEDIA	3.480	9.091	1.009	2.119

PIRETROIDE

CORTE	NO. EJOTES	LARGO	ANCHO	ENDIMIEN TON/A
C1	1.485	3.184	0.292	3.846
C2	5.903	10.020	1.014	3.612
C3	4.439	11.295	1.264	2.381
C4	2.434	6.819	0.880	1.562
C5	1.200	5.574	0.586	1.125
MEDIA	3.092	7.378	0.807	2.505

TESTIGO

CORTE	NO. EJOTES	LARGO	ANCHO	RENDIMIEN TON/A
C1	0.956	9.255	0.915	2.511
C2	2.133	10.924	1.070	4.571
C3	1.756	10.679	1.130	3.350
C4	1.111	8.515	1.024	1.857
C5	0.467	6.970	0.781	0.661
MEDIA	1.284	9.269	0.984	2.590

PESO DE EJOTES (TON/HA)/REPETICIÓN/CORTE

RENDIMIENTO (TON/HA ⁻¹)								
	REPETICIÓN	TRATAMIENTO	CORTES					RENDIMIENTO TOTAL
			10-ago-17	21-ago-17	25-ago-18	08-sep-17	15-sep-17	
NEEM	1	1	2.283	5.498	3.020	1.841	1.149	13.791
	2	1	2.883	5.889	2.140	2.694	0.396	14.001
	3	1	2.543	4.833	2.022	2.351	1.094	12.843
BRÁLIC	1	2	2.018	5.983	3.241	1.842	0.650	13.733
	2	2	1.614	4.791	1.238	1.543	0.857	10.044
	3	2	1.023	3.363	1.568	1.553	0.498	8.006
PERKILL	1	3	0.000	2.355	3.335	1.181	1.060	7.932
	2	3	0.000	6.511	2.392	1.845	1.125	11.872
	3	3	2.672	5.108	4.117	2.501	1.001	15.399
TESTIGO	1	4	1.726	5.038	4.324	2.665	0.615	14.368
	2	4	3.371	4.876	3.695	1.376	0.800	14.118
	3	4	2.435	3.799	2.032	1.529	0.569	10.363

TRATAMIENTO	NÚMERO DE PLANTA	NUMERO DE EJOTES	TIPO DE DAÑO EN VAINAS					NÚMERO TOTAL DE EJOTES	NÚMERO TOTAL DE EJOTES CON DAÑO	INCIDENCIA DE DAÑO	DAÑO			DAÑO TOTAL POR EJOTE	SEVERIDAD DEL DAÑO					
			AGUJERO SUPERIOR	AGUJERO MITAD	AGUJERO INFERIOR	LLAGA EN MEDIO	LLAGA INFERIOR													
NEM	T1R1	1	8						114	5	4.38596491				198	39.6				
		2	9		1												33			
		3	6																	
		4	7																	
		5	7																	
	T1R2	1	6		1															
		2	14	2	2													33	66	33
		3	5																	
		4	8																	
		5	8																	
	T1R3	1	10																	
		2	11																	
		3	5																	
		4	6																	
		5	4																	
ORGÁNICO COMERCIAL	T2R1	1	7						104	5	4.80769231				231	46.2				
		2	9																	
		3	10																	
		4	7																	
		5	6																	
	T2R2	1	6																	
		2	11																	
		3	7																	
		4	11																	
		5	1																	
	T2R3	1	9	1	2															
		2	6															66	33	
		3	5		1														33	
		4	4																	
		5	5		1		1	1										33	66	

PIRETROIDE	T3R1	1	0					100	3	3				99	33			
		2	2															
		3	0															
		4	7															
		5	8															
	T3R2	1	11				2									33	33	
		2	8															
		3	9															
		4	9		1											33		
		5	9															
	T3R3	1	9															
		2	6															
		3	3															
		4	6															
	5	13																
TESTIGO	T1	1	3					96	7	7.29166667				231	33			
		2	4	1												33		
		3	3															
		4	10	1												33		
		5	5															
	T2	1	3															
		2	11															
		3	8															
		4	8															
		5	13	2												33	33	
	T3	1	8	1												33		
		2	8	1												33		
		3	2															
		4	5		1											33		
	5	5																