

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Respuesta Fisiológica de Tres Variedades de Semillas de Frijol Tratadas con Extracto de Higuierilla (*Ricinus communis* L.)

TESIS

Por:

WILLIAM RENDON RAMOS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México.
Enero del 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Respuesta Fisiológica de Tres Variedades de Semillas de Frijol Tratadas con
Extracto de Higuera (*Ricinus communis* L.)

Por:

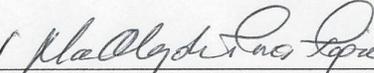
WILLIAM RENDON RAMOS

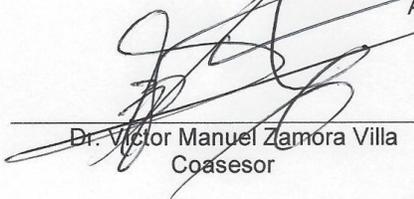
TESIS

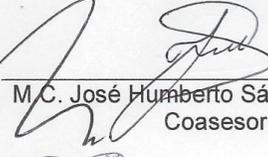
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

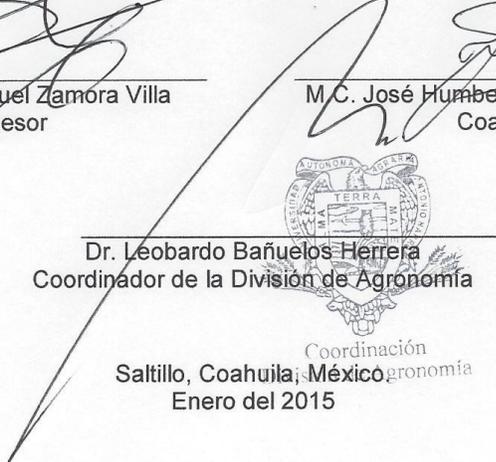
INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada:


M.P. María Alejandra Torres Tapia
Asesor Principal


Dr. Víctor Manuel Zamora Villa
Coasesor


M.C. José Humberto Sánchez Robles
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
Saltillo, Coahuila, México
Enero del 2015

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando he estado a punto de caer; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mis padres: **FÉLIX RENDÓN VENANCIO** y **NORMA RAMOS CASTRO**, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento; depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora, su tenacidad y lucha incansable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanas y familia en general.

A mis hermanas: **Liz** e **Itzel** por estar juntos en las buenas y en las malas.

A mis abuelos: **Celso Rendón García+** y **Juana Castro Luna+**, en el lugar que se encuentren les dedico este logro y agradezco infinitamente sus sabios consejos, por confiar en mí, por su apoyo incondicional y sobre todo por inculcarles a mis padres los valores que me han transmitido.

A mis amigos, que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que hasta el momento, seguimos siendo amigos.

A mis profesores, por su tiempo, por su apoyo y por el conocimiento que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme guiado, por iluminar mi camino, por todo lo bueno y malo que he pasado y por permitirme dar un paso más en mi vida.

A nuestra ALMA MATER, la gloriosa Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por dejarme ser partícipe de sus beneficios, por permitirme y darme la oportunidad de concluir satisfactoriamente mis estudios profesionales.

A la empresa BIORGANIX mexicana S.A. de C.V. por haber facilitado el extracto de higuierilla, material principal en esta investigación.

A la M.P. María Alejandra Torres Tapia, por permitirme ser partícipe y dirigirme en este proyecto de investigación, por toda su ayuda y paciencia.

Al Biólogo Sergio Pérez Mata, por sus valiosos consejos y por guiarme dentro de mi formación profesional.

A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

A todos los integrantes del comité evaluador de tesis, por sus comentarios y sugerencias en esta investigación.

A todos, mis amigos y amigas que me han brindado desinteresadamente su valiosa amistad.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE CUADROS	vii
ÍNDICE FIGURAS	viii
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Hipótesis.....	6
REVISION DE LITERATURA.....	7
Generalidades del frijol	7
Origen.....	7
Taxonomía.....	8
Descripción botánica.....	8
Ciclo vegetativo	10
Fenología.....	10
Especies del Frijol.....	11
Agricultura orgánica	12
Bioinsecticidas	14
Bioestimulantes.....	17
Biofertilizantes.....	17
Extractos vegetales.....	18
Higuerilla <i>Ricinus communis</i>	18
Descripción	19
Origen.....	20
Usos.....	21
Actividad biológica en insectos	22
Química	23
Toxicidad	23
Calidad fisiológica de semillas	24
Vigor.....	25

Tratamiento a semillas	26
Tratamientos físicos	27
Tratamientos químicos	27
Tratamientos orgánicos.....	28
MATERIALES Y MÉTODOS	29
Parámetros evaluados	31
Capacidad de germinación	31
Vigor	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
Capacidad de germinación	37
Comparación entre variedades en la capacidad de germinación	39
Comparación entre tratamientos capacidad de germinación	41
Respuesta fisiológica en la variedad Pinto Americano.....	45
Respuesta Fisiológica en la variedad Pinto Saltillo	47
Respuesta fisiológica en la variedad Azufrado	48
Vigor.....	50
Comparación entre variedades en el vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula.....	51
Comparación entre tratamientos en vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula.....	52
Respuesta vigor mediante LMH y LMR en la variedad Pinto Americano	53
Respuesta vigor mediante LMH y LMR en la variedad Pinto Saltillo	55
Respuesta vigor mediante LMH y LMR en la variedad Azufrado	56
CONCLUSIONES.....	58
LITERATURA CITADA.....	59

INDICE DE CUADROS

No.		Pag
CUADRO		
Cuadro 2.1	Moléculas presentes en distintas partes de la higuera	22
Cuadro 2.2	Productos autorizados para tratamiento de semilla de frijol. (CESAVEG, 2012).	27
Cuadro 3.1	Tratamientos a base de extracto de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) aplicados en tres variedades de semillas de frijol.	30
Cuadro 4.1	Cuadros medios y significancia en las variables de la prueba de capacidad de germinación de semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	38
Cuadro 4.2	Comparación de medias entre variedades en la prueba de capacidad de germinación en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	39
Cuadro 4.3	Cuadros Medios y Significancia de las variables Longitud Media del Hipocotilo (LMH) y Longitud Media de Radícula (LMR) en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	51
Cuadro 4.4	Comparación de medias entre variedades en vigor mediante longitud media del hipocotilo y radícula en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	52

ÍNDICE FIGURAS

No.		Pag
FIGURA		
Figura 3.1	Estructura de una plántula normal a los 9 días de la prueba de capacidad de germinación	32
Figura 3.2	Estructura de una plántula anormal a los 9 días después de su siembra en la prueba de capacidad de germinación	32
Figura 3.3	En semillas sin germinar en la prueba de capacidad de germinación no presentan ninguna estructura esencial de plántula.	33
Figura 3.4	Evaluación de longitud media de hipocotilo en plántulas normales a los 9 días después de su siembra	34
Figura 3.5	Evaluación de longitud media de radícula en plántulas normales a los 9 días después de su siembra.	34
Figura 4.1	Respuesta fisiológica (capacidad de germinación) en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	44
Figura 4.2	Respuesta fisiológica (capacidad de germinación) en semilla de frijol variedad Pinto Americano tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	45
Figura 4.3	Respuesta fisiológica (capacidad de germinación) en semilla de frijol variedad Pinto Saltillo tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	48
Figura 4.4	Respuesta fisiológica (capacidad de germinación) en semilla de frijol variedad Azufrado tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013)	49
Figura 4.5	Respuesta de vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013)	53
Figura 4.6	Respuesta de vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en semilla de frijol variedad Pinto Americano tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	54

No.		Pag
FIGURA		
Figura 4.7	Respuesta de vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en semilla de frijol variedad Pinto Saltillo tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	56
Figura 4.8	Respuesta de vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en semilla de frijol variedad Azufrado tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) (2013).	57

RESUMEN

La biotecnología está haciendo uso de los conocimientos y aportaciones generados en el avance científico como la generación de variedades, el uso de tecnología y el aprovechamiento de la biodiversidad, con el propósito de eficientar la producción agrícola, aprovechando los compuestos químicos o metabolitos secundarios generados por el propio metabolismo de algunas especies vegetales, considerándolos como productos orgánicos, la cual puede ser una área de oportunidad para crear nuevas alternativas de solución a tal demanda como es la planta de higuera (*Ricinus communis* L.); por ello el objetivo del presente documento fue determinar el efecto en la respuesta fisiológica de tres variedades de frijol, Pinto americano, Pinto Saltillo y Azufrado, en semilla, utilizando como tratamiento en la semilla un extracto a base de higuera (*Ricinus communis* L.) en diferentes concentraciones; evaluando diferentes parámetros de la calidad para determinar la respuesta fisiológica de las semillas mediante su capacidad de germinación dada en porcentaje de Plántulas Normales, Plántulas Anormales y Semillas sin Germinar y Vigor mediante Longitud Media del Hipocotilo y Longitud Media de Radícula. Los datos obtenidos se analizaron a través de SAS (Versión 9.1), generando un análisis de varianza con arreglo factorial y resultando diferencias altamente significativas en la mayoría de las variables evaluadas; siendo la de mejor respuesta fisiológica del extracto a una concentración de 1.10 g, obteniendo los mayores porcentajes de Plantas Normales en las variedades

estudiadas; y las concentraciones 1.10 y 1.40 g del extracto mostrando una respuesta positiva en el vigor, evidenciando un aumento en las medidas de las variables longitud media de hipocotilo y radícula, Por lo anterior cual se concluye que la utilización del extracto a base de Higuierilla, permite resultados favorables en el tratamiento de semillas de frijol.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L.; *Ricinus communis* L.; extractos orgánicos; calidad en semillas.

Correo: wallas1889@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa importante como complemento alimenticio en la dieta humana, principalmente en Centro y Sudamérica; de él se obtiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, proteína vegetal, fibra, carbohidratos, grasas, minerales como: hierro y fósforo (Duke 1981, Gómez Cruz *et al.*, 1994; Marschner, 1995; CIAT, 1987; FAO, 1999)

La superficie cosechada a nivel mundial, se incrementó de 25 a 27.2 millones de hectáreas en el año 2000. Los países que mayor superficie dedica a producir frijol son: Brasil, India, China, México y Estados Unidos (FAO, 2000). Los estados más productores son Zacatecas con el 41 % de la producción nacional, Durango con 41 %, Chihuahua 8 %, el 10 % en el resto del país. Sobresaliendo el estado de Zacatecas que siembra cerca de 750,000 ha, 50,000 de riego y el resto de temporal; destacando el Municipio Río Grande, con más de 300,000 ha/año, le siguen Fresnillo, Zacatecas y Ojo caliente, considerando que en Fresnillo y Zacatecas se siembra frijol de riego en su mayoría (INIFAP, 2000).

A pesar de ser uno de los estados que mayor superficie de frijol siembra en México, los rendimientos son bajos, debido a factores como: tecnología inadecuada, variedades poco productivas y susceptibles a enfermedades y plagas, entre muchas otras (INIFAP, 1999; ITEMS, 1999; Ortiz. 1998; UNAM 1995). Aunado a ello, el suministro de semilla tiende a ofrecer un producto de inferior

calidad, debido al ataque de enfermedades y plagas, lo que las empresas minimizan estas pérdidas utilizando productos químicos sintéticos repercutiendo en problemas ambientales, toxicidad tanto a semillas como a plántulas y problemas de salud, por trazas en alimentos. La demanda de alimentos en años posteriores será evidente, debido al aumento de la población, el cual demandará el uso de productos que disminuyan considerablemente la contaminación ambiental y que sean efectivas en el control de plagas y enfermedades en el área agrícola.

Sin embargo, la biotecnología está haciendo uso de los conocimientos y aportaciones generados en el avance científico como la generación de variedades, el uso de tecnología y el aprovechamiento de la biodiversidad, con el propósito de eficientar la producción agrícola, aprovechando los compuestos químicos o metabolitos secundarios generados por el propio metabolismo de algunas especies vegetales, considerándolos como productos orgánicos, la cual puede ser una área de oportunidad para crear nuevas alternativas de solución a tal demanda como es la planta de higuera (*Ricinus communis* L.) de la familia de las euforbiáceas por generar compuestos secundarios con efectos biológicos, por tal motivo la empresa Biorganix Mexicana, S. A. de C. V. dedicada a desarrollar productos orgánicos le es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas para la agricultura. Por lo que, el presente trabajo de investigación, se planteó el estudio de un extracto en polvo a base de *Ricinus communis* L. (Guiche), para observar el efecto en la calidad fisiológica en tres variedades de semillas frijol, estableciendo los siguientes objetivos:

Objetivo general

Identificar el efecto en la calidad fisiológica en tres variedades de semillas de frijol tratadas con extracto de higuera (*Ricinus communis* L.) en condiciones de laboratorio.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de aplicación en líquido o polvo del extracto de higuera (*Ricinus communis* L.) en semillas de tres variedades de frijol mediante su capacidad de germinación y vigor en condiciones de laboratorio.

- Evaluar el efecto de diferentes concentraciones del extracto de higuera (*Ricinus communis* L.) en semillas de tres variedades de frijol mediante su capacidad de germinación y vigor en condiciones de laboratorio.

Hipótesis

Al menos una de las aplicaciones así como una de las concentraciones de extracto de higuera (*Ricinus communis* L.) tendrá un efecto diferente en la calidad fisiológica en las semillas de alguna de las variedades de frijol a evaluar, por lo que el extracto de higuera pueda convertirse en una alternativa en el tratamiento a semillas de frijol.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del frijol

Origen

Según Vavilov (1935) y Voysest (1985), se acepta sin controversia alguna el origen americano del frijol (*P. vulgaris* L.). Investigaciones arqueológicas han permitido ubicar restos en diversos sitios de Estados Unidos, México y Perú. A pesar que, como puede verse, en América Latina el frijol ha venido cultivándose desde tiempos ancestrales no se sabe cuándo el frijol escapó de la parcela familiar para convertirse en un cultivo de importancia económica, ni el suceso que motivó su expansión.

La especie *Phaseolus vulgaris* L. fue considerada por Linnaeus (1753), como de origen Asiático, señalando a la India como el posible centro de diversificación debido a la gran variedad de tipos, posteriormente De Candolle (1886), basándose en los escritos griegos sobre el cultivo de la leguminosa “*Phaseolus*”, considero que *Phaseolus vulgaris* L. procedía de Asia Occidental. Poco después, cuando Wittmack encontró en las excavaciones de Ancona, Perú, semillas de *Phaseolus vulgaris* L. Junto con semillas de *Phaseolus lunatus* L. De Candolle modificó su opinión, el sentido de que *Phaseolus vulgaris* L. posiblemente tenía su centro de diversificación en América del Sur. Más tarde Vavilov, de acuerdo con Bucasov (1931), después de haber estudiado numerosas variedades de frijol recolectadas en México, Guatemala, Colombia, Perú, Chile y

Bolivia, dedujo que el área México-Guatemala era el centro de mayor diversificación de la especie *Phaseolus vulgaris* L.

Según Simmonds (1986), las leguminosas como el frijol, son fuentes muy importantes de proteínas y calorías en la dieta de los habitantes de América y África tropical, en donde estas suplen la alimentación en carbohidratos como maíz, yuca y plátano.

Taxonomía

Su nombre científico (*Phaseolus vulgaris*) fue asignado por Linneo en 1753. A continuación se describe su sistemática, de acuerdo a Cronquist (1981).

Reino..... *Plantae*

Subreino*Embryobionta*

División *Magnoliophyta*

Clase*Magnoliopsida*

Subclase*Rosidae*

Orden *Fabales*

Familia*Fabaceae*

Genero*Phaseolus*

Especie*P. vulgaris* L.

Descripción botánica

Raíz

Standley y Steyermark (1946), mencionan que el frijol posee un sistema radicular bien desarrollado, el cual está integrado por una raíz principal y varias secundarias ramificadas en la parte superior cercana a la superficie del suelo.

Tallo

El tallo es delgado, débil, anguloso, de sección cuadrangular, herbáceo y de altura muy variable de acuerdo con la variedad, ésta también está determinada por la forma y posición del tallo.

Hoja

Las hojas están compuestas por tres folíolos con extremos acuminados, enteros ovales y terminados en punta, son acorazados, de consistencia áspera y de bordes lisos, peciolados y con estipulas angostas en la base, las flores están reunidas en racimos cortos, de color blanco, violeta y rosado, con pedúnculos erguidos y algo vellosas.

Flor

Cada pedúnculo lleva, numerosas flores y su número puede ser de treinta o más.

Fruto

Los frutos o vainas son de tamaño variado y pueden medir de 6 a 22 cm, de largo, la textura es variable, dependiendo del tejido fibroso que contenga, la semilla que produce es reniforme, oblonga, oval ó suboval, de peso y de colores muy variados. Las vainas tienen dos valvas que provienen de ovarios comprimidos, dos suturas forman la unión de las valvas, sutura dorsal llamada placentar y la otra denominada ventral. Estas suturas son muy importantes en la dehiscencia, y los óvulos son las futuras semillas que se alternan en la sutura placentar.

Las vainas son generalmente glabras o subglabras, si poseen pelos son muy pequeños, y a veces la epidermis es cerosa.

Ciclo vegetativo

Tanto en su forma en silvestre como cultivados es anual, y el ciclo vegetativo puede variar de 80 días en las variedades precoces hasta 180 días en variedades trepadoras.

Fenología

Se refiere a la sucesión de las diferentes etapas de la planta o de uno de sus órganos, durante su desarrollo o ciclo biológico. La sucesión y duración de las diferentes etapas aunque están determinadas genéticamente en cada variedad se ven afectadas en cierto grado por las condiciones del medio, siendo los factores del clima como temperatura, humedad, duración e intensidad de la luz, los más importantes (Halfacre, 1992).

Emergencia

Cuando más del 50 % de las semillas ha germinado y la plántula se puede ver sobre la superficie del suelo.

Floración

Se denominan así al periodo durante el cual la planta permanece floreado y se obtiene al calcular la diferencia en días entre el fin e inicio de la floración (De la cruz, 1995). Momento en que todas las plantas presentan flores y más del 50 % de éstos muestra una floración abundante. Se considera como el fin de la floración cuando solamente el 10 % de las plantas muestran flores bien desarrolladas (Sánchez, 2002).

Madurez Fisiológica

Ocurre cuando la planta ha completado su ciclo de vida y se puede arrancar o cortar sin consecuencias negativas en la fisiología y peso de la semilla. En frijol

se presenta cuando la planta aún tiene algunas hojas senescentes (envejecidas y amarillentas) y la mayoría de las vainas muestran sus valvas apergaminadas y secas (De la cruz, 1995).

Es frecuente escuchar otros términos como formación de vainas y llenado de vainas. Es difícil precisar el momento en que ocurre cada uno de los fenómenos biológicos señalados, especialmente en las variedades con un periodo de floración amplio, donde ocurre que unas vainas están en formación y otras ya en llenado de grano (Sánchez, 2002).

Duración de las etapas fenológicas

Dependen en primer término de la constitución genética de la variedad y también de los factores del medio ambiente, especialmente de los factores climáticos como temperatura humedad y energía luminosa (FIRA, 2001).

Especies del Frijol

El frijol es una leguminosa que constituye una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, además es abundante en vitaminas del complejo B, como niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, y presenta un alto contenido de fibra. Existen múltiples variedades de frijol que se caracterizan por su tamaño, forma, color y tipo de crecimiento (Halfacre, 1992).

Se considera que en total existen alrededor de 150 especies, aunque en México estas ascienden a 50, destacando las cuatro especies que el hombre ha domesticado, como son: el *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común), *Phaseolus coccineus* L. (frijol ayocote), *Phaseolus lunatus* L. (frijol comba) y *Phaseolus acutifolius* Gray (frijol tepari) (FAO, 2010).

En México se cultivan cerca de 70 variedades que, de acuerdo con la norma, se dividen en: negros, amarillos, rosados, bayos, pintos y más. El frijol y el maíz, forman la cadena alimentaria que genera proteínas fundamentales para que el mexicano esté bien nutrido.

Agricultura orgánica

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) la agricultura orgánica es un sistema de producción sustentable que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas.

Altieri (1999), menciona que La agricultura orgánica es un sistema productivo que propone evitar e incluso excluir totalmente los fertilizantes y pesticidas sintéticos de la producción agrícola. En lo posible, reemplaza las fuentes externas tales como sustancias químicas y combustibles adquiridos comercialmente por recursos que se obtienen dentro del mismo predio o en sus alrededores. Dichos recursos internos incluyen la energía solar y eólica, el control biológico de las plagas, el nitrógeno fijado biológicamente y otros nutrientes que se liberan a partir de la materia orgánica o de las reservas del suelo. Las opciones específicas que fundamentan la agricultura orgánica son la máxima utilización de la rotación de cultivos, rastrojos vegetales, abono animal, leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos externos al predio, cultivo mecanizado, rocas fosfóricas, y aspectos del control biológico de plagas con miras a la mantención de la fertilidad del suelo y su estructura; suministro de nutrientes vegetales y el control de los insectos, malezas y otras plagas.

El primer paso para producir cultivos orgánicos es obtener la certificación. Existen requisitos específicos para certificar como orgánica la producción de la mayoría de los cultivos, animales y actividades. Las reglas para la producción orgánica se relacionan con el período de transición de la finca (tiempo en que debe utilizar métodos de producción orgánicos antes de que pueda certificarse; que es generalmente de 2 a 3 años), selección de semillas y materiales vegetales; el método de mejoramiento de las plantas; el mantenimiento de la fertilidad del suelo empleado y el reciclaje de materias orgánicas; el método de labranza; la conservación del agua; y el control de plagas, enfermedades y malezas.

El cambio a la agricultura orgánica puede ser más fácil y rentable, dependiendo de algunos factores tales como: Si el agricultor utiliza agroquímicos sintéticos de forma intensiva o no, si tiene acceso a mano de obra (la producción orgánica suele requerir más mano de obra), si tiene acceso a fertilizantes orgánicos, insumos permitidos, y si es propietario de su tierra. Uno de los beneficios de adoptar este método productivo es evitar el uso de agroquímicos sintéticos perjudiciales para la salud y el medio ambiente. Adicionalmente los precios más altos y el rápido crecimiento del mercado de productos orgánicos pueden representar una oportunidad para mejorar la calidad de vida y los ingresos de los campesinos. Sin embargo se espera que en un futuro esta diferencia de precio se reduzca debido a un aumento en la producción orgánica de algunos productos. A pesar de esta posibilidad los productos orgánicos certificados son muy reconocidos en la mayoría de los mercados, principalmente

en países desarrollados, por lo que pueden ser preferidos sobre los productos convencionales.

La práctica de la agricultura orgánica en México se remonta a los años ochenta. Aunque relegada a contadas comunidades marginadas en el sur del país, su presencia ha ido aumentando desde entonces. De acuerdo con las cifras reportadas por SIAP, el mayor incremento observado en el volumen de producción fue de 74.3 % pasando de 41.2 mil ton en 2004 a 71.8 mil en 2009. Desde entonces a 2009 la Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) ha sido de 9.7 %. Respecto al valor de la producción, éste siguió la misma tendencia de crecimiento hasta 2006 cuando registró un máximo histórico de 834 millones de pesos.

En México hay 262 zonas de producción orgánica ubicadas en 28 estados de la república, entre los cuales destacan Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran el 82.8% de la superficie orgánica total, los dos primeros aportando el 70%. Actualmente se cultivan en México más de 30 productos orgánicos diferentes, entre los que sobre salen: café, plantas olorosas, hierbas plantas medicinales y hortalizas (jitomate, chile, calabaza, pepino, cebolla, ajo, chícharo, berenjena, melón albahaca, menta, jengibre, entre otras), la manzana, ajonjolí, frijol, garbanzo, la vainilla y el maíz azul, así como otros productos con menor superficie: cacahuete, Jamaica, plátano, aguacate, mango, cacao, caña de azúcar, papaya, piña, litchi, zarzamora, limón, cereza, amaranto, coco y estropajo (Gómez *et al.*, 2003).

Bioinsecticidas

Los bioinsecticidas incluyen organismos entomopatógenos y entomófagos, además de compuestos con actividad insecticida derivados de plantas (aceite

neem, *Chrysanthemum* sp, *Tagetes* sp), metabolitos de actinomicetos (spinosid), y organismos y plantas transgénicas.

De forma general, los organismos entomopatógenos son aquellos que infectan al insecto y se reproducen en él hasta causarle la muerte (hongos, virus, bacterias, protozoarios y nemátodos). Esto último no es necesariamente cierto, ya que en muchas ocasiones el número de organismos que infectan no es suficiente como para ocasionar la muerte del insecto. Esto, que podría considerarse como una desventaja, en realidad no lo es, ya que el insecto vivo continúa dispersando al agente infectivo y provocando la infección de otros insectos en el área. Este fenómeno es conocido como autodiseminación y sus ventajas se han observado principalmente con ciertos baculovirus y protozoarios.

Por otro lado están los entomófagos, es decir, insectos predadores o parasitoides de insectos plaga. Estos compuestos actúan ya sea porque inhiben el crecimiento (afectan el proceso de síntesis de quitina y la larva no puede elaborar la cutícula para pasar a su estado adulto), son abrasivos y causan lesiones en la cutícula, o porque son deshidratantes y afectan la viabilidad de los huevecillos (Patricia *et al.*, 2001).

En muchos países, el empleo de controladores biológicos ha cobrado gran relevancia y se les considera con frecuencia alternativas ideales a los insecticidas (De Barjac, 1987). Se sabe por ejemplo de la capacidad infectiva del hongo *Beauveria bassiana*, del nematodo *Romanomermis culicivorax* (Frederickson, 1993), de la bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* H-14 (Ventosilla *et al.*, 2000) y de la capacidad depredadora del crustáceo *Chlamydoteca* sp. (Torres *et al.*,

2002), entre otros, sobre larvas de anofelinos. Asimismo, los productos naturales de origen vegetal están siendo investigados en cuanto a su actividad como repelentes en mosquitos adultos (Novak, 2000), y como intoxicantes e inhibidores del crecimiento frente a larvas, entre los que se encuentran el extracto de hojas de *Ipomoea carneafistolosa* eficaz en larvas y pupas de *Anopheles gambiae* (OPS, 1999), además de la actividad de *Azadirachta indica* (Alva y Boyer, 2000) y *Lonchocarpus utilis* (Mariños *et al.*, 2000).

En este contexto, las especies del género *Annona*, además de controlar a insectos de importancia agrícola, también son efectivas sobre insectos de importancia médica tales como los mosquitos del género *Anopheles* (Rodríguez, 2000), *Pediculus humanus*, *Pulex irritans*, *Cimex lectularius* (Vásquez, 1944) y *Blattella germanica* (Alali *et al.*, 1998), entre otros. Para esto se emplea diversos extractos orgánicos y no orgánicos de varias partes del vegetal (Jacobson, 1958), cuyos principios activos son considerados inhibidores del crecimiento (Gleye *et al.*, 1997) y con efecto antialimentario comparables en actividad a los mostrados por la isoflavona rotenona (Guadano *et al.*, 2000) e incluso superables en toxicidad a *Azadirachta indica* “nim” (Rodríguez, 2000). Por esta razón, se hace necesario incentivar e incrementar la búsqueda de insecticidas naturales y demostrar así su utilidad en salud pública para aportar mayores experiencias dirigidas al combate de insectos vectores de enfermedades al hombre, debido a su bajo costo, capacidad de biodegradación y como elemento racionalizador en el uso de insecticidas químicos, permitiendo de esta manera replantear nuevas estrategias a través del control selectivo de vectores propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2001).

Bioestimulantes

La habilidad de las plantas para afectar la germinación y el crecimiento de otras plantas ha sido conocida por siglos (Houng *et al.*, 1997). Una tecnología para el aumento de la producción de los cultivos, es la manipulación de su desarrollo por medio de sustancias llamadas biorreguladores o bioestimulantes (Rojas *et al.*, 1993). Weaver (1989), define que los reguladores de crecimiento de las plantas son compuestos orgánicos que, en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal. Es por esto que el desarrollo de bioestimulantes puede contribuir a mejorar la agricultura y la economía de los países en el trópico (Arteca, 1996). La búsqueda de compuestos con actividad biológica provenientes de especies del bosque tropical húmedo, puede ser una fuente potencial para fomentar la conservación de la biodiversidad (Rausser y Small, 2000).

Algunos Extractos vegetales pueden ser utilizados como bioestimulantes capaces de actuar como reguladores de crecimiento en semillas, de forma tal que modifiquen su desarrollo. Al acortar el ciclo vegetativo, se logra obtener una cosecha en menor tiempo, lo cual disminuye los períodos de producción.

Biofertilizantes

Los biofertilizantes son insumos formulados con uno o varios microorganismos, los cuales, de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos.

La utilización de los biofertilizantes en los sistemas agrícolas productivos es una alternativa viable para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible. De esta manera, se han incrementado los esfuerzos para la introducción de

organismos y componentes biorreguladores del suelo y las plantas.

Las sustancias que se originan a partir de la fermentación de la materia orgánica son muy ricas en energía libre, que al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos.

La fermentación puede ocurrir mediante la descomposición de residuos orgánicos en presencia de oxígeno (aerobia) y/o sin presencia de oxígeno (anaerobia); Esta última se origina a partir de la intensa actividad de los microorganismos que transforman los materiales orgánicos y producen vitaminas, ácidos y minerales complejos, indispensables para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta (Acuña, 2008).

Extractos vegetales

Los extractos vegetales han sido un campo poco explorado como alternativa de manejo de insectos a pesar de tener varias ventajas sobre los insecticidas organosintéticos como: a) su uso permite la sostenibilidad de los agroecosistemas (Rodríguez, 1996), b) son fáciles de preparar y aplicar en el campo y c) son compatibles con otros métodos de manejo de plagas (Upasani *et al.*, 2003; Rodríguez, 2005). Para la elaboración de extractos se han utilizado distintas especies de plantas con potencial en el manejo de insectos plaga, como las pertenecientes a la Familia Euphorbiaceae (Rodríguez *et al.*, 1982). Una de las especies reportada como exitosa en el control de plagas es la higuera *Ricinus communis* (Rodríguez, 2004).

Higuera *Ricinus communis*

La higuera (*Ricinus communis* L.) es una planta oleaginosa que presenta capacidad de adaptación y actualmente es cultivada prácticamente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, aunque es típica de regiones semiáridas. Se le conoce con varios nombres, en español: Higuera; tártago; higuera del infierno; ricino; palma de cristo; en inglés: Castor oil plant; castor vean; en alemán: Kervabaum; wunderbaum; cristuspalme; en francés: Grand ricin; palma-christi; en italiano: Ricino.

El cultivo de la higuera se ha extendido en el mundo y su aceite es el único en la naturaleza que es soluble en alcohol, el más denso y viscoso de todos, por eso, tiene un amplio mercado por los múltiples usos en diversas industrias que fomenta (automotriz, farmacéutica, cosmetología, química, fertilizantes, pesticidas, aeronáutica, médica, energética (Mejía, 2000).

Descripción

La higuera, palma cristi o ricino, *R. communis* es una planta anual que se encuentra como arbusto o árbol, llegando a medir de 1 a 12m de altura. Sus hojas son alternas y palmeadas (Aguilar y Zolla, 1982). Su raíz es tipo pivotante. Las flores se encuentran arregladas en panículas o racimos terminales; la masculinas se encuentran abajo y las femeninas en la parte superior de los racimos. Presenta frutos globosos, triloculares y con espinas suaves. Dentro de cada fruto se encuentran 3 semillas casi ovales con una rígida testa rojiza-café. Dependiendo de la variedad, el tamaño de la semilla varía de 0.8 a 2.2 cm de largo y de 0.4 a 1.2 cm de ancho (Frohne y Pfänder, 1983).

Existen distintas variedades: la Al Guaraní, Carmencita roja, Carmencita rosa, Gibsonii, Impala, Mirante, Rosada, Sanguineus, Verde, Zanzibariensis y

Zanzi palm (Aguilar y Zolla, 1982; Anadón y Martínez-Larrañaga, 2004 y Toledo *et al.*, 2006), entre otras. Estas variedades se han obtenido mediante un proceso de selección, potenciando características de interés comercial para la industria (Gilvan *et al.*, 2006), como es el caso de la Variedad Mirante, una de las más utilizadas. Esta variedad es de origen brasileño y ha sido cultivada en distintas regiones de México, principalmente en el estado de Michoacán para la producción de aceite de ricino; ya que produce frutos todo el año, tiene abundante ramificación y mayor número de racimos, mayor contenido de aceite en sus semillas. Además es poco susceptible al ataque por hongos del suelo, requiere poca agua y es fácil la cosecha de frutos, entre otras ventajas (Toledo *et al.*, 2006).

Origen

Aunque su origen aún no se ha determinado, De Souza *et al.*, (2007) afirman que la higuera es originaria de África, India o China (Scarpa y Guerci, 1982). Por su cultivo con fines industriales, crecimiento rápido y su uso como planta ornamental, la higuera presenta una amplia distribución, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Brasil, China India, Rusia y Tailandia son sus principales productores, El área sembrada con higuera en el mundo está alrededor de 1,1 millones de ha, y los tres principales países productores son responsables por cerca del 96% de la producción mundial. En América del Sur, Paraguay es un importante productor de higuera, y es responsable por cerca de 1 % de la producción mundial (Anadón y Martínez-Larrañaga, 2004).

En México la higuera se distribuye en Baja California, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, en forma silvestre, y de manera cultivada en los estados de Oaxaca, Colima y Tamaulipas (Aguilar y Zolla, 1982); En México la FAOSTAT (2012) (The FAO Statistical Database), reporta una superficie estimada de 500 ha de cultivo de esta oleaginosa con una producción de 100 ton de semilla.

Usos

El principal producto de la higuera es el aceite, también llamado aceite de ricino o castor oil en inglés. Este aceite posee características químicas que lo califican como el único de su naturaleza. Está compuesto casi que exclusivamente (90%) de un único ácido graso (ácido ricinoleico) que contiene un radical hidroxilo que lo hace soluble en alcohol a baja temperatura, es muy viscoso y con propiedades físicas especiales (Soares *et al.*, 2005).

Esta planta es una maleza en zonas agrícolas y urbanas, no obstante se ha estudiado por sus propiedades secantes, medicinales y el uso de su aceite en la industria para la elaboración de biocombustible, para la fabricación de pinturas, jabones, cosméticos, barnices, fibras sintéticas, resinas y lubricantes en el área automotriz y aeronáutica (Turner *et al.*, 2004; Conceição *et al.*, 2005). En el área agrícola, la torta o bagazo de la higuera se utiliza como fertilizante orgánico, además de que hojas y semillas son usadas como materia prima para la elaboración de extractos para el control de insectos plaga, roedores, moluscos y fitopatógenos, con resultados exitosos (Cuadra, 1981; Upasani *et al.*, 2003; Rodríguez, 2005).

Actividad biológica en insectos

Los metabolitos secundarios de las plantas tienen diversos mecanismos de acción sobre insectos, los cuales pueden ser a nivel hormonal, reproductivo, neurológico, nutricional o enzimático (Agnihotri, 1999).

En la higuera se han identificado distintas moléculas con actividad insecticida y/o insectistática (De Oliveira *et al.*, 2002; Upasani *et al.*, 2003; Rodríguez, 2005) las cuales se han extraído y evaluado como extractos o de forma aislada para control de insectos plaga de importancia económica. En el Cuadro 2.1, se presentan las moléculas producidas en distintas partes de la higuera.

Cuadro 2.1. Moléculas presentes en distintas partes de la higuera

Molécula	Parte de la planta
Ácido clorogénico	Toda la planta
Ácido elágico	Hoja
Ácido ferulico	Hoja
Ácido linoleico	Semilla
Ácido oleico	Semilla
Beta-Amirina	Hoja
Ácido cianhídrico	Semilla
Isoquersitrina	Hoja
Risina	Semilla
Risinina	Hoja
Rutina	Hoja

Las partes de la higuera más utilizadas para la elaboración de extractos aplicados al control de plagas han sido las semillas y las hojas, aunque en algunas ocasiones se utilizan raíces, bagazo y frutos (Aragón *et al.*, 1995; Ramos, 2006). La toxicidad de los extractos a partir de distintas partes de la higuera, ha sido

comprobada en diferentes especies de insectos plaga pertenecientes a los órdenes *Coleoptera*, *Diptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera* y *Lepidoptera* (Rodríguez, 2004).

Química

Las hojas de la higuera contienen flavonoides, astragalín, hiperosido, el rutinósido y xilopiranósido de camferol, quersetina y sus derivados el glucósido y rutinósido y la rutina, los triterpenos beta-amirina, lupeol y 30-nor-lupan-3-beta-ol-20-ona, beta-sitosterol y estigmasterol, el alcaloide dimetil-, el ácido fórbico y la toxina de origen protéico; ricina, que también se localiza en la semilla. En esta última se encuentra alrededor del 50% en peso de un aceite fijo rico en un triglicérido del ácido ricinolénico, además de esteroides, beta-caroteno y el alcaloide ricinina. En las flores se han detectado dos derivados dihidroxi-metoxilados de la cumarina y los flavonoides hiperósido y rutina. La raíz contiene ácido indol-acético.

Toxicidad

La toxicidad de los diferentes órganos de la higuera, particularmente de las semillas, está bien documentada. La ingestión de las hojas produjo la muerte en ocho de doce reses a una dosis de 20.0 g/Kg. De manera similar el extracto acuoso de las hojas fue tóxico para el perro por vía intraperitoneal, a una dosis de 25.0 g/Kg. y para el ratón y el hombre por vía oral.

Estudios de toxicidad de las semillas en caballo, conejo y puerco, administradas por vía gástrica indicaron que la dosis letal media fue de 1.0 g/Kg.

En patos, la dosis letal media fue de 3 a 4 semillas por animal. Un extracto acuoso de la semilla produjo un efecto embriotóxico en pollos y citotóxico en

células de sarcoma (Yoshida ascites).

El aceite de la semilla y un extracto etanolico-acuoso del tallo, también ejercieron una actividad en cultivo de células de fibroblasto de rata el primero, a una concentración de 1.0% y de células de carcinoma humano 9 Kb (Kilo bases) el segundo, indicando una dosis efectiva media de 120 mcg/mL.

Los diversos reportes de toxicidad de la higuera en el hombre que se encuentran en la literatura, se refieren particularmente al envenenamiento producido por la ingesta equívoca o consciente (por intentos de suicidio) de la semilla o del aceite cuando se ingieren dosis más altas de las que producen el efecto purgante o problemas de tipo alérgico sobre la piel, causando una dermatitis por contacto con la semilla o el aceite.

Los síntomas tóxicos se presentan al ingerir desde diez semillas en adelante para adultos y desde una semilla en niños y consisten en la aparición de vómito y diarrea (a veces sanguinolenta) con dolor abdominal y fiebre, se nubla la vista ocurren calambres en las piernas y se puede presentar colapso respiratorio, con cianosis en las extremidades y en los casos extremos, llegar hasta la muerte (www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Ricinus%20communis&id=7702; consultado: 09/08/2013).

Calidad fisiológica de semillas

No sólo basta que una semilla sea genéticamente idónea, sino además que se encuentre en un estado fisiológico óptimo. La calidad fisiológica de la semilla se valora por los factores siguientes: pureza, poder de generación, valor real, peso específico y facultad germinativa (Pérez, 2008):

- Pureza de una semilla: Es el menor número de semillas de un lote distintas a las que se están valorando. Se mide en tanto por ciento; una semilla de pureza 94 % quiere decir que 6 semillas son extrañas y las 94 restantes puras.

- Poder de germinación: Es el número de semillas que germinan. Se mide en tanto por ciento; una semilla con el 90 % de poder de germinación quiere decir que de cada 100 semillas puestas a germinar, en condiciones normales de germinación, 90 germinan y 10 no lo hacen.

- Valor real: Es el número de semillas que son capaces de germinar teniendo en cuenta la pureza y el poder de germinación. También se mide en tanto por ciento. Si tenemos una semilla con el 94 % de pureza y el 90 % de poder de germinación, su valor real será: $94 \times 90 / 100 = 84,6$; quiere decir que de cada 100 semillas solamente están en condiciones de poder dar lugar a plantas 84,6.

- Peso específico: Es el peso de un volumen determinado de semillas; para una misma especie serán preferible aquellas que tengan mayor peso específico, es decir las que más pesan. Este mismo concepto puede darse en peso por cada mil semillas o número de semillas por gramo.

- Facultad germinativa: Es la posibilidad que la semilla tiene de poder germinar durante un determinado período de tiempo, después de haber sido recolectada, depende de la longevidad de la semilla y de la especie.

Vigor

Es el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla durante la germinación y posterior emergencia de las plántulas. Las semillas con buen comportamiento se determinan semillas de alto

vigor.

El vigor de un lote de semillas es el resultado de la interacción de toda una serie de características de las semillas (Pérez y Pita, 2004):

- Constitución genética.
- Condiciones ambientales y nutricionales a que han estado sometidas la planta madre durante el periodo de formación.
- Grado de madurez.
- Tamaño, peso y densidad.
- Integridad mecánica.
- Grado de deterioro y envejecimiento.
- Contaminación por organismos patógenos.

Tratamiento a semillas

Entre los métodos para prevenir o disminuir la transmisión de patógenos por semilla están los tratamientos, los cuales, según la naturaleza del agente usado se pueden clasificar en físicos, químicos, biológicos y bioquímicos, Los tratamientos de semilla pueden ser usados efectivamente para controlar enfermedades a una escala local, nacional o internacional y se realizan para mejorar la uniformidad de la población del cultivo, cuando se siembra directamente en el campo, destruyendo los microorganismos patógenos llevados en la semilla y evitando que las plántulas se enfermen por la presencia de ciertos microorganismos en el suelo (Maude, 1985).

Actualmente en el mercado existen diversos productos químicos para el tratamiento de semilla de frijol, sin embargo éstos deben ser seleccionados con

base en el resultado del diagnóstico de la semilla en el laboratorio y que estén autorizados para su uso por la COFEPRIS (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Productos autorizados para tratamiento de semilla de frijol. (CESAVEG, 2012).

Ingrediente activo	Dosis
Captan+Metoxicloro	125 a 250 g/100 kg semilla
Quintozeno	125 a 250 g/100 kg semilla
Thiram	125 a 250 g/100 kg semilla
Carboxín+Thiram	125 a 250 ml/100 kg semilla

Tratamientos físicos

Se hace mediante la acción de un agente físico como calor o radiaciones, Una de las primeras medidas físicas de control de fitopatógenos la constituyen los procesos comerciales de limpieza de semillas, que se han desarrollado para dejarlas libres de restos vegetales (Vergara, 1969).

El estudio realizado por Romano *et al.*, (2008), determino que Los ensayos de germinación y de conductividad eléctrica de frijol blanco y negro, permitieron evaluar la viabilidad y el vigor de las fracciones de semillas sometidas a distintos niveles de daño mecánico.

Tratamientos químicos

Los tratamientos químicos pueden ser efectivos contra estados de infección profundos, ya que pueden penetrar el tejido de las semillas y matar patógenos sin causar fitotoxicidad. Muchos compuestos sistémicos tienen esa capacidad (Maude, 1985).

Almándo, *et al.*, (2009), en su estudio de efectividad biológica de un fungicida/insecticida químico encontraron que las semillas de frijol mostraron

índices bajos de mortalidad de *Empoasca krameri*, *Bemisia tabaci* y *Diabrotica balteata*; con las dosis más elevadas no se reflejaron incidencia de plantas afectadas por *Rhizoctonia sp.*, *Macrophomina phaseolina*, *Colletotrichum sp.* y *Alternaria sp.*, por lo que se logró una mayor protección al cultivo, incrementando los rendimientos.

Tratamientos orgánicos

Los agentes biológicos utilizados para el tratamiento de semillas son microorganismos que protegen la semilla y las plantas contra diversos patógenos, de los agentes biológicos de control patentados hasta principios de 1999, 84 % eran bacterias y 16 % hongos. Las bacterias incluían especies de *Streptomyces*, *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Enterobacter*. La mayor parte de estos productos pertenecían a las especies *Pseudomonas* y *Bacillus*. Los productos a base de hongos consistían en varias especies de *Phomopsis*, *Ectomycorrhizae*, *Trichoderma*, *Cladosporium* y *Gliocladium* (Compilado, STEC, FIS, 2000).

Gonzales, A. (2003), en su estudio evaluó diferentes tratamientos desinfectantes sobre semillas seleccionadas visualmente y de destrío de judía (*Phaseolus vulgaris*) tipo granja asturiana con el fin de seleccionar los más eficaces, aplicando antifungicos organicos (tiram, captan, etc.), donde el tiram era el que tenía una acción más importante debido a que redujo significativamente la presencia de *C. lindemuthianum*, pero no elimino *Fusarium sp.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro durante el periodo del mes de Noviembre de 2012 al mes de Marzo del 2013. La Universidad se encuentra ubicada en Buenavista a 7 km de la ciudad de Saltillo, Coahuila. Está situada entre los 100° 50' 57" longitud Oeste y los 25°23'42" latitud Norte del meridiano de Greenwich. Se encuentra a una altitud de 1742 msnm.

Obtención del extracto

El extracto fue proporcionado por la empresa Biorganix Mexicana S.A. de C.V. utilizando técnicas de extracción diseñadas por la empresa.

Material genético

Se evaluaron 3 variedades de frijol: Pinto Americano, Azufrado y Pinto Saltillo, con diferentes niveles de calidad, Pinto Americano (91 %), Azufrado (52 %) y Pinto Saltillo (20 %), con fechas de producción Primavera-Verano 2012, Primavera-Verano 2008, Primavera-Verano 2006 respectivamente, todas sin tratamiento químico, proporcionadas por la Sección de Frijol perteneciente al Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad.

Tratamientos

El extracto de higuera se aplicó en dos condiciones en sólido (polvo) y en líquido (diluido en agua), así como se evaluaron diferentes concentraciones del extracto, partiendo de la dosis recomendada en un tratamiento químico convencional en un lote de producción de semilla básica, identificando los tratamientos como se muestra en el Cuadro 3.1 siguiente.

Cuadro 3.1 Tratamientos a base de extracto de higuera (*Ricinus communis* L.) aplicados en tres variedades de semillas de frijol.

Identificación de tratamiento	Condición	Concentración para 100 semillas	Aplicación/Tiempo
T1	Sólido	1 g/ Kg; (1.40 g)	Directo a semilla
T2	Sólido	0.75 g/ Kg; (1.10 g)	Directo a semilla
T3	Sólido	0.5 g/ Kg; (0.70 g)	Directo a semilla
T4	Sólido	0.25 g/ Kg; (0.40 g)	Directo a semilla
T5	Sólido	Testigo absoluto	-
T6	Líquido	1 g/ L; 1000 ppm (1.40 g)	Imbibición por 4 horas
T7	Líquido	0.75 g/ L; 750 ppm (1.10 g)	Imbibición por 4 horas
T8	Líquido	0.5 g/ L ; 500 ppm (0.70 g)	Imbibición por 4 horas
T9	Líquido	0.25 g/L; 250 ppm (0.40 g)	Imbibición por 4 horas
T10	Líquido	Testigo en agua	Imbibición por 4 horas

Metodología

Cada tratamiento de condición seco o polvo fue aplicado a 75 semillas por variedad contenidas en bolsas pequeñas de polietileno hasta ser completamente cubiertas por el tratamiento; mientras que los de condición líquida, cada uno fue aplicado sumergiendo 75 semillas en 30 ml del tratamiento por 4 horas hasta que la semilla fue imbibida de tratamiento.

Una vez tratada la semilla se procedió a evaluar la respuesta fisiológica de la semilla de cada variedad a través de las pruebas capacidad de germinación evaluando plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinación; vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en condiciones de laboratorio metodología basada en las Internacional Seed Testing Association (ISTA, 2010).

Parámetros evaluados

Capacidad de germinación

Se sembraron 25 semillas entre papel Anchor con tres repeticiones por variedad por tratamiento, en papel previamente humedecido, sembrando y cubriendo con otro a formar un “taco” y llevándolos a una cámara de germinación a 25 ± 1 °C con 8 horas luz y 16 horas oscuridad por 9 días; evaluando el número de Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PA) y Semillas sin Germinar (SSG), conforme al manual de la AOSA (1992), al conteo final que marca la prueba.

Plántulas Normales (PN)

A los nueve días después de la siembra se realizó el conteo de PN, tomando en consideración aquellas que tenían totalmente desarrollado el

hipocótilo y la radícula con un tamaño promedio de tres a cuatro veces el tamaño de la semilla, registrando el valor en porcentaje (Figura 3.1).



Figura 3.1 Estructura de una plántula normal a los 9 días de la prueba de capacidad de germinación

Plántulas Anormales (PA)

Su conteo se realizó a los nueve días después de la siembra tomando en cuenta solo aquellas que no cumplían con los requisitos para ser una plántula normal, que tuviera poco desarrollado o mal formación, registrando el valor en porcentaje (Figura 3.2).



Figura 3.2 Estructura de una plántula anormal a los 9 días después de su siembra en la prueba de capacidad de germinación

Semillas sin Germinar (SSG)

Se evaluó a los nueve días después de la siembra, en donde se consideraron aquellas semillas que no tuvieron la capacidad de germinar y emitir

ninguna estructura esencial, teniendo presencia de hongos y bacterias generalmente como se muestra en la Figura 3.3, registrando el resultado en porcentaje.



Figura 3.3 En semillas sin germinar en la prueba de capacidad de germinación no presentan ninguna estructura esencial de plántula.

Vigor

Longitud media de hipocotilo (LMH)

Se sembraron 25 semillas en papel anchor por tres repeticiones de cada variedad y tratamiento, colocando la semilla con el rafe hacia abajo, sobre una línea central trazada en el papel de germinación; una vez sembradas se cubrió con otro papel húmedo y se llevó a una cámara de germinación por 9 días a 25 ± 1 °C con 8 horas luz y 16 horas oscuridad. Al termino de los días, se identificaron las plántulas normales resultantes y se evaluó su longitud de hipocotilo de cada una de ellas como se muestra en la Figura 3.4, registrando el dato en centímetros y determinado el promedio del total de plántulas por repetición.



Figura 3.4 Evaluación de longitud media de hipocotilo en plántulas normales a los 9 días después de su siembra.

Longitud media de radícula (LMR)

Se determinó en la prueba anterior considerando también las plántulas normales, midiendo la raíz principal así como el número de raíces adventicias y registrando en centímetros, como se muestra en la Figura 3.5, determinado el promedio del total de plántulas por repetición.



Figura 3.5 Evaluación de longitud media de radícula en plántulas normales a los 9 días después de su siembra.

Diseño Experimental y Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) como un factorial en arreglo completamente al azar, ya que el diseño experimental se trabajó bajo el modelo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + T_j + VT_{ij} + EE_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} = Variable observada

μ = Efecto de la media general del experimento

V_i = Efecto de la i-esima variedad

T_j = efecto del j-esimo tratamiento

VT_{ij} = Efecto de la interacción de la i-esima variedad con el j-ésimo tratamiento

EE_{ijk} = Error experimental.

Comparación de medias

Se utilizó la prueba de la diferencia mínima significativa, la cual según Steel y Torrie (2010), se calcula mediante:

$$DMS = (t_{\alpha/2, g. l. EE}) (\sqrt{2 CMEE/r})$$

Dónde:

CMEE = Cuadro medio de error

r = Numero de observaciones usadas para calcular un valor medio.

α = Nivel de significancia

g.l.EE. = Grados de libertad del error experimental.

T= Valor tabular que se usa en la prueba, con los grados de libertad del error y el nivel de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para comprobar la hipótesis y cumplir los objetivos planteados en este trabajo de investigación; este capítulo incluye todos los resultados y discusión del análisis de varianza (ANVA) factorial de las diferentes variables evaluadas. Con la finalidad de evaluar la calidad fisiológica entre las variedades debido a la aplicación de tratamientos, habiendo medido los siguientes parámetros y variables:

Capacidad de germinación

En el análisis estadístico resultante para la variable Plántulas Normales (PN), mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre las variedades, tratamientos y su interacción variedad por tratamientos, indicando que al menos una variedad obtuvo una respuesta en la germinación diferente al resto, y que un tratamiento mostro un efecto diferente a los demás tratamientos aplicados, así mismo una variedad reflejo una diferencia en un tratamiento diferente entre los estudiados; teniendo un Coeficiente de Variación (CV) de 18.6 %, como se muestra en el Cuadro 4.1

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia en las variables de la prueba de capacidad de germinación de semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuerrilla (*Ricinus communis* L.) (2013)

Fuente de variación	Grados de libertad	Plántulas normales	Plántulas anormales	Semillas sin germinar
Variedad	2	22838.04**	2906.31**	32419.37**
Tratamiento	9	802.39**	77.11NS	991.2**
Var x Trat	18	360.02**	205.47**	742.73**
Error exp.	60	72.18	53.51	84.62
% C.V.		18.6	49.27	23.25

% C.V.= Porcentaje de coeficiente de variación ** = diferencias altamente significativas (p= 0.01) NS = no hay diferencia significativa entre tratamientos * = diferencias significativas (p=0,05).

Según en el Cuadro 4.1 anterior, la variable Plántulas Anormales (PA) reflejo diferencias altamente significativas entre las variedades estudiadas y en la interacción variedad por tratamientos, donde al menos una de las variedades mostró un resultado diferente a las dos restantes, así mismo el obtener una respuesta diferente en alguno o algunos de los tratamientos aplicados; mientras que entre los tratamientos estudiados no existió diferencia alguna, marcando que la respuesta entre los tratamientos estadísticamente fue igual en esta variable, teniendo un CV de 53.5 % debido posiblemente a que en la prueba se obtuvieron valores de cero por ciento en alguno de los tratamientos.

En el análisis de varianza con respecto a la variable Semillas sin Germinar (SSG) mostrado en el mismo Cuadro 4.1, reflejo un nivel de altamente significativo en todos las fuentes de variación, marcando que al menos una variedad tuvo una respuesta al aplicar el extracto de guiche en alguno de los tratamientos, obteniendo resultados diferentes en las SSG cuando se combinó una de las variedades en específico, teniendo un CV de 23.25 %, siendo alto debido a la obtención de porcentajes de cero en algunos de ellos.

Comparación entre variedades en la capacidad de germinación

Una vez dados los resultados del ANVA, se realizó una prueba de comparación de medias entre las variedades evaluadas, obteniendo tres grupos estadísticos, sobresaliendo la variedad Pinto Americano quien mostró la mejor respuesta de germinación con 76.4 % de PN; seguido del Azufrado 37.5 % y por último la variedad Pinto Saltillo 23.1 %, como se muestra en el Cuadro 4.2; este comportamiento de las variedades era de esperarse debido a la condición de calidad inicial de cada uno de los materiales genéticos, ya que Pinto Americano contaba con una calidad de germinación de 91 %, seguido de Azufrado con 52 % y con menor calidad Pinto Saltillo con 20 %, el tener los materiales de esta variación en la calidad era para ver el efecto de pudiera tener el extracto en las diferentes calidades en una especie.

Cuadro 4.2 Comparación de medias entre variedades en la prueba de capacidad de germinación en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (*Ricinus communis* L.) (2013).

Variedad	Plántulas Normales* (%)	Plántulas Anormales* (%)	Semillas sin Germinar* (%)
Pinto Americano	76.4 A	16.5 B	7.6 C
Pinto Saltillo	23.1 C	4.3 C	72.8 A
Azufrado	37.5 B	23.7 A	38.8 B

*= Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

En la variable PA se encontraron nuevamente tres grupos estadísticos, marcando a Pinto Saltillo con el mejor comportamiento por obtener menor porcentaje promedio de anormalidades con 4.3 %, seguido de Pinto Americano con 16.5 % como segundo grupo estadístico y con el mayor valor de

anormalidades la variedad Azufrado 23.7 % como se observa en el Cuadro 4.2; este comportamiento entre las variedades, se logró detectar sobretodo en la variedad Pinto Americano por ser mayormente afectada en la aplicación de los diferentes tratamientos que como ya se ha mencionado fue la que inicialmente tenía mayor calidad, sin embargo la variedad Azufrado, también sufrió una gran efecto negativo por los tratamientos, esto es posiblemente por su grado de deterioro con que ya contaba; según Delouche, (1976) el deterioro de semillas puede ser visto como un complejo de cambios que ocurren con el pasar del tiempo, causando perjuicios a sistemas y funciones vitales, resultando en la disminución en el grado de la capacidad de desempeño de la semilla. El deterioro empieza después que la semilla alcanza la maduración fisiológica y continua hasta perder su capacidad de germinar. La duración del proceso de deterioro es determinada principalmente por la interacción entre herencia genética, su contenido de humedad y la temperatura.

Otro factor determinante del deterioro de la semilla es el daño mecánico, el que puede ser inducido de manera artificial durante la cosecha, en el acondicionamiento y también en el transcurso de las operaciones que se realizan para la siembra (Tekrony, 2003); Estudios llevados a cabo con semillas de frijol de alto y bajo vigor (Vieira, 1966) mostraron aumentos en la presencia de plántulas con anormalidades, atribuyendo que la presencia de plántulas anormales es un indicador de baja calidad de las semillas.

Según Chan y Moreno (1992), la expresión de la calidad fisiológica de las semillas de diversas especies depende fundamentalmente de su tamaño; observando que el desarrollo inicial está gobernado por la cantidad de reservas,

tamaño del embrión, cantidad de proteína y eficiencia de los sistemas enzimáticos que le confieren mayor velocidad de crecimiento.

Con respecto a la variable SSG, se obtuvieron tres grupos estadísticos, donde la variedad con menor porcentaje promedio de semillas sin germinar fue Pinto Americano con 7.6 %, seguida de la variedad Azufrado con 38.8 %, y por último y el más afectado fue la variedad Pinto Saltillo con 72.8 %, lo cual indica que fue mayormente afectada por los tratamientos (Cuadro 4.2).

Trawatha *et al.*, (1995) señaló que durante el deterioro de la semilla de frijol el vigor es el primer componente de la calidad de la semilla que se pierde, seguido por disminuciones en la capacidad de germinación y en la viabilidad.

Filho y Avancine (1983) demostraron que la calidad fisiológica se incrementó con la clasificación de la semilla de frijol común basada en el grosor, por lo que los valores más bajos para esta característica (grosor) se asociaron a una reducción del vigor y emergencia.

Delouche y Baskin (1973) realizaron Estudios enfocados a los efectos de la calidad de la semilla sobre varias fases del desarrollo y la producción de plantas de soya provenientes de semillas sometidas a envejecimiento acelerado, mostraron que el deterioro afecta variables como la germinación, la población inicial, la altura de la planta, el área foliar, la acumulación de materia seca y la productividad.

Comparación entre tratamientos capacidad de germinación

Para la prueba de comparación de medias entre tratamientos, se obtuvieron cinco grupos estadísticos en la variable PN, resultando en el primer grupo estadístico T2, T5, T7 y T8, sobresaliendo T2 (concentración de 1.10 g de extracto

aplicado directamente a la semilla) quien obtuvo el mayor valor con 59.1 %, seguido por el testigo absoluto (T5) con 55.6 %, así mismo T7 (concentración de 1.10 g de extracto en líquido) obteniendo 53.8 % y T8 (concentración de 0.70 g de extracto en líquido), como se muestra en la Figura 4.1; esto muestra que la aplicación del extracto guiche a una misma concentración presenta el mismo efecto en las dos condiciones sólido y líquido en la aplicación en semilla y su efecto es estadísticamente igual que el testigo absoluto, sin embargo numéricamente resalta con más de un 5 % al aplicar el extracto a 1.10 g en seco; por lo que los tratamientos T5, T7 y T8 mencionados también formaron parte del siguiente grupo estadístico junto con el T1, así como el T8 y T1 quienes formaron parte del tercer grupo aunado el tratamiento T6 así sucesivamente como se observa en la Figura 4.1 mencionada.

Es de observar que las condiciones de aplicación sólido y líquido a la concentración 0.40 g de guiche (T4 y T9) tuvieron un similar efecto junto con el testigo en agua (T10), por mostrar una pobre respuesta de germinación al igual que T3 formando el último grupo estadístico; Eyheraguibel *et al.* (2008), en sus estudios en maíz, reportan efectos positivos de lixiviado de lombriz en la germinación de las semillas, formación y crecimiento de las raíces, crecimiento del tallo y hojas y almacenamiento de macro nutrientes, como el potasio, calcio y fósforo y micro nutrientes como el hierro y manganeso.

SYNGENTA (2005), menciona que la aplicación extractos vegetales a semillas de frijol tienen bondades favorables en el sistema una vez que emerge la plántula lo cual le permite brindar una mayor protección en su desarrollo.

Para la variable PA como se refleja en la Figura 4.1 se obtuvieron tres grupos estadísticos en el cual el T1, T2, T3, T4, T5, T6, T8 y T10 resultaron favorables siendo el último grupo estadístico, en donde el T4 (0.40 g condición sólida) mostró el 10.2 % al cual se le atribuye el menor número de individuos vegetales anormales (PA), seguido por el T8 (concentración de 0.70 g de extracto en líquido) con el 12 % de PA mientras que el testigo (T5) aplicación sólida resulto con 13.3 % siendo superado por el T3 (0.70 g aplicación directa) con 14.2 % siendo este resultado estadísticamente igual para el T6 (1.40 g aplicación líquida) seguidos por el T10 (testigo condición líquida) con 14.7 % así mismo el T2 (concentración de 1.10 g de extracto aplicado directamente a la semilla) quien resulto con un valor estadístico de 15.6 %, obteniendo el T1 (concentración 1.40 g aplicación directa) el mayor número de PA en este grupo estadístico con 16 %; por lo que el T1, T2, T3, T6, también resultaron en el primer grupo estadístico junto con el T7, T9 y T10 siendo los tratamientos con mayor presencia de anomalías, por lo cual se refleja que la concentración a 0.40 g de extracto de guiche se presenta la menor incidencia de PA.

Asimismo para la variable semillas sin germinar (SSG) se obtuvieron cuatro grupos estadísticos en los cuales el T2, T5 y T7 se posicionaron en el último grupo, siendo los tratamientos con menor presencia en donde el T2 (concentración de 1.10 g aplicación directa a la semilla) y el T7 (1.10 g aplicado de manera líquida) reflejaron valores estadísticos iguales con 25.3 % siendo los menores para esta variable, superados por el testigo (T5 aplicación directa) con 32.9 %, siendo el T3, T4 y T10 los que resultaron en el primer grupo estadístico atribuyéndose al T4 (concentración 0.40 g aplicación directa) la mayor presencia de SSG con

52.9 % seguido por el testigo en liquido (T10) y el T3 (0.70 g aplicación directa) quienes obtuvieron igual valor estadístico con 52.4 %; como se muestra en la Figura 4.1; reflejando que a una concentración 0.10 g refleja resultados similares en las dos condiciones de aplicación; a lo cual los mayores resultados estadísticos obtenidos por el T3, T4 y T10 se debió al ahogamiento de la semilla.

Yaisys *et al.*, (2007), mencionan que los extractos vegetales de boniato (*Ipomoea batata*, L.), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y girasol (*Helianthus annus*), causan efectos negativos en la germinación y sobrevivencia del frijol común; afectando también desfavorablemente la longitud del tallo de frijol siendo la concentración de 10 % la que alcanzo mayor afectación en los extractos de maíz, mientras que la concentración de 20 % lo hizo en los extractos de frijol y boniato, y para el girasol osciló entre 15-20 %.

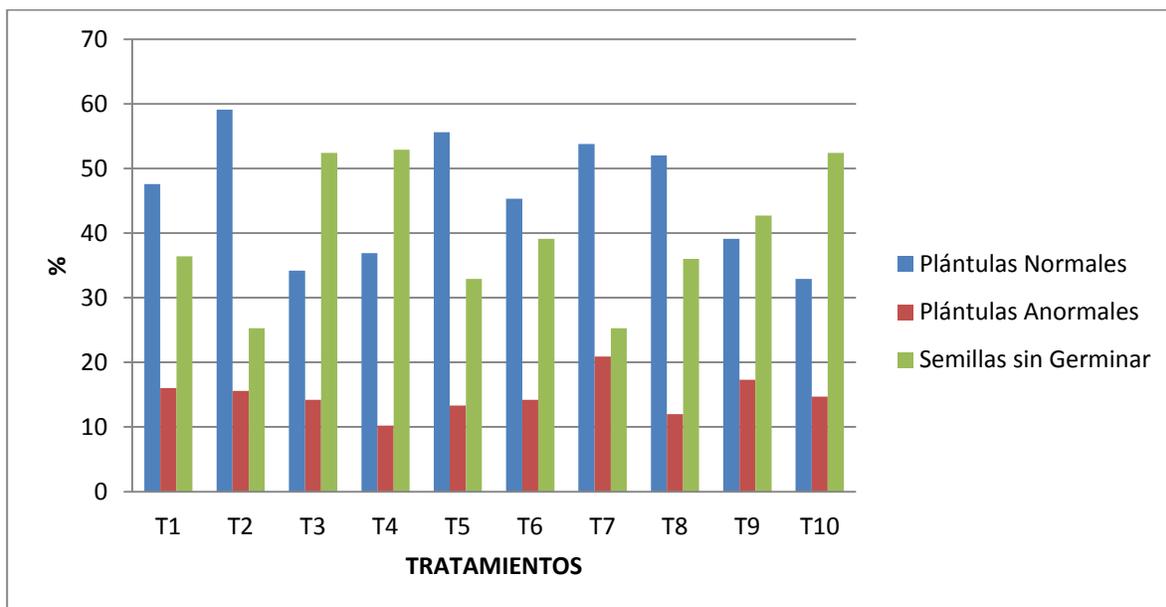


Figura 4.1 Respuesta fisiológica (capacidad de germinación) en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuerilla (*Ricinus communis* L.) (2013).

Respuesta fisiológica en la variedad Pinto Americano

En la interacción variedad por tratamiento en la variable PN, los tratamientos T1, T2, T5, T6 y T8 tuvieron una respuesta de germinación por arriba del 80 % como se observa en la Figura 4.2, sobresaliendo el testigo absoluto (T5) quien mostró el mayor valor con 90.7 % seguido por el T2 (1.10 g en condición sólida) el cual obtuvo el 90.6 %, lo que quiere decir que la variedad en mención muestra el mayor promedio de PN sin necesidad de aplicación de extracto a base de higuierilla.

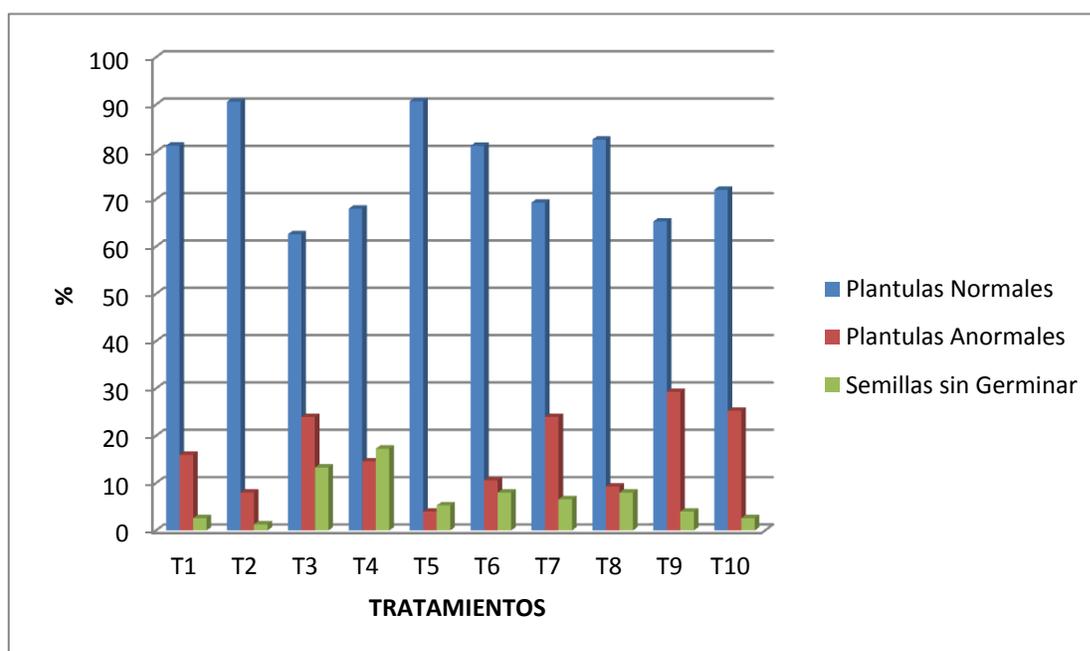


Figura 4.2. Respuesta fisiológica (capacidad de germinación) en semilla de frijol variedad Pinto Americano tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (*Ricinus communis* L.) (2013).

Así mismo en la misma Figura 4.2, muestra que los T3, T4, T7, T9 y T10 resultaron con valores por debajo del 72 % dado por este último, y teniendo con el más bajo valor a T3 con 62.6 %, indicando que para esta variedad la

concentración de 0.70 g de extracto de guiche es la menos apta en su aplicación pero cabe mencionar que se obtienen valores por arriba de 50 % de germinación.

En la variable PA también indicada en la Figura 4.2, el T5 (Testigo condición sólida) se mostró mejor presentando un promedio de 4 %; seguido por el T2 (1.10 g condición solida) con 8 % ambos mostraron el menor número de plántulas anormales, obteniendo el T1, T3, T4, T6, T7, T8 y T9 el mayor promedio de anormalidades fue dado por este último con 29.3 % a una concentración de 0.40 g condición líquida.

Mientras que en la variable SSG el T2 (1.10 g condición sólida) reflejó el 1.3 % seguido por el T1 (1.40 g condición sólida) con 2.6 %, siendo mejores que el testigo (T5) el cual resultó en un promedio de 5.3 % de SSG; durante los resultados obtenidos en las aplicaciones del extracto de guiche de manera sólida las concentraciones mayores resultaron favorables obteniendo el menor número de SSG, mientras que la aplicación en líquido el T10 (Testigo) se mostró mejor con 2.6 % entre los tratamientos con la misma condición de aplicación, como se muestra en la Figura 4.2.

En la investigación sobre plántulas de tomate que realizó Santiago (2003), encontró que el uso de extractos orgánicos presentan efectos progresivos en el crecimiento y elongación de las plántulas; por otro lado la calidad fisiológica de la semilla incide en la emergencia por lo cual se ha encontrado que la baja calidad de la semilla de frijol puede afectar hasta el 10 % en la emergencia (Aguirre, 1990); cabe recalcar que para esta variedad se mantuvieron valores por arriba del 50 % de germinación, siendo la variedad que mostró los menores índices de SSG.

Respuesta Fisiológica en la variedad Pinto Saltillo

Durante la interacción Variedad por Tratamiento para la variable PN el promedio de germinación para todos los tratamientos fue inferior al 50 % mostrándose mayor entre ellos el T7 (1.10 g condición líquida) con 36.6 % de PN, mientras que los T1, T4, T5, T6, y T10 resultaron inferiores a 24 % mientras que el T6 (1.40 g) aplicado en la misma condición, obtuvo el porcentaje más bajo de PN (5.3%) dejando en evidencia que para esta variedad a menor concentración da lugar al incremento en la germinación de PN; en tanto para la variable PA el T1 (1.40 g, condición sólida) y el T6 (1.40 g, condición líquida), mostraron el menor promedio siendo similares (1.3 %) junto con el Testigo (T10 0 g) condición líquida, por lo cual se observó que no afecta los resultados de la concentración en el tipo de aplicación (sólida o líquida), mientras que para la variable SSG todos los tratamientos rebasaron el 50 %, siendo superior entre ellos el T6 (1.40 g, condición líquida) con la mayor cantidad de SSG mostrando un promedio de 93.3 % seguido por el T10 (Testigo) que mostró 88 % con la misma condición de aplicación por otra parte el T7 (1.10 g, aplicado en condición líquida) se mostró favorable debido a que obtuvo el menor porcentaje con 59.3 % de SSG seguido del T9 (0.40 g, condición líquida) con un promedio de 65.3 % como se observa en la Figura 4.3; cabe mencionar que esta variedad fue la que obtuvo la mayor incidencia en SSG estos resultados concuerdan a los obtenidos por Larrea (2003) al evaluar el efecto de extractos acuosos preparados con hojas de *Triplaris americana* (*Polygonaceae*) en la germinación de semillas de una especie nativa de cacao (*Theobroma cacao*; *Sterculiaceae*) y una especie exótica, el frijol (*Phaseolus vulgaris*; *Fabaceae*); donde encontró que El extracto acuoso no inhibió

la germinación de las semillas de *T. cacao*, sin embargo inhibieron en un 43% la germinación de las semillas de *P. vulgaris*.

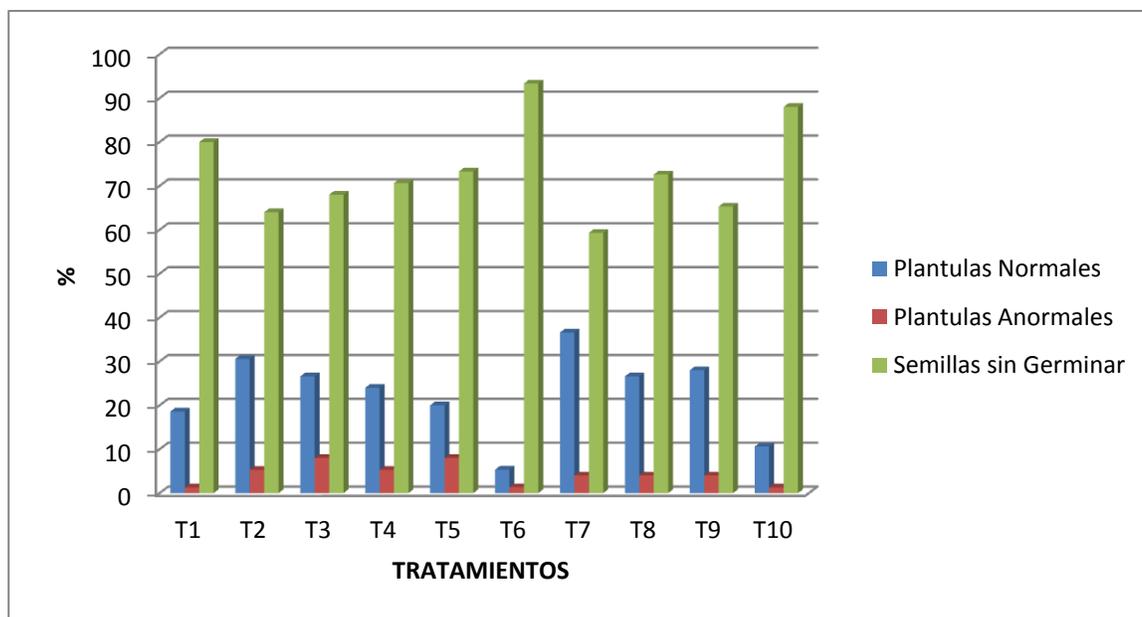


Figura 4.3. Respuesta fisiológica (capacidad de germinación) en semilla de frijol variedad Pinto Saltillo tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (*Ricinus communis* L.) (2013).

Respuesta fisiológica en la variedad Azufrado

Los resultados encontrados en esta variedad para la variable PN mostraron que T2, T5 y T7 tuvieron un promedio de germinación por arriba del 50 % siendo mayor entre ellos el T2 (1.10 g, condición sólida) reflejando un resultado de 56 %, lo cual indica que esta concentración es más apta para esta variedad superando al T5 (Testigo condición sólida), quien obtuvo un promedio de 52 % similar al T7 (1.10 g, con aplicación húmeda).

Mientras que en la variable PA, T3 (0.70 g) y T4 (0.40 g) ambos con aplicación directa a la semilla mostraron el menor promedio con 10.6 %, seguido del T10 (testigo condición húmeda) quien reflejó un resultado de 17.3 % siendo

este último quien obtuvo el promedio más apto entre los tratamientos con la misma condición de aplicación como se muestra en la Figura 4.4.

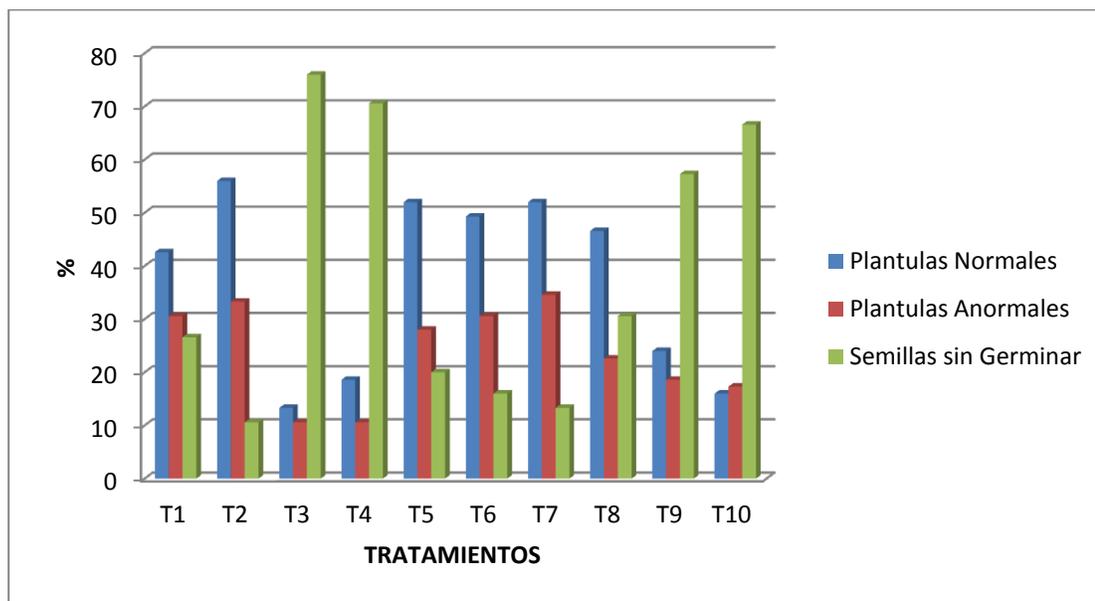


Figura 4.4. Respuesta fisiológica (capacidad de germinación) en semilla de frijol variedad Azufrado tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuerilla (*Ricinus communis* L.) (2013).

En respuesta del porcentaje de SSG en esta variedad, el tratamiento que se reflejó con menor porcentaje fue T2 (1.10 g, condición sólida) quien obtuvo un promedio de germinación de 10.6 % seguido de T7 (1.10 g, aplicación en húmedo) con 13.3 %, marcando que dicha concentración muestra los resultados más aptos y no influye el tipo de aplicación; mientras que los tratamientos menos favorables fueron los T3 y T4 con aplicación directa a la semilla, debido a que se mostraron por arriba del 70 %, mientras que entre los tratamientos con aplicación húmeda el testigo se mostró superior obteniendo un 66.6 % de SSG seguido por el T9 (0.40 g) con 57.3 % (Figura 4.4).

Los resultados en la calidad fisiológica fueron variantes como los obtenidos por Gámez *et al.*, (2002) quienes trataron las especies: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays* y *Sorghum vulgare* con extractos acuosos de tallo y hoja de *Sorghum*

halepense y *Cynodon dactylon* al 10 y 20 %, donde obtuvieron que los extractos de *S. halepense* afectaron la germinación de sorgo y maíz, mientras que en frijol se observa una ligera estimulación. Por otra parte el tratamiento de Hoja de *C. dactylon* al 10 %, presentó una alta estimulación en la germinación y crecimiento para las semillas de sorgo, frijol y maíz, ya que incrementó en promedio hasta un 90% el porcentaje de germinación en comparación con el testigo, este tratamiento también estimuló el crecimiento radicular del maíz.

Vigor

Los resultados del análisis de varianza en la variable Longitud Media del Hipocotilo (LMH) entre las variedades estudiadas, reflejaron diferencia estadísticas altamente significativas ($p \leq 0.01$), así como en la interacción variedad por tratamientos obteniendo un resultado estadísticamente significativo ($p < 0,05$), con un C.V. de 15.03 %; marcando que al menos una variedad obtuvo mayor respuesta de las dos restantes, mientras que entre los tratamientos no se encontraron diferencias significativas debido a que hubo una respuesta estadística homogénea.

Mientras que en la variable Longitud Media de Radícula (LMR), el análisis estadístico obtuvo un resultado altamente significativo en todas las fuentes de variación ($p \leq 0.01$), con un C.V. de 13.97 % mostrando resultados estadísticos favorables en el crecimiento de raíces como se muestra en el Cuadro 4.3; coincidiendo con Thirumaran *et al.* (2009) que al aplicar extracto de *Roseningea intricata* en semillas de Okra (*Abelmoschus esculentus*); con Kalaivanan y Venkatesalu (2012) quienes aplicaron extracto de *Sargassum myriocystum* en alubias (*Vigna mungo*) ambos trabajos de investigación observaron resultados

significativos de crecimiento vegetativo, número de raíces, contenido de clorofila y biomasa de las plantas.

Cuadro 4.3 Cuadrados Medios y Significancia de las variables Longitud Media del Hipocotilo (LMH) y Longitud Media de Radícula (LMR) en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuierilla (*Ricinus communis* L.) (2013)

Fuente de variación	Longitud media del Hipocotilo	Longitud Media de Radícula
Variedad	166.98**	130.21**
Tratamiento	16.63NS	51.26**
Variedad x tratamiento	6.27*	17.46**
Error Exp.	3.59	4.04
% C.V.	15.03	13.97

% C.V.= Porcentaje de coeficiente de variación ** = diferencias altamente significativas ($p= 0.01$) NS = no hay diferencia significativa entre tratamientos * = diferencias significativas ($p=0,05$).

Comparación entre variedades en el vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula.

En la prueba de comparación de medias resultante entre variedades se obtuvieron dos grupos estadísticos, donde la variedad Pinto Saltillo obtuvo la mayor LMH con un promedio de 14.3 cm, seguida de la variedad Pinto Americano con 13.91 cm, mientras que la variedad Azufrado obtuvo la menor longitud con un 9.89 cm.

En el caso de la variable LMR, se encontraron tres grupos estadísticos en donde la variedad Pinto Americano resultó superior en el valor entre las variedades estudiadas con una longitud de raíz de 16.34 cm, seguida de la variedad Pinto Saltillo con un resultado de 14.65 cm y por último en Azufrado quien obtuvo un promedio de 12.19 cm como se muestra en el Cuadro 4.4; esto demuestra que al menos un tratamiento con extracto de higuierilla influye en el la medida de las

raíces; Hernández *et al.*, (2012), al aplicar extractos de algas en semillas de tomate encontró que mejoró el crecimiento de raíz y tallo; Teckrony y Egli (1991), mencionan que el vigor de las plántulas es observado en el campo abierto por la habilidad de las semillas en emerger y crecer rápida y vigorosamente, es un factor que puede influenciar la productividad de los cultivos.

Cuadro 4.4. Comparación de medias entre variedades en vigor mediante longitud media del hipocotilo y radícula en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (*Ricinus communis* L.) (2013).

Variedad	Longitud media de hipocotilo* (cm)	Longitud media de radícula* (cm)
Pinto americano	13.91 A	16.34 A
Pinto saltillo	14.3 A	14.65 B
Azufrado	9.89 B	12.19 C

*= Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Comparación entre tratamientos en vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula.

En la prueba de comparación de medias entre tratamientos en la variable LMH, se obtuvieron cinco grupos estadísticos, donde los T1, T2, T5, T6 y T7 resultaron en el primer grupo sobresaliendo entre ellos el T6 (1.40 g) de extracto aplicado mediante imbibición quien obtuvo la mayor longitud de emergencia con 15 cm, seguido del T2 (1.10 g) aplicado directamente con 13.6 cm de raíz como se muestra en la Figura 4.5; cabe mencionar que el T6 también apareció en el cuarto grupo estadístico y el T2 tuvo presencia en el segundo grupo; esto demuestra que a mayor concentración del extracto en ambas aplicaciones da lugar al incremento del diámetro del hipocotilo.

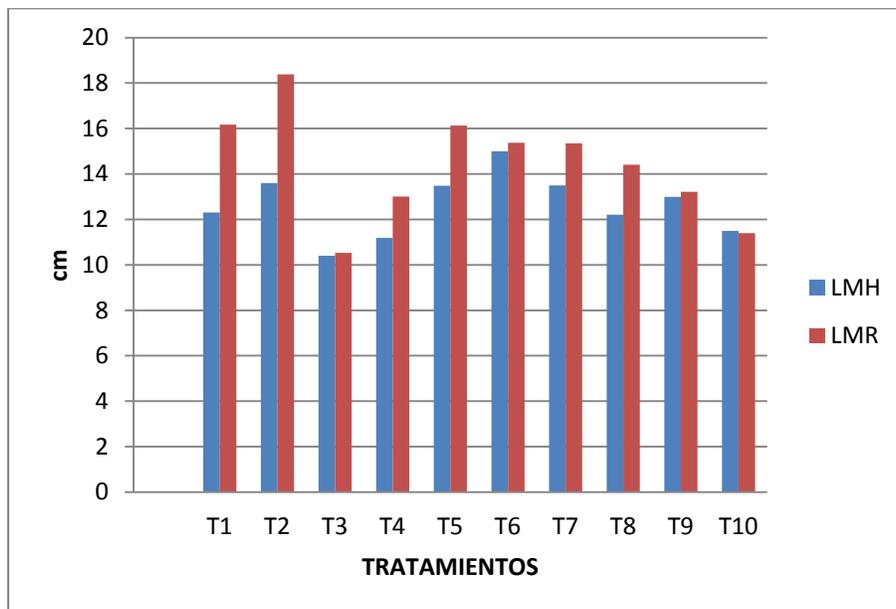


Figura 4.5. Respuesta de vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en semilla de frijol tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (*Ricinus communis* L.) (2013).

Con respecto a la LMR que se muestra en la Figura 4.5 anterior, nuevamente se obtuvieron cinco grupos estadísticos mostrándose superior entre todos los tratamientos el T2 (1.10 g) de extracto directo a la semilla, con un promedio de 18.4 cm siendo el único tratamiento resultante en el primer grupo estadístico; mientras que los T3 (0.70) y T10 (testigo en húmedo) los que resultaron en el último grupo estadístico. Estos resultados coinciden con Laura (2014) que al aplicar extracto de *Ulva nematoidea*, *Macrocystis pyrifera*, *Lessonia trabeculata* y *Chondracanthus chamissoi* en cotiledones de pepino (*Cucumis sativus* L.), encontraron que en las concentraciones 2.5 y 10 % mostraron los mejores resultados en respecto al desarrollo de las raíces.

Respuesta vigor mediante LMH y LMR en la variedad Pinto Americano

En la interacción variedad por tratamiento en la variable LMH, el T6 (1.40 g, condición líquida), mostró una mayor longitud con 17 cm, seguido por el T2 (1.10

g) de extracto de guiche aplicado directamente a la semilla quien obtuvo un promedio de 15 cm de longitud; se puede mencionar que en los dos tipos de aplicación (sólida y líquida) las concentraciones mayores fueron las más favorables en esta variable; sobresaliendo T2 (1.10 g, condición sólida) con una LMR de 19.1 cm, seguido de T4 (1.40 g de extracto aplicado en la misma condición) con un promedio de 17.7 cm, así mismo los T1, T7, y T8 reflejaron resultados similares con 17.5 cm, como se muestra en la Figura 4.6; resultados similares a los obtenidos por Marquez y De la Rosa., (2006) al aplicar extractos acuosos de *Justicia secunda* Vahl sobre las semillas de *Phaseolus vulgaris* teniendo un incremento en el desarrollo de raíces y tallos, a una concentración de 1 %.

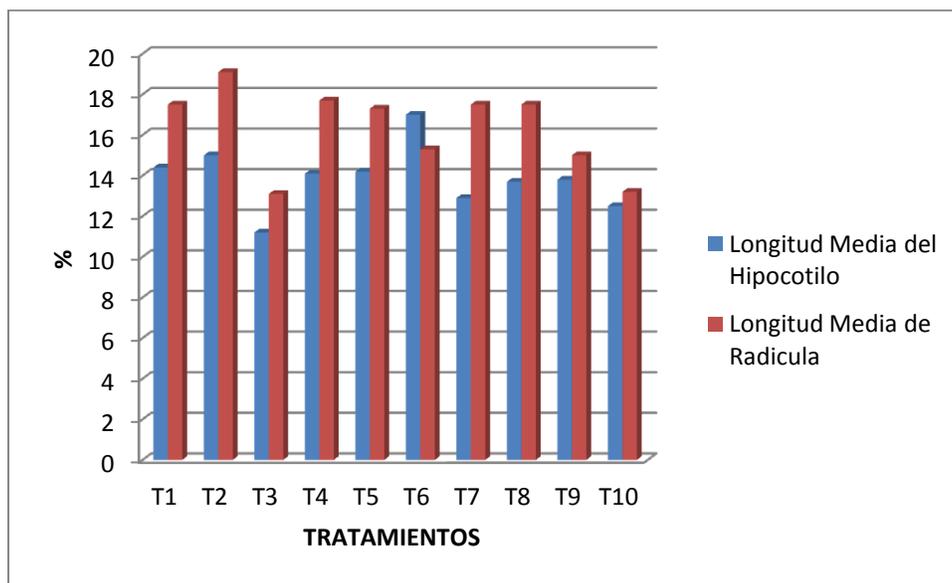


Figura 4.6. Respuesta de vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en semilla de frijol variedad Pinto Americano tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (*Ricinus communis* L.) (2013).

Respuesta vigor mediante LMH y LMR en la variedad Pinto Saltillo

En la interacción variedad Pinto Saltillo por tratamiento en esta variedad, los resultados reflejaron que el T7 (1.10 g, condición líquida), obtuvo el mayor promedio con 17.1 cm, seguido del T6 (1.40 g) en la misma condición de aplicación con un promedio de 16.2 cm de longitud.

En tanto para la variable LMR, el T2 (1.10 g en aplicación directa), resultó superior entre los tratamientos con una longitud de 18.6 cm seguido del T1 (1.40 g, aplicado directamente) quien obtuvo 17.4 cm, en ambos tratamientos superaron al testigo, lo cual puede indicar que la aplicación del extracto en seco posiblemente puede promover la división celular aumentando la longitud del hipocotilo, y así mismo la de raíz como se muestra en la Figura 4.7; coincidiendo con Carlos y Villalobos (2005), que en un ensayo de germinación en semillas de maíz, evaluaron el efecto de extractos de hojas de *Bolbitis nicotianifolia*, *Terminalia amazonia*, y raíz de *Chrysobalanus icaco*, en una concentración de 100 µL, observando que favorecieron y se relacionaron entre sí en el incremento de las variables Longitud de Raíz y Longitud del Coleóptilo.

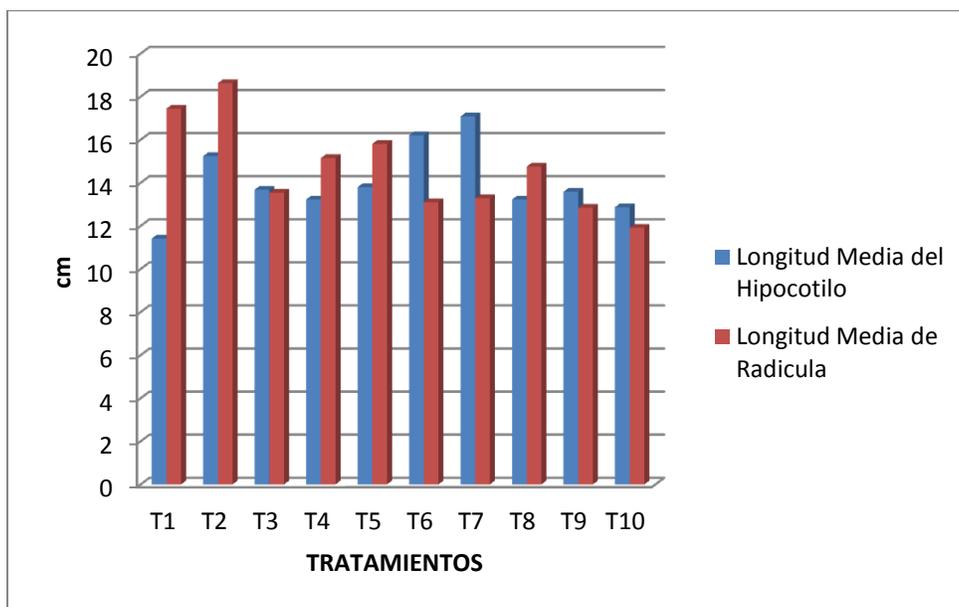


Figura 4.7. Respuesta de vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en semilla de frijol variedad Pinto Saltillo tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuerilla (*Ricinus communis* L.) (2013).

Respuesta vigor mediante LMH y LMR en la variedad Azufrado

En esta variedad se encontró que el Testigo (T5) supero a los tratamientos con un promedio de 12.1 cm, lo cual indica que esta variedad no contaba con un vigor, sin embargo se logró detectar el efecto de los tratamientos ya que el T6 (1.40 g, aplicación líquida) resulto con 11.7 cm de longitud, mientras que en LMR este mismo tratamiento supero a todos los tratamientos con 17.7 cm, indicando un efecto positivo en la aplicación del extracto, seguido por el T2 (1.10 g, condición sólida) con 17.4 cm, como se muestra en la Figura 4.8; lo cual refleja que los tratamientos a base de este extracto generan diferentes respuestas en el vigor, diferencia que encontró Rangel *et al.*, (2011), al aplicar extracto de oleorresina de jícama como biocontrolador de *Acanthoscelides obtectus* en frijol almacenado, manteniendo su valores de germinación estándar y vigor, variantes de la calidad

de la semilla de frijol; de esta manera, el extracto de oleorresina de jícama también se podría utilizar con éxito para bioestimular la calidad de la semilla de frijol en diluciones de 3×10^{-2} a 6×10^{-2} mg/L.

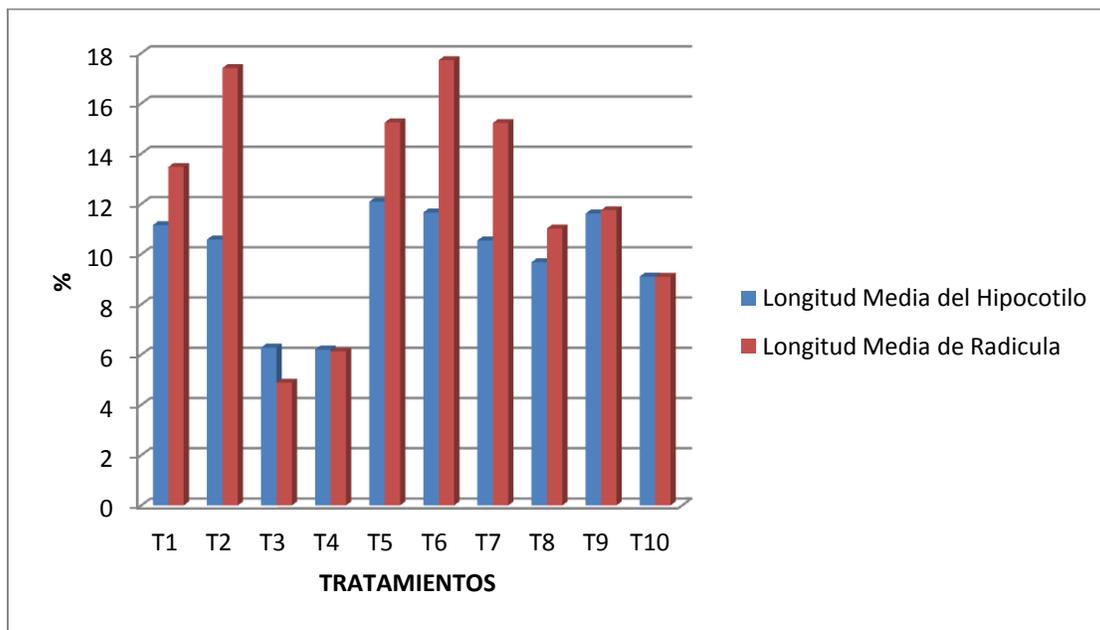


Figura 4.8. Respuesta de vigor mediante longitud media de hipocotilo y radícula en semilla de frijol variedad Azufrado tratada en diferentes condiciones y concentraciones de un extracto a base de higuera (*Ricinus communis* L.) (2013).

CONCLUSIONES

- Al comparar y analizar los resultados obtenidos en esta investigación se acepta la hipótesis planteada indicando que el extracto de higuierilla promovió un efecto diferente en la calidad fisiológica y vigor de las semillas de las variedades de frijol evaluadas, siendo más apta la concentración 1.10 g de extracto de guiche; cabe mencionar que el tipo de aplicación (solida o liquida), no influye en los resultados obtenidos; recalcando que las variedades Azufrado y Pinto Saltillo resaltaron más respecto al efecto del extracto a base de higuierilla debido a su condición de calidad original que tenían.
- Con el uso del extracto a base de higuierilla en cada una de las variedades estudiadas, se consiguen mejores resultados en cuanto a mayor vigor en las concentraciones 1.10 g y 1.40 g, sin influir el tipo de aplicación, muestran un aumento en la medida de las variables longitud media de hipocotilo y radícula, en lo posterior en su buen crecimiento y desarrollo de las plantas que por ende nos pueda dar lugar a una buena producción.

LITERATURA CITADA

- Acuña, O. 2008. El uso de biofertilizantes en la agricultura. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. 39pp.
- Aguirre, R. 1990. Efecto de la humedad en el almacenamiento hermético a corto plazo de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *agronomía*. 14(1):17-24.
- Alali, F.; Kaakeh, W.; Bennett, G. y McLaughlin, J. 1998. *Annonaceous acetogenins* as natural pesticides: Potent toxicity against insecticide-susceptible and resistant German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) *J. Econ. Entomol.* 91(3): 641-649.
- Altieri, M. 1999. AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo. Uruguay. Pag. 165.
- Alva, V. y A. Boyer. 2000. Prueba de susceptibilidad de larvas de mosquito *Anopheles* a *Azadirachta*. Libro de resúmenes de la XLII Convención Nacional de Entomología. Tarapoto. San Martín. Pp. 84–85.
- Almándoiz P., Rodríguez F., Palacios J., Díaz J. 2009. Efectividad biológica del fungicida/insecticida Thiamethoxan 20% + Difenconazol 20% + Mefenoxan 2% PS sobre insectos y enfermedades en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Fitosanidad* vol. 13, no. 3. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La Habana. Cuba. 211-217 pp.

- Anderson, J. 1973. Metabolic changes associate with senescence. *Seed Sci. & Technol.* 1: 401-416.
- AOSA (Association of official seed analysts, US). 1983. Seed vigour testing handbook. Lincoln. East Lansing. 88 p.
- Arteca, R. 1996. Plant growth substances: principles and applications. New York, US, Chapman & Hall. 332 p.
- Campos, G. C. L.; Villalobos S. M. J., 2005. Evaluación de extractos vegetales sobre el la germinación y desarrollo de semillas de maíz (*Zea mays*). Tesis de licenciatura. Universidad EARTH. Guacimo, Costa Rica. 32pp.
- CESAVEG. 2012. Recomendaciones para el tratamiento fitosanitario de semilla de frijol. Campaña Manejo Fitosanitario del Frijol. Boletín de Divulgación. Mexico.
- Chan N., M.E.; Moreno, J. M. 1992. Influencia del tamaño de la semilla sobre la calidad fisiológica de la simiente de sorgo. In: Avances de investigación 1991. Colegio de Postgraduados. p. 6.
- CIAT (1987). Bean program annual report working document no.39pp.60-71(CIAT1988): Calí Colombia.
- Compilado por el Comité de Tratamiento de Semillas y del Medio Ambiente (STEC) en la Federación Internacional del Comercio de Semillas (FIS). 2000. Tratamientos de Semilla con Productos Biológicos. Suiza. 6pp.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Copyright © 1981 Columbia University Press. Usado con permiso de la editorial.

- Delouche, J. C. 1976. Germinación, deterioro y vigor de semillas. Seed News, Mississippi State University.
- Delouche, J. C. & Baskin, C. C. 1973. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci Technol, 1: 427- – 452.
- De Barjac H, Veron M, Cosmao D. V. 1980. Caracterisation biochimique et serologique de souches de *Bacillus sphaericus* pathogenes ou non pour les moustiques. *Ann Microbiol 131B*: 191-201
- De Candolle, A, 1886. Origin of cultivated plants. 2nd Ed. reprinted 1959. New York.
- De la Cruz, B. J. A. 1995. Apuntes de cultivos básicos. Licenciatura UAAAN.
- De Oliveira, R.R.F, De Oliveira, F. y Fonseca, M.A. 2002. As folhas de palma christi- *Ricinus communis* L. Euphorbiaceae Jussieu. Revisão de conhecimentos. *Revista Lecta, Braganca Paulista*. 20:183-194.
- Duke, J. A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. p. 181-267. Plenum Press, New York, USA.
- Eyheraguibel, B.; J. Silvestre y P. Morard. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*, 99(10): 4206–4212,.
- FAO, (1990 -2000) FAOSTAT Database. Fao. org /servlet/. Crops and products.
- FAO, 2010. Organización de las *Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación* Producción de granos. [agosto 2013, En línea:
http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2_2.htm]

- FIRA. 2001. Boletín informativo. El frijol en México competitividad y oportunidades de desarrollo. Núm. 316 Volumen XXXIII, 9a. Época Año XXX.
- Filho, J. M. y Avancine, F. 1983. Tamanho da semente de feijao e desempenho do feijoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 18:1001–1008.
- Frederickson, E. 1993. Bionomía y control de *Anopheles Albimanus*. OPS/SMS. Cuaderno Técnico N.º 34.
- Gómez, H.; Esparza, R.; Garcia F.; Limon S.; Lozano S. 2002. Evaluación de extractos de *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense* sobre cultivos de *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays* Y *Sorghum vulgare*. IV Congreso Regional de Ciencias de los Alimentos. Monterrey N.L. Mexico. Edicion Esp. N° 3-2003.
- Gleye C.; Laurens A.; Hocquemiller R.; Laprevote O.; Serani L. and Cave A. 1997. Cohibins A and B, Acetogenins from roots of *Annona muricata*. *Phytochemistry.* 44(8): 1541-1545
- Gómez, C. Schewentesius, F. Ridermann, X. 1994. El tratado del libre comercio. p 80 -83.
- Gómez T. L., Gómez C. M. A. y Schwentesius R. R. 2003. Desafíos de la agricultura orgánica comercialización y certificación. editorial Mundi–prensa México, S.A. de C.V., 2000.pp. 224.
- Gonzales, A. 2003. Desinfección de semilla de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo ranja asturiana con antifúngicos y antibacterianos. *Bol. San. Veg. Plagas,* 29: 461-470pp.

- Guadano, A.; Gutiérrez, C.; De La Peña, E.; Cortés, D. y González, C. A. 2000. Insecticidal and mutagenic evaluation of two annonaceous acetogenins. J. Nat. Prod. 63(6): 773-776.
- Halfacre, R. G. And Barden J. A. 1992. Horticultura. AGT Editor, S.A México.
- Hartmann H. y D. E. Kester. 1995. Propagación de Plantas. Ed. Continental. México. 760 pp.
- Hernández, G., Domínguez, L.C., Licea, J.I. Álvarez, M., Ochoa, Y. E., Higuera, D.L. 2012. Producción de un extracto líquido del alga *Macrocystis pyrifera* con propiedades estimulantes del crecimiento de plantas terrestres. En: VIII Encuentro Nacional de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional (8 - 10 de Octubre, 2012, Durango, Durango, México). Pp. 184.
- Houng, H; Moyer, J. 1997. Effect of aqueous extracts of crop residues on germination and seedling growth of ten weed species. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 38:131-139.
- Huez, Lopez, M.; Samani, Z.; Alvarez, A.; Preciado, F. 2008. Efecto de un extracto vegetal en la germinación de semillas de chile (*Capsicum Annuum* L.) bajo condiciones salinas. Rev. BIOTecnia, Vol. X. N° 3. Universidad de Sonora, México. 19pp.
- IFOAM. 2005. Normas de para la producción y el procesamiento de orgánicos. International Federation of Organic Agriculture Movemntes. Disponible en: <http://www.ifoam.org>
- International Seed Testing Association (ISTA), 2010. International rules for seed testing. Zürichstr, 50 CH-Bassersdorf, Switzerland, ISBN 13978-3-906549-53-8. Edition 2009/1, Chapter 3, 4, 5 y 9.

- ITESM. 1999. Diagnóstico nacional y estatal sobre problemática y perspectivas de la producción de frijol en los estados de Sinaloa y Zacatecas, México. FAO–SAGARPA. 81 p.
- Jacobson, M. 1958. Insecticides from plants. A review of the literature (1941-1953). Agriculture Mined Book N.º 154. US Government Printing Office. Washington.
- Kalaivanan, C., and V. Venkatesalu. 2012. Utilization of seaweed *Sargassum myriocystum* extracts as a stimulant of seedlings of *Vigna mungo* (L.) Hepper Spanish Journal of Agricultural Research 10 (2): 466-70. Doi:10.5424/sjar/2012102-507-10.
- Larrea, D. 2003. Alelopatía: ¿son las especies exóticas buenas predictoras de respuesta de las especies nativas?. Rev. Ecología en Bolivia, 38(1): 61-64p.
- Laura, V. Y., 2014. Bioactividad tipo auxina y citoquinina de extractos de macroalgas sobre cotiledones de *Cucumis Sativus* L. Tesis, Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú 29-35 pp
- Maude, R.B. 1985. Erradicative seed treatment. Seed Sci.& Technol. 11, 907-920.
- Mariños, C.; J. Castro y D. Nongrados. 2000. Efecto biocida de *Lonchocarpus utilis* (Smith,1930) sobre *Anopheles benarrochi* (Gabaldón, 1941). Libro de Resúmenes de IIV Congreso Peruano de Parasitología. Lima, pp. 246.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. London: Academic Press, £29.95 (paperback). 889pp.
- Márquez. V. R. L.; De la Rosa T. C. 2006. Química toxicidad preliminar con *artemia salina* y efecto del extracto acuoso de las hojas de *justicia secunda*

- vahl (acantaceae) sobre la germinación en semillas de frijol (*phaseolus vulgaris*). Rervista Dugandia, Facultad de Ciencias Básica. Barranquilla, Colombia. Volumen 1 No. 2. 78-82 pp.
- Mejía, S. I. 2000. Generalidades. La higuera. www.unalmed.edu.co/.../HIGUERILLA.htm. Fecha de consulta 21/08/2013
- Novak, R. 2000. The use of plant extracts as repellents for mosquitoes and biting flies. The abstract book of the 87 th Annual Meeting of the Amer. Mosq. Contr. Assoc. New Jersey, p. 44.
- Organización Mundial de la Salud. 1992. Resistencia de los vectores de enfermedades a los plaguicidas. 15.º Informe del Comité de Expertos de la OMS en Biología de Vectores y Lucha Antivectorial Serie de Informes Técnicos N.º 818). Gine
- Organización Panamericana de la Salud. 1999. Control selectivo de vectores de malaria. Guía para el nivel local de los sistemas de salud. Washington, DC. IV, 48 pp
- Owen A., Jones D. 2001. Competition for amonio acids between wheat roots and rhizosphere microorganisms and the role of amonio acids in plant N acquisition. Soil, Biology and Biochemistry 33(4-5):651-657.
- Patricia T.; Luis J.; Hiram M.; Cipriano G.; Cristina R.; Ricardo A.; Reyes S.; 2001. Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México. CIENCIA UANL / VOL. IV, No. 2, ABRIL-JUNIO 2001.
- Perez, L. J., 2008. Producción de plantas. Curso. I.E.S. Andrés Pérez Serrano Cortes de la Frontera (Málaga). España. 113p.

- Perez, F; Pita, M. 2004. Viabilidad, vigor, longevidad y Conservación de semillas. Hojas divulgativas. Universidad Politecnica de Madrid. España 16pp.
- Rausser, G; Small, A. 2000. Valuing research leads: bioprospecting and the conservation of genetic resources. *Journal of Political Economy* 108(1): 137-206.
- Rangel-Lucio; José Antonio; Mayolo, J. G.; Edmundo, G. M.; Dolores, F. A.; Cesáreo, R. H.; Alvarado, V. E. 2011. Oleorresina de jícama y calidad de semilla de frijol infestada con *Acanthoscelides obtectus* Say. *Agron. Mesoam* [online]. vol.22, n.1 [citado 2014-05-02], pp. 109-116. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000100012&lng=es&nrm=iso.
- Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas: Potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Edit. de la RAPAM. México. D. F.
- Rodríguez, H. C. 2005. Plantas contra plagas 2; epazote, hierba de la cucaracha, paraíso, higuierilla y sabadilla. RAP-AL, RAPAM, SOMAS, CP e ITA Tlaxcala. Primera edición. Texcoco, Estado de México. México. 290p.
- Rodríguez, H. C., Lagunes, T. A., Domínguez, R. R. y Bermúdez, V. L. 1982. Búsqueda de plantas nativas del estado de México con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, y mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say. *Revista Chapingo*. VII (37-38):35-9.
- Rodríguez, H.C. 1996. Plantas insecticidas: Un método sostenible de fitoprotección. En: Memorias del II Simposio Internacional y III Reunión nacional sobre Agricultura sostenible. Montecillo, Estado de México, México.

- Romano, A.; Teves, I.; Torres, N.; Cazón, L. 2007. Variaciones en la calidad de semillas de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) por efectos del daño mecánico y su Influencia en el vigor de las lántulas. IDESIA. Volumen 26. Nº 2. 83-83 pp.
- Rojas, M; Ramírez, H. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas: fisiología, tecnología y experimentación. Limusa.2 ed. México, 263 pp.
- Sánchez, R. Y. E. 2002. Germinación y elongación de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) tratadas con extractos de *Larrea tridentata* y ácido giberélico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.
- Santiago, D. A. 2003. Extractos organicos como fitorreguladores en la produccion de plantulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 90 pp.
- Schuch LOB, JL Nedel, JN De Assis, M De Souza Maia. 1999. Crescimento em laboratório de plántulas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor de sementes. Revista Brasileira de Sementes 21 (1): 229-234.
- Simmonds, N. W. 1986. A short review of farming systems research in the tropics. Exp. Agric. 22(1):1-13. Woolley, J. N. n.d. Onfarm research.
- Soares, L.;Tarcísio, M. 2005. Curso sobre el cultivo de higuierilla. EMBRAPA. Brasil. 26pp
- Standley, P; Steyermark, J. A. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24, pte. 5, p. 332-335.

- SYNGENTA. 2005. Ficha Técnica Tilk. SYNGENTA, Bogota, p1
- Teckrony MD, DB Egli. 1991. Relationship of seed vigour to crop yield: a review. *Crop Science* 31: 816-822.
- TEKRONY, D. 2003. Precision is an essential component in seed vigour testing. *Seed Sci & Technol.*, 31: 435-447.
- Torres, J.; F. García y A. Martin. 2002. Eficiencia de *Chlamydoteca* sp. como controlador biológico de larvas de *Anopheles* sp. a nivel de laboratorio. Libro de Resúmenes del XIV Congreso Nacional de Biología y VIII Simposio Nacional de Educación en Ciencias Biológicas. Tarapoto. Perú, pp 102.
- Thirumaran, G., M. Arumugan, R. Arumugan, P. Anantharaman. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* (l) medikus. *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2(2): 57-066.
- Trawatha, S.; Tekrony, D. & Hidebrand, D.1995. Relationship of soybean seed quality of fatty acid and C6 aldehyde levels during storage. *Crop Sci.*, 35: 1415-1422.
- Upasani, S.M.; Kotkar, H.M.; Mendki, P.S y Maheshwari V.L. 2003. Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L. foliage flavonoids. *Pest Management Science*. 59:1349-1354.
- USDA. 2009. Programa Nacional Orgánico: Reglamento final. United States Departmente of Agriculture. Disponible en: <http://somexpro.org/wpcontent/uploads/2009/02/nop09.pdf>

- Vásquez, S. 1944. Estudio y comprobación insecticida de *Annona squamosa* peruana. Tesis para optar el título de químico farmacéutico. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Vavilov, N. I. 1935. "The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. The Scientific Bases of Plant Breeding. Academy of Sciences. Leningrado, USSR.
- Ventosilla, P. y J. Chauca. 2000. Instructivo para el control de calidad de bioinsecticidas bacterianos. Instituto de Medicina Tropical "Alexander von Humboldt" Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima-Perú.
- VIEIRA, C. 1966. Effect of seed age on germination and yield of field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, vol 16, N° 4: 396-398.
- Voysest, O. 1985. Mejoramiento del frijol por introducción y selección. Investigación y producción. Cali. CIAT: p. 29-35.
- Weaver, R. 1989. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, MX, Trillas. 622 p.
- Yaisys; Hernández, Idalmis; Urra , I.; Leyva, Á.. 2007. Potencial alelopático de diferentes concentraciones de extractos de girasol (*Helianthus annus*, L.), Maíz (*Zea mays* L.), Frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) y Boniato (*Ipomoea batata*, L.) sobre el crecimiento y desarrollo inicial del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Cultivos Tropicales 28: 5-9.

Sitios de internet:

www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Ricinus%20communis&id=7702; consultado: 09/08/2013