

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**RESPUESTA DE LA TASA DE IMBIBICION DE TRES VARIEDADES DE FRIJOL
TRATADOS CON ACEITES VEGETALES**

POR

FRANCISCO BARRAGAN SEVILLA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Abril, 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA**

Respuesta de la tasa de imbibición de tres variedades de frijol tratados con
aceites vegetales

POR

FRANCISCO BARRAGAN SEVILLA

TESIS

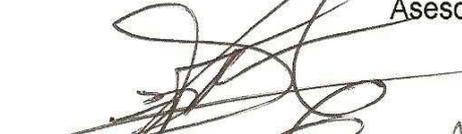
Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito
Parcial
Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

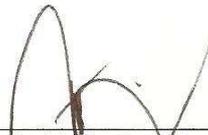
A P R O B A D A



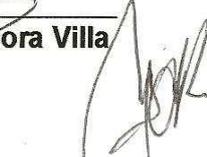
M. P. María Alejandra Torres Tapia
Asesor Principal



Dr. Víctor Manuel Zamora Villa
Asesor



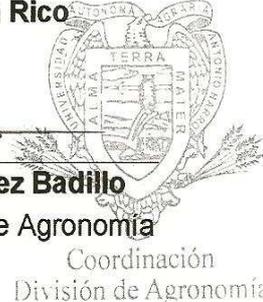
M. A. Federico Facio Parra
Asesor



M. C. Modesto Colín Rico
Asesor



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril, 2011.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES, quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede darle a un hijo: amor, educación y la vida. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para convertirme en persona de provecho. A mi padre Francisco Barragán Apolonio (+) que siempre ha sido y será un gran ejemplo para mí, que el ver la culminación de mi carrera era uno de sus sueños, por desgracia ya no pudo estar presente pero a cada paso que daba, él estaba apoyándome y guiándome por el buen camino para así cumplir con una más de mis metas, doy gracias por haber tenido al mejor Papá del mundo. También a mi madre Elizabeth Sevilla Reyes a quien ha sido madre, padre y amiga a quien nunca podre pagar todos sus desvelos y sacrificios ni aún con las riquezas más grandes del mundo. Por esto y más muchísimas gracias los amo.

A MIS TIOS, Moisés y Leovigilda, a quienes les tengo un gran cariño, respeto, admiración y sobre todo un gran agradecimiento por todo el apoyo brindado hacia mi persona y mi familia, eso es algo tan valioso que jamás olvidaré, y espero devolverles aunque sea un poco de lo mucho que me brindaron. Muchas gracias.

A MIS HERMANAS, Marisol, Dolores y Fabiola gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, aunque a veces tuvimos diferencias pero es parte de ser hermanos, pero saben de sobra que las quiero mucho.

A MIS SOBRINOS, Erick, Juanito y a Ivonne que los quiero mucho y espero poder ayudarlos en todo lo que sea posible y que siempre estaré con ustedes.

AGRADECIMIENTOS

PROFUNDAMENTE A MI “ALMA MATER” LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

Por haberme abierto sus puertas y cobijarme dentro de su sagrado rezago convirtiéndome en un buitre y alimentándome de conocimientos, sabiduría y educación a través de sus maestros quienes me han formado profesionalmente como agrónomo la cual es la mejor profesión que pueda existir.

Debo agradecer de manera especial y sincera a la Profesora MP. María Alejandra Torres Tapia por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis. Muchas gracias.

Al DR. Víctor Manuel Zamora Villa por su valiosa ayuda, colaboración en el análisis estadístico, revisión y asesoría de este trabajo porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de este trabajo. Gracias.

Al MA. Federico Facio Parra por su valioso apoyo y revisión de este trabajo. Gracias.

Al MC. Modesto Colín Rico por su participación y colaboración en la realización de esta tesis. Gracias.

A todos mis amigos que me brindaron su apoyo y amistad en especial a Juan Carlos e Hipólito; a todos mis compañeros de la generación CVIII, muchas gracias por estar conmigo en todo momento tanto en las buenas como en las malas donde vivimos momentos felices y tristes, gracias por estar conmigo y recuerden que siempre contarán conmigo. A ti Flaca mi más sincero agradecimiento y cariño por todo lo bueno y malo que hemos vivido juntos por darme todo tu cariño sin esperar nada a cambio recuerda que siempre serás muy importante para mí. Muchas gracias.

INDICE DE CONTENIDO

Descripción	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Importancia económica del frijol.....	5
Principales estados productores.....	6
Producción de riego y temporal.....	7
Superficies.....	7
Precio medio rural.....	8
Variedades.....	9
Tratamiento a la semilla.....	10
Aceites.....	13
Jojoba.....	15
Albahaca.....	15
Cacahuate.....	16
Ajonjolí.....	17
Almendra.....	17
Imbibición de la semilla.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
Ubicación del experimento.....	21

Material genético.....	21
Descripción de materiales.....	21
Pinto Bayocora.....	21
Flor de Junio.....	22
Pinto Saltillo.....	22
Metodología.....	22
Análisis histológico.....	22
Tratamientos.....	24
Parámetros evaluados.....	26
Tasa de imbibición.....	26
Agua absorbida.....	26
Peso adquirido.....	26
Peso acumulado.....	27
Diseño experimental.....	27
Modelo matemático.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
Evaluación de variedades de frijol en la prueba de análisis histológico de la testa.....	29
Tasa de imbibición.....	29
Variedades.....	30
Tratamientos.....	32
Dosis.....	33
Interacción variedad por tratamiento.....	35
Interacción variedad por dosis.....	38

CONCLUSIONES.....	41
LITERATURA CITADA.....	42

INDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pág.
Cuadro		
2.1	Contexto Nacional, Producción de Frijol en México.....	6
3.1	Descripción de tratamientos aplicados en tres variedades de frijol utilizando cinco extractos de aceites vegetales en diferentes dosis.....	25
4.1	Resultados de la prueba del análisis histológico de la testa de las semillas de frijol.....	29
4.2	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para el peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en tres variedades de frijol tratadas con extractos de aceites en diferentes dosis bajo condiciones de laboratorio.....	30
4.3	Prueba de comparación de medias del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo de las tres variedades de frijol estudiadas.....	32
4.4	Prueba de comparación de medias del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo de los tratamientos con aceites vegetales en tres variedades de frijol estudiadas.....	33
4.5	Prueba de comparación de medias del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo de las dosis evaluadas en tres variedades de frijol estudiadas.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

No. Figura	Descripción	Pág.
2.1	Superficies Nacionales de Frijol (Miles de hectareas).....	8
4.1	Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Pinto Bayocora por diferentes extractos de aceites vegetales.....	36
4.2	Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Flor de Junio por diferentes extractos de aceites vegetales.....	37
4.3	Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Pinto Saltillo por diferentes extractos de aceites vegetales.....	38
4.4	Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Pinto Bayocora por diferentes dosis de extractos de aceites vegetales.....	39
4.5	Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Flor de Junio por diferentes dosis de extractos de aceites vegetales.....	40
4.6	Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Pinto Saltillo por diferentes dosis de extractos de aceites vegetales.....	41

RESUMEN

Se menciona que en algunas poblaciones silvestres son más impermeables que las de variedades cultivadas, sin embargo esta característica no es permanente ya que con el tiempo se hace permeables; en el caso de frijol (*Phaseolus vulgaris*) recién cosechado su testa es impermeable al agua, produciendo un elevado porcentaje de semillas duras, mientras no se den las condiciones adecuadas para su germinación; este proceso se inicia con la absorción de agua desencadenando cambios metabólicos que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas, dando lugar a la división y alargamiento celular en el embrión produciendo la emergencia de radícula y plántula.

La exigencia de la agricultura orgánica en la conservación de semillas ha desencadenado una serie de investigaciones en la efectividad de algunos extractos de aceites utilizados como tratamiento; por lo que el presente trabajo planteó el objetivo de evaluar la respuesta de la tasa de imbibición aplicando cinco extractos de aceites vegetales en ocho dosis incluyendo dos testigos uno absoluto con agua y otro agua con tween, utilizados como tratamiento de semilla en tres variedades con diferente dureza, Flor de Junio, Pinto Bayocora y Pinto Saltillo estudiados en el Laboratorio de Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) y en el Laboratorio de Citogenética de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Se determinó el grosor de la testa de cada variedad y la tasa de imbibición mediante peso adquirido cada 8 horas en tres repeticiones, para el análisis de datos se utilizó un diseño de bloques al azar y para identificar diferencias entre ellas se aplicó la prueba de comparación de medias de rango múltiple DMS (Diferencia mínima significativa).

El análisis de varianza (ANVA) mostró que existió una diferencia altamente significativa entre las tres variedades estudiadas a los diferentes tiempos de evaluación en el peso adquirido, donde Pinto Bayocora tuvo un grosor de testa más delgada 74.17 μm y por ende una mayor respuesta en la tasa de imbibición

en comparación de Flor de Junio y Pinto Saltillo. Así mismo Pinto Bayocora tratado con extractos de aceites Almendra y Jojoba a 900 ppm tuvieron una respuesta positiva en su tasa de imbibición a las primeras 8 horas en cambio para Flor de Junio resulto mejor tratada con extractos de Albahaca y Ajonjolí a 900 ppm a las primeras 8 horas de imbibición. Después de las primeras ocho horas la respuesta de imbibición fue semejante en las variedades y extractos de aceites estudiados.

Palabras clave: Semilla, frijol, tasa de imbibición.

INTRODUCCION

Las semillas proceden de los primordios o rudimentos seminales de la flor, una vez fecundadas y maduras, vuelven a dar lugar a un nuevo individuo, perpetuando y multiplicando la especie a la que pertenece. Está constituida por un embrión formado por un eje embrionario con uno, dos o varios cotiledones; por un endospermo, tejido especializado donde son almacenadas las reservas nutritivas, sin embargo en ocasiones el propio embrión también sirve de almacén; y por último una cubierta seminal que recubre y protege a ambos (Pérez y Martínez, 1994). La recuperación de su actividad biológica ésta dada por la germinación, donde es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como humedad, suficiente disponibilidad de oxígeno y temperatura adecuada para el desarrollo de una nueva plántula (Azcón-Bieto y Talón, 1993).

Muchas especies de semilla son incapaces de germinar, incluso cuando se encuentran en condiciones favorables, esto es debido a que las semillas se encuentran en estado de latencia generada por agentes fisiológicos o físicos, los primeros son dados por la inmadurez del embrión (Nikolaeva, F.M 1978 y Taylorson, R. B. 1979) y en los físicos por las mismas estructuras de la semilla que no permiten la entrada de oxígeno y humedad provocando la impermeabilidad (Rolston, 1978), las poblaciones silvestres son más impermeables que las de variedades cultivadas, sin embargo esta característica no es permanente ya que con el tiempo se hace permeable; en el caso de frijol (*Phaseolus vulgaris*) recién cosechado su testa es impermeable al agua, produciendo un elevado porcentaje de semillas duras, mientras no se den las condiciones adecuadas para la germinación, la semilla se mantendrá latente durante un tiempo variable, hasta que llegado un momento, pueda germinar pero con el tiempo.

El proceso de germinación de una semilla se inicia con la absorción de agua desencadenando una serie de cambios metabólicos que incluyen la

respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas, que a su vez da lugar a la división y el alargamiento celular en el embrión provocando la rotura de las cubiertas seminales produciendo la emergencia de la radícula así como de la misma plántula.

La calidad de las semillas está dada fundamentalmente por esta capacidad para germinar y producir una planta normal, la cual está determinada por un complejo de factores desde las condiciones ambientales hasta el manejo de la semilla como producto final, interviniendo procesos como siembra, actividades agronómicas durante el desarrollo del cultivo, cosecha, acondicionamiento y almacén. Donde en este último proceso demanda poner atención a condiciones que están estrechamente interrelacionadas como temperatura, humedad, presión de oxígeno, presencia de enfermedades (bacterias y hongos) y plagas (insectos y roedores) que al no atender pueden hacer perder la viabilidad total o parcial, disminuir el vigor, la germinación y conducir a un deterioro; provocando pérdidas menores que en la recolección, pero sus efectos son extremadamente tangibles y manifiestos en las reducciones reales del producto final.

Las plagas son la causa principal de esas pérdidas, actualmente el almacenamiento exige un control a través del uso de insecticidas químicos, que la mayoría no son efectivos debido a la evolución desarrollada por parte de las plagas, lo que representa una amenaza tan grave como para la producción agrícola en general. La resistencia que han creado los insectos dió lugar al uso indiscriminado de productos químicos presentando efectos negativos de alto costo; daños a la salud del hombre y al medio ambiente por su toxicidad y pérdida de calidad en las semillas almacenadas entre otras.

En la agricultura orgánica preocupada por tales efectos, sobre todo en la conservación de semillas demanda que es indispensable contar con un tratamiento natural que nos permita su conservación; a lo largo del tiempo se han encontrado algunos extractos de aceites constituidos por esteroides de ácidos grasos superiores, parafínicos y mono carboxílicos (Anónimo, 2007 y 2008) que pudieran ser una alternativa de tratamiento orgánico sin que afecte la calidad de la semilla en el proceso de almacenamiento o conservación, así como el generar

estudios referentes a la morfología y fisiología de la semilla sobre todo en la respuesta dada en la fase inicial del proceso de germinación cuando se aplica un tratamiento natural como los extractos de aceites.

Por ello, el presente trabajo trata de establecer un estudio en un cultivo básico como es el frijol, que ayude a determinar un sistema de conservación seguro y eficaz tanto en la agricultura orgánica como para consumo humano y poder ayudar en la preservación ambiental evitando el uso excesivo de insecticidas, planteando los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar la respuesta de la tasa de imbibición al aplicar cinco extractos de aceites vegetales utilizados como tratamiento de semilla en tres variedades de frijol; Pinto Bayocora, Flor de Junio y Pinto Saltillo.

Objetivos específicos

- Comparar el grosor de la testa en semillas de tres variedades de frijol Pinto Bayocora, Flor de Junio y Pinto Saltillo.
- Comparar la respuesta de la tasa de imbibición de las variedades estudiadas, tratadas con cinco extractos de aceites con diferentes dosis en condiciones de laboratorio.

Hipótesis

- Al menos una de las variedades estudiadas presenta diferente grosor de testa en la semilla.
- Al menos una variedad tiene una respuesta positiva en la tasa de imbibición con alguno de los extractos de aceites en una dosis en condiciones de laboratorio.

REVISION DE LITERATURA

Importancia económica del frijol

El frijol es un producto estratégico dentro del desarrollo rural de México, ya que ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada nacional y representa además la segunda actividad agrícola más importante en el país. Asimismo, es un alimento fundamental en la dieta de la población mexicana, sobre todo para las clases más desprotegidas del país, ya que constituye la fuente principal de proteínas para dicho sector, siendo un alimento que no puede sustituirse con el consumo de algún otro. Adicionalmente, la importancia ancestral de su cultivo en el campo mexicano radica también en que forma parte de la cultura gastronómica de México, de ahí la amplia aceptación del producto en la cocina mexicana, por lo que posee una gran demanda a nivel nacional.

Según SAGARPA (2008), México produjo 1.6 millones de toneladas de frijol, e importó hasta octubre aproximadamente 91 mil 500 toneladas. En el país su consumo, es alrededor de 12 kg per cápita /año.

En la zona norte y bajo condiciones de riego se cultivaron 33 mil 781 hectáreas que aportaron una cosecha de 47 mil 678 toneladas, para un rendimiento medio regional de 1.41 toneladas por hectárea que resultó inferior a la media tradicional que ha sido de 1.8 toneladas por hectárea. Con la liberación del precio y la apertura de las fronteras a la importación de este producto, la comercialización se ha convertido en el principal problema, ya que a pesar de que el país sigue siendo deficitario, eventualmente el mercado se satura con producto importado que desplaza a la producción nacional, especialmente a la de Sinaloa, donde se producen principalmente variedades de tipo azufrado, cuyo mercado se ha venido reduciendo en los últimos años.

En consecuencia, la rentabilidad del cultivo dependerá en lo sucesivo de la planeación de las siembras, la diversificación de los tipos de variedades y la pureza del material que se ofrezca al consumidor, cada vez más exigente.

Cuadro 2.1 Contexto Nacional, Producción de Frijol en México.

Año	Prod ¹	Superficie ²		Rendimiento ³			Precio MR ⁵	Valor Prod ⁶
		Semb	Cos	R	T	R+T ⁴		
2002	1.55	2.23	2.05	1.66	0.60	0.75	\$ 5,729	\$ 8,875
2003	1.41	2.04	1.90	1.48	0.61	0.74	\$ 5,077	\$ 7,184
2004	1.16	1.82	1.68	1.50	0.60	0.69	\$ 5,727	\$ 6,663
2005	0.83	1.75	1.26	1.58	0.47	0.66	\$ 6,903	\$ 5,708
2006	1.39	1.81	1.72	1.59	0.68	0.80	\$ 6,301	\$ 8,733
2007	0.99	1.69	1.49	1.70	0.52	0.67	\$ 6,984	\$ 6,942
2008*	1.07	1.63	1.42	1.65	0.61	0.75	N/D	N/D

/1 Millones de toneladas, /2 superficie sembrada y cosecha en millones de ha, /3 Toneladas por hectárea, /4 riego + temporal, /5 precio medio rural en pesos, /6 Valor de la producción en millones de pesos.

N/D Cifra no disponibles.

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

* Cifras preliminares

Fuente: SIAP, con base en FIRA Boletín Informativo No. 316, Vol. XXXIII, 2001.

Principales Estados Productores

Zacatecas es el principal productor a nivel nacional, en 2008 participó con el 23.6%, lo que equivale a un total de 0.25 millón de tonelada. Ésta registró un incremento del 6.2% respecto a la producción de 2007, por el contrario respecto al año 2000, la producción mostró una disminución del 53.6%, principalmente debido a la reducción de casi el 10.0% en la superficie sembrada de la entidad.

Cabe resaltar que en el año 2002, Zacatecas alcanzó una producción record de 0.54 millón de tonelada. En promedio en este estado se produjeron entre el 2000-2008, 0.35 millón de tonelada, con una tasa media anual de crecimiento (TMAC) negativa del 12.0%.

Sinaloa con el 14.2% de la producción nacional en 2008 y con un volumen de 0.15 millón de tonelada, ocupó el segundo lugar de los principales estados

productores. La producción máxima de este estado se registró en 2002 alcanzando 0.24 millón de tonelada.

Este estado mostró una TMAC de (-) 7.5% entre los años 2000 y 2008, y para este mismo periodo la producción promedio fue de 0.16 millones de toneladas. Durango al finalizar el 2008 aportó el 10.7% de la producción nacional, lo que representó 0.11 millón de tonelada. Entre los años 2002 y 2008 produjo en promedio 0.14 millón de tonelada por año y mostró una TMAC en el periodo 2000-2008 del (-) 4.9%. A este estado, le siguen los estados de Chihuahua y Nayarit con una participación del 8.0% y 7.3% respectivamente.

Producción de Riego y Temporal

En el 2008 el 66.6% de la producción nacional de frijol se concentró en la modalidad de temporal, de la cual 66.6% se produjo en el ciclo de primavera-verano y sólo 0.1% en otoño-invierno, por medio de esta modalidad se produjeron 0.63 millón de tonelada; el restante 33.4% se concentró en la modalidad de riego, equivalente a 0.32 millón de tonelada. La producción en temporal se concentra en los estados de Zacatecas, Durango y Chihuahua y para la modalidad de riego en Sinaloa y Nayarit.

Superficies

En el año 2008, la superficie cosechada de frijol a nivel nacional fue de 1.63 millón de hectárea y respecto al año anterior (2007), la superficie disminuyó 4.6%.

La superficie siniestrada es la resta de la superficie sembrada menos la superficie cosechada, el porcentaje de siniestralidad a nivel nacional en el ciclo 2008 fue de 12.92%. Por otra parte, al finalizar el ciclo 2008, Zacatecas (principal productor) reportó un índice de siniestralidad del 12.6%.

El decremento registrado en la producción del 2008 respecto al 2002 se debió en gran parte a la disminución de la superficie sembrada en el país como se muestra en la figura 2.1.



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Figura 2.1 Superficies Nacionales de Frijol (Miles de hectáreas)

Precio Medio Rural

Al cierre del 2007, se presentó un incremento en 10.84% con respecto al 2006, ubicándolo en \$6,984.38 pesos por tonelada, de igual manera presenta una tendencia positiva histórica ya que se incrementó 62.69% con respecto al año 2002.

Es un mercado donde los acopiadores y comercializadores mayoristas influyen de manera drástica en la determinación del precio.

La mayoría de la comercialización se realiza a granel, en costales de 50 y 60 kg, sin clasificar ni limpieza, lo que provoca que el productor sea castigado en el precio por el intermediario.

Algunas de las razones que han afectado la comercialización del frijol en nuestro país durante los últimos años:

- Altos costos en la transportación de la cosecha de las zonas de producción a las zonas de consumo como lo es el caso de Zacatecas y Sinaloa (principales estados productores). Según cifras del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) los camiones transportan cerca del 80.0% de los alimentos.
- Un alto número de intermediarios en la primera etapa de la comercialización, lo que afecta no solo a los productores sino también a los consumidores.

Variedades

Los tipos comerciales de frijol con mayor demanda en México son; Negro, Azufrado, Bayo, Pinto, Flor de Mayo y Flor de Junio (Castellanos *et al.*, 1997). En 1997 el frijol negro era la clase comercial con mayor demanda en el Distrito Federal (45%) y el sureste del país (90%). Además, el frijol negro ocupaba el cuarto lugar de consumo (10%) en el centro del país después del frijol Flor de Mayo (34%), Azufrado (14%) y Flor de Junio (11%) (Castellanos *et al.*, 1997). En 2006 se sembraban en el país aproximadamente 600 000 ha con frijol negro (SAGARPA–SIACON, 2006). Esa superficie se cubría con variedades tropicales de grano opaco como Jamapa y Veracruz y variedades de grano brillante como Negro San Luis, Negro Querétaro y Negro Zacatecas. Las cifras anteriores son un indicador de la demanda que el tipo de frijol negro tiene por parte del consumidor mexicano.

En años recientes los Estados Unidos de América han incrementado la producción y consumo de frijol negro y pinto. Esta situación es el reflejo de la promoción que se ha hecho sobre el efecto benéfico que el consumo de frijol tiene sobre la prevención de enfermedades como cáncer, diabetes y problemas cardiovasculares (Guzmán–Maldonado *et al.*, 2002; Hangen y Bennink, 2002; Ríos–Ugalde *et al.*, 2007). Otro factor que ha contribuido también es el nivel de exportación de frijol de Estados Unidos de América a México; se calcula que en 2006 se importaron 70 000 ton de frijol Negro a nuestro país. Las exportaciones en el país del norte se han visto favorecidas por la infraestructura de acopio, los sistemas eficientes de transportación y exportación y sobre todo, por los apoyos

gubernamentales que aquel país ofrece a los productores de frijol (FIRA, 2001), así como por la limpieza del grano ofertado.

La situación anterior ubica a las variedades locales de frijol negro en una clara desventaja en la comercialización interna con la variedad Negro Michigan importado a México. Se cree que la aceptación del consumidor mexicano por esta variedad se debe a su menor precio y a la limpieza y uniformidad del grano al momento de su venta. Sin embargo, no se sabe con precisión si estos son los factores involucrados en esta situación o si existen otros que afectan la decisión del consumidor. El conocimiento de los factores que gobiernan la comercialización, tanto del frijol de importación como de las variedades locales, permitirá identificar las características de calidad del grano que deben atenderse para que el frijol producido en México pueda competir en el mercado nacional con su contraparte estadounidense. En cuanto a la producción interna de frijol, las variedades mexicanas desarrolladas bajo las condiciones locales tienen la ventaja de presentar mayor adaptación y rendimiento que cualquier material introducido.

Tratamiento a la semilla

A través del tiempo, el hombre ha aprendido a establecer una lucha competitiva con los insectos por la defensa del alimento de manera que ha desarrollado diferentes métodos de control que incluyen medidas físicas, biológicas y las más usadas: las químicas (Gutiérrez y Güemes, 1991).

Los insecticidas pueden ser clasificados de muy diversas maneras, como, por ejemplo, por su base química, por su acción toxicológica o por su modo de penetración en el insecto. Clasificar los insecticidas por el mecanismo fisiológico de su actuación es sólo exacto cuando se estudia un solo insecto o grupos afines de los mismos, de tal manera que no podrá realizarse una clasificación por su actuación fisiológica, ya que dicho mecanismo es sumamente variable frente a la gran diversidad de insectos y fases de su desarrollo que casi nunca es único, sino múltiple (Anónimo, 2004).

Para controlar los insectos de almacén, se han realizado muchas investigaciones para utilizarlos en los tratamientos a la semillas y a la fecha se han obtenido resultados para el control de las plagas, pero casi todos en base a control químico lo cual afecta la semilla y por consecuencia la contaminación del medio ambiente.

La presencia de plagas constituye un gran problema en granos y semillas que por lo consiguiente trae como consecuencia la pérdida de la calidad del grano tanto para consumo humano, así como para semilla. En el control de estos, ha sido necesario utilizarse en forma intensiva, haciendo uso de plaguicidas sintéticos lo cual ha derivado inevitablemente en el surgimiento de resistencia, acumulación en el ambiente e intoxicaciones (Silva *et al.*, 2002).

El tratamiento de semillas es la aplicación de técnicas y agentes biológicos, físicos y químicos, que proveen a la semilla y a la planta protección frente al ataque de insectos y enfermedades transmisibles por semilla así como frente a aquellas que atacan en etapas tempranas del cultivo y que provocan consecuencias devastadoras en la producción de los cultivos cuando no son controladas (FIS, 2002).

El combate de las principales plagas de los granos almacenados a base de tratamientos químicos, es una práctica común en casi todas las zonas productoras de granos y semillas en México, sin embargo, el uso de estos productos químicos conduce a problemas de resistencia en los insectos, contaminación del medio ambiente, presencia de residuos en los alimentos, generan efectos negativos en los seres humanos por su alta capacidad de bioacumulación y su poder residual prolongado.

La utilización de control químico para el tratamiento de semillas presenta desventajas, ya que la gran mayoría de los agricultores dedicados a estos cultivos, no utilizan los productos químicos, ya sea por falta de recursos económicos o por los bajos rendimientos que obtienen. Debido a esto, se toma la obligación de la búsqueda de métodos de control de plagas acorde con la realidad del país (Lagunés *et al.*, 1994).

La semilla no está libre de plagas y enfermedades al ser tratada posibilita el control de los mismos, ya sea durante la germinación y emergencia de las plántulas y durante el periodo temprano de crecimiento del cultivo (FIS, 2002).

Pérez (2008) añade que son varios los productos químicos que se pueden emplear para desinfectar los recipientes y los almacenes, pero los más comunes suelen ser ácido cianhídrico, bromuro de metilo, sulfuro de carbono y cloropicrina que tienen la ventaja de que en caso de que actúen sobre las semillas no suelen afectar grandemente su poder germinativo. Además menciona que las características de la semilla a tratar y las condiciones de almacenaje de las mismas, también influyen en el tipo de tratamiento a dar, pues, muchos productos únicamente se pueden aplicar sin riesgo para las semillas bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura. Se señala que los fungicidas son menos peligrosos o dañan menos a las semillas si éstas tienen un contenido bajo de humedad.

Por otra parte existen plantas con propiedades insecticidas poco estudiados que representan una esperanza futura para el control de plagas, sin el eventual problema de la contaminación que presentan algunos insecticidas orgánicos modernos.

De estas plantas se tiene información dispersa que indica su forma de utilización, la cual puede ser muy variada, por ejemplo, los componentes tóxicos de algunas plantas son extraídos con petróleo, acetona, alcohol u otro solvente. Es así como diversas especies de plantas contienen materiales insecticidas naturales, algunos de los cuales, han sido utilizados desde tiempos remotos por el hombre con el mismo fin varios de estos extractos han proporcionado valiosos insecticidas de contacto, con la ventaja de que su uso no ha provocado el surgimiento de cepas de insectos resistentes, en el mismo grado en que lo hacen los insecticidas sintéticos.

Se sabe de muchas plantas cuyos extractos poseen propiedades insecticidas, sin embargo, desde el punto de vista comercial sólo se han aprovechado algunas, entre ellas el tabaco, el piretro, el derris, la riania y la sabadilla. Los productos obtenidos de ellas, tienen la ventaja de ser efectivos

contra una gran variedad de insectos y de contaminar menos el ambiente en comparación con los insecticidas orgánicos.

La primera generación de insecticidas de origen botánico incluye extractos y compuestos derivados de plantas tales como piretrinas, rotenoides y alcaloides. Algunos de estos compuestos fueron la base para la elaboración de insecticidas sintéticos de segunda generación, como es el caso de las piretrinas naturales obtenidas de flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Compositae) que dieron origen a los piretroides sintéticos (Casida y Quistad, 1998).

La comercialización de insecticidas de origen botánico, basados en extractos de plantas activas, ha experimentado un incremento considerable en los últimos años. Actualmente, representan un 1% del mercado mundial de insecticidas y con incrementos anuales entre el 10 y el 15% (Georges *et al.*, 2000).

Castiglioni (2002) confirmó el efecto tóxico de los extractos de nim, reconocidamente valiosos para el control de especies plagas, y la acción de extractos acuosos de *M. azadarachita* y *T. pallida*.

El alcaloide más importante como insecticida es la nicotina, que se extrae de las hojas de al menos 18 especies del género *Nicotiana* (Solanaceae) (Georges *et al.*, 2000).

Por otra parte se ha comprobado que las especies vegetales utilizadas como insecticidas no eliminan al insecto por intoxicación, sino que generalmente inhiben su desarrollo normal, al actuar como repelentes o disuasivos de la alimentación u oviposición, lo cual hace que muchas veces se sobredimensionen sus efectos protectores (Silva *et al.*, 2002).

Aceites

Actualmente se ha visto que los aceites de origen vegetal tienen un efecto positivo para controlar el gorgojo, tales como el modo de acción que se les

atribuye principalmente como ovicida y larvicida en instares tempranos (Aguilera, 1991).

La utilización de aceites de diversas plantas, presenta un buen control en plagas de almacén. Cubas (2002), obtuvo resultados que muestran que con poca inversión se puede disminuir los daños que causan las plagas en los almacenes, utilizó los siguientes productos: eucalipto 2 ml / Kg, soya 10 ml / Kg, maíz 10 ml / Kg los resultados que obtuvo fueron: 91.6 %, 73.2 % y 71.5 % de mortalidad respectivamente.

Martínez (2008) observó al tratar semillas de maíz con aceites de tipo vegetal los cuales fueron evaluados a las 24 hrs. De la infestación determinó que los aceites que presentaron las mejores medias generales fueron el lila 65.94 %, cacahuete 61.75 % y orégano 58.03 %, además alcanzaron un 100 % de mortandad del *S. Zea maíz* en las dosis más altas.

El Colegio Nacional de Buenos Aires (CNBA, 1998) indica, que los aceites vegetales están compuestos sobre un 90 % de triglicéridos y como son materias primas naturales contienen además, una serie de componentes menores.

Los aceites se descomponen desde el momento en que son aislados de su ambiente natural, la presencia de ácidos grasos libres es un indicador de la actividad de la lipasa u otra acción hidrolítica. Además durante el almacenamiento ocurren cambios en sabor y olor (Jiménez *et al.*, 2001).

Andonegi (2005) menciona de los distintos procesos de degradación oxidativa. De entre ellos cita la degradación, provocada a 70 °C con aireación, de un amplio grupo de aceites de composición muy variada.

Los aceites se oxidan por la acción del oxígeno atmosférico. Esta alteración se caracteriza por cambios físico químicos, descenso del valor nutricional y aparición de la rancidez e incluso alguna toxicidad. El proceso es complejo porque depende de la influencia de muchos factores, tales como la luz, la temperatura, enzimas y metales (Gutiérrez, 2007).

Aceite de Jojoba (*Buxus chinensis*)

El aceite de jojoba es un producto natural que se extrae de las semillas de la planta que lleva su nombre y que es un arbusto originario del desierto de Sonora, al norte de México.

En su compleja composición hay un 96% de ceramida, lo que hace que resulte extremadamente estable al calor y a la oxidación conservándose perfectamente con el paso del tiempo y manteniendo íntegras sus propiedades. Las ceramidas son sustancias las cuales recubren las células de la epidermis regulando su hidratación. Las ceramidas del aceite de jojoba son muy similares a las de la piel y actúan allí donde se necesita, ejerciendo una profunda hidratación y reestructurando el equilibrio graso de la piel.

En su composición también se encuentra vitamina E, la cual elimina las radicales libres de la piel que son responsables del envejecimiento prematuro. Otro de sus componentes es el ácido linoléico el cual actúa regenerando las células de la piel.

Aceite de Albahaca (*Ocimum basilicum*)

La albahaca es una planta aromática de cultivo anual y tamaño medio perteneciente a la familia de las Labiadas, de gran abundancia en la costa mediterránea.

Su bello porte llega a alcanzar el metro de altura presentando múltiples tallos rectos rebosantes de hojas grandes de unos 5 cm de longitud, con forma alargada rematada por bordes dentados, tacto aterciopelado, una tonalidad verde brillante algo más oscura por el envés y que despiden un intenso aroma. Sus flores nacen en grupos de 6 en forma de espiga, aspecto tubular, color blanco o rosado y hasta 1 cm de corola.

La albahaca crece preferentemente en climas cálidos, ya que no sobrevive a las heladas, cultivándose exclusivamente por semillas que se plantan inicialmente en invernadero desde principios de la primavera hasta finales del

verano. Su hábitat ideal son los suelos fértiles, poco compactos y húmedos, con luz solar directa en invierno y algo de sombra en las épocas de más calor, evitando así que amarilleen sus hojas.

De la planta se recolectan prioritariamente las hojas antes de que florezcan y alcancen su máximo tamaño, siendo las más tiernas las que ofrecen mayor olor, aunque también se emplean sus raíces para realizar algunos preparados.

Usos agrícolas

El Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Alimentario (IMIDA) ha desarrollado un insecticida natural procedente de los aceites esenciales de albahaca, coriandro y alcaravea, letales para los gorgojos del arroz, además de considerarse inocuos para el ser humano y el medio ambiente por su volatilidad.

Aceite de Cacahuete (*Arachis hypogaea*)

Planta anual leguminosa es originaria de África y se cultiva en la zona central, donde se ha aclimatado muy bien.

Propiedades

El maní o cacahuete, posee excelentes propiedades nutritivas: grasas 45 % proteínas 33 %. Comparado con la carne de mediana gordura, contiene cuatro veces más de grasas y vez y media más de proteínas. En sustancias minerales útiles al organismo, se destacan las proporciones de hierro 4 miligramos por ciento igual a la carne; calcio 128 miligramos, semejante al de la leche; y de fósforo 49 miligramos más que la soya. Contiene vitaminas B1 y B2, en mayor cantidad que las frutas y verduras en general.

Aceite de Ajonjolí (*Sesamum indicum*)

Se conoce como ajonjolí a una pequeña semilla oleaginosa cuya procedencia se otorga a África y la India. En tiempos remotos se utilizaba para espesar los alimentos y dar un sabor especial a las comidas. Parece ser que la conocieron los habitantes que residían a orillas de los ríos Tigris y Éufrates y llegó a América de la mano de los esclavos africanos.

Las semillas de ajonjolí surgen de una planta herbácea de la familia de las Pedaliáceas. Puede llegar a medir 2 metros de altura, es de hojas opuestas, oblongas o lanceoladas, posee flores en forma de campana que van del blanco al rosa y su fruto cuenta con cuatro cápsulas cargadas de las valoradas semillas.

El ajonjolí se consume actualmente en las cocinas de casi todo el mundo, no sólo por su aroma y delicioso sabor, es que además es muy saludable por su aporte en grasas insaturadas (alrededor de un 55%), entre ellas la lecitina (más que la soja), por lo que estas semillas son muy adecuadas para regular los niveles de colesterol. Este diminuto tesoro alimenticio aporta además hierro, proteínas, calcio, zinc y también fibra, así que estimula la digestión, aumenta la inmunidad natural y es un estupendo reconstituyente.

Podemos encontrar semillas de sésamo crudas o tostadas, blancas o negras son las más comunes en nuestro mercado, pero hay más variedades y con ellas se puede, además de dar sabor a los platos, hacer cantidad de productos que mantienen sus valorables cualidades, como el aceite de sésamo, que se obtiene tras su prensado en frío. Insustituible en ensaladas y otras elaboraciones, preferiblemente en crudo para aprovechar todas sus características.

Aceite de Almendra (*Prunus amygdalus*)

Árbol de hoja caduca de tamaño mediano de ramas rectas y hojas simples, lanceoladas. Flores color blanco rosáceo, se presentan solas o en parejas. El

fruto es una drupa carnosa y el hueso es la almendra. Existen dos tipos el almendro dulce (var. Dulcis) y el amargo (var. Amara). Proviene de Oriente. Se usan las almendras dulces (*Prunus amygdalus* Stokes var. Dulcisi) en la obtención del aceite de almendras, de vasto uso en dermatología, y las amargas (*Prunus amygdalus* Stokes var. amara), con las que se elaboran varias formas galénicas.

Efecto tóxico

Las almendras amargas en dosis elevadas, son tóxicas, ya que deprimen el sistema respiratorio, con asfixia, convulsiones, hipotermia, pérdida de conciencia y muerte.

El CNH en el aceite esencial de almendras amargas (2-4%), se elimina en el proceso de purificación. Cada almendra amarga contiene aproximadamente 1 mg de CNH, son necesarias unas pocas para producir la muerte a un niño.

La administración por largos periodos de almendras amargas produce, en animales, un aumento de la espermiogénesis y de la movilidad de los espermios.

El aceite de almendras dulces es muy usado en dermatología como vehículo oleoso y por sus propiedades cicatrizantes, emolientes y anti-inflamatorias.

Imbibición de la semilla

El primer paso para que se inicie la germinación es que la semilla entre en contacto con el agua. Ésta es fundamental para que la semilla se rehidrate y exista un medio acuoso donde los procesos enzimáticos puedan llevarse a cabo. La semilla requiere de una pequeña cantidad de agua para rehidratarse, generalmente no más de 2 a 3 veces su peso seco; sin embargo, la nueva plántula tiene requerimientos mayores para que sus raíces y hojas puedan seguir desarrollándose. Son dos los factores que deben tomarse en cuenta al analizar el proceso de absorción (llamado imbibición) de agua por parte de la semilla: 1) las relaciones de la semilla con el agua, y 2) la relación entre la semilla y el sustrato.

La cantidad de agua que absorbe y la velocidad con que lo hace están determinadas por procesos físicos de difusión y por las propiedades de los coloides. El agua tiene que atravesar una membrana permeable, la cual presenta una alta concentración de sustancias en uno de los lados. Las moléculas del solvente penetran a la sustancia que se está hinchando o imbibiendo, ocupando los espacios capilares e intermicelares del coloide. Esto produce una presión de imbibición, de fuerza considerable, la cual llega a alcanzar valores de cientos de atmósferas. Esta presión puede llevar al rompimiento de la testa durante la germinación. En las semillas, el principal componente que se imbibido de agua son las proteínas; también participan otros compuestos como los mucílagos y la celulosa.

La hidratación de una semilla se produce en tres fases. En la fase I se lleva a cabo la absorción inicial del agua (imbibición) y es consecuencia de las membranas celulares y de las fuerzas ejercidas por los contenidos; ocurre tanto si la semilla está viable como si no lo está, si está latente o no. Es independiente de la actividad metabólica de la semilla, aunque ésta se inicia rápidamente con la entrada del agua. La fase II corresponde a un periodo de rezago. Las semillas muertas y las latentes mantienen este nivel de hidratación. Para las semillas que no están latentes es un periodo de metabolismo activo que prepara la germinación; para las semillas latentes también es un periodo de metabolismo activo y para las muertas es un periodo de inercia. La fase III está asociada con la germinación y sólo la presentan las células viables, no latentes. Durante esta fase obviamente hay actividad metabólica, incluyendo el inicio de la movilización de las reservas almacenadas.

La superficie de la semilla que está en contacto con el suelo también afecta la capacidad de absorción de ésta. Mientras mayor es el contacto, más cantidad de agua puede ser absorbida. Por lo tanto, el tamaño y la estructura de la cubierta de la semilla son factores determinantes, al igual que la micro topografía del suelo. Desde la perspectiva de una semilla, la estructura del suelo es sumamente heterogénea. Está lleno de montículos, grietas, pendientes, etcétera, y éstos cambian con la textura del suelo. Así, no todas las posiciones de una semilla harán buen contacto con las partículas del suelo, ni tendrán acceso a suficiente

humedad para germinar. La forma y tamaño de la semilla también afectará. Se ha visto que conforme se incrementa el contacto de la semilla con el suelo, aumenta la velocidad con que ésta se hidrata y por tanto la germinación se lleva a cabo más rápidamente.

La imbibición de las semillas se determina también en función de su morfología. En algunas especies, la entrada principal de agua es por el micrópilo (zona donde la testa es más delgada), más que por toda la superficie de la testa (*Vicia* y *Phaseolus*). En algunas semillas de testa dura e impermeable, mientras no se perfora la testa el agua no puede penetrar y por lo tanto las semillas permanecen latentes. En algunas de las leguminosas es necesario remover una protuberancia que funciona como una especie de tapón, llamada estrofiolo (*Melilotus alba*, *Crotalaria egyptica*). Se ha visto que numerosos haces vasculares desembocan en este punto, por lo que una vez roto o removido el estrofiolo, es un canal de entrada importante de agua (*Acacia spp.*, *Albizzia lophantha*).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) y en el laboratorio de Citogenética de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada entre las coordenadas geográficas 25° 23' Latitud Norte y 103° 01' Longitud Oeste y con una altitud de 1743 msnm.

Material genético

Se utilizó semilla de frijol de tres variedades con diferente dureza las cuales fueron; Flor de Junio, Pinto Bayocora y Pinto Saltillo obtenidas del INIFAP de la zona de Zacatecas e impulsora de productores del estado, donde fue cosechado en el ciclo otoño – invierno del 2008, con un contenido de humedad del 12 ± 1 %, libre de impurezas y sin tratamiento.

Descripción de materiales

Pinto Bayocora

Bajo temporal esta variedad presenta un periodo de madurez fisiológica de 87 a 91 días y puede alcanzar un rendimiento medio de 1,000 kg/ha en ambientes de mediano potencial y 500 Kg/ha en ambientes de bajo potencial, si el manejo y la distribución de la lluvia son favorables; manifiesta excelente adaptación altitudes de 1,800 a 2,300 msnm.

Flor de Junio

Muestra una altura de 45 cm y las guías pueden alcanzar los 60 cm. Esta variedad tolera las enfermedades como el virus mosaico común y es moderadamente susceptible a roya, bacteriosis común y antracnosis. El rendimiento promedio es de 2940 Kg/ha y tiene un contenido promedio de proteínas entre 23 y 25%.

Tiene una buena aceptación en el mercado además de que se puede sembrar en cualquier época del año en sitios libres de heladas.

Pinto Saltillo

Es una variedad obtenida en el Programa de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la cual fue liberada en el año 2001 por el Campo Experimental Saltillo.

Esta variedad tolerante a enfermedades, tales como Antracnosis, Roya y Pudriciones de la Raíz, por lo que no requiere de aplicaciones de fungicidas para su control, lo que representa un ahorro en los costos de producción. Asimismo, dicha variedad es tolerante a sequía en condiciones de baja precipitación como las que se presentan en la región centro del Estado de Nuevo León.

Metodología

En el presente trabajo se realizó primeramente un análisis histológico para determinación de grosor de testa de cada variedad y luego se aplicaron los tratamientos en cada variedad con cinco extractos de aceite y ocho dosis incluyendo dos testigos uno absoluto con agua y otro agua con tween.

Análisis histológico

Para el análisis histológico de la testa se utilizaron los siguientes materiales: un micrótopo de mano "820" Spencer, American Optical, Microscopio

compuesto Carl Zeiss de fotografía, estufa GCA presión Scientific THELCO modelo 18 para el control de temperatura y tanque de flotación para baño maría WATER BATH presión Scientific GROUP modelo 181.

Las muestras se tomaron de cinco semillas al azar de cada variedad de frijol, se colocaron en formaldehído (contienen 90 cm³ de alcohol de 90%, 5 cm³ de formaldehído y 5 cm³ de ácido acético glacial).

Los cortes (testa) se colocaron en frascos con xilol puro, se agregó parafina y se metieron en la estufa a 35 °C por 24 horas después se les agregó más parafina y se elevó la temperatura a 45 °C, al cabo del tiempo se cambió a parafina pura, luego se elevó a 55 °C por 24 horas; el último paso de la infiltración se agregó más parafina y se elevó la temperatura a 60 °C por 24 horas.

Se utilizaron pequeñas cajas de aluminio, se les vació parafina y con la ayuda de una aguja de disección se extrajeron los cortes de los frascos, colocándose separados en los moldes, se colocó un solo tipo de corte por molde; cuando la parafina se vació se colocaron etiquetas hechas de cartoncillo especificando el tratamiento, la parte de la semilla dejándose a temperatura ambiente a solidificar.

Se montó el pedazo con la muestra sobre la platina del micrótopo, luego que la parafina se fijó se le quitó lo sobrante. Posteriormente se colocó el bloque en el micrótopo graduado a 15 micras, se niveló y se orientó hacia la cuchilla previamente limpia y dando vuelta a la manivela se obtuvo una tira larga de parafina con los cortes transversales enseguida se cortaron en cuatro cortes de muestra, llevándolos a baño maría (40 °C), esto con el fin de que la muestra se extendiera dejando un tiempo aproximado de 10 min, posteriormente sobre un porta objeto se untó uniformemente adhesivo de Haupt (1 g de gelatina, 15 cm³ de glicerina, dos gramos de metabisulfito de sodio por cada 100 cm³ de agua destilada), eligiendo la muestra, el portaobjeto se sumergió con cuidado y con la ayuda de una aguja de disección, se acercó el tejido y el porta objetos se levantó extrayendo la muestra, retirando el agua y el adhesivo de los lados, ya fijados se colocaron en gradillas identificando lo siguiente; el tipo de variedad del frijol.

Se prepararon una serie de reactivos, en frascos Coplin con una capacidad de ocho portaobjetos cada uno. Se colocaron las preparaciones de manera que el tejido quedara hacia la izquierda, para su identificación, ya que al meter al alcohol y no se maltrate el tejido de la preparación siguiente. Las preparaciones se pasaron por el primer frasco que contenía xilol puro (que se utiliza para quitar la parafina) por 10 minutos; posteriormente se cambiaron a frascos con alcohol etílico absoluto a 96 %, 85 %, 70 %, 60 % y 50 % colocando la última muestra en un frasco, la primera pasada al siguiente alcohol, después de enjuagarlas en agua destilada, se pasaron a una solución de safranina (1 g de safranina en 100 cm³ de agua destilada) donde duraron un tiempo de 15 minutos; lo siguiente fue pasarlas unos segundos por una serie de enjuagues, agua normal, agua destilada, alcohol etílico al 50 %, alcohol etílico al 60 %, alcohol etílico al 70 %, alcohol etílico al 85%, alcohol etílico al 95 %. Posteriormente las preparaciones se pasaron a una solución colorante verde rápido (0.5 verde rápido en 100 cm³ de alcohol 96°) por 5 a 7 segundos, se pasaron a los enjuagues de alcohol etílico 96°, alcohol absoluto I, alcohol absoluto II, se colocaron en carbón – xilol durante 5 minutos y por último se colocaron en xilol puro. Después de sacarlas del frasco se escurrieron y se llevó a cabo el proceso de montaje colocándole a las preparaciones unas gotas de bálsamo de Canadá como pegamento, tratando de poner las gotas enmarcando los cortes y colocándoles el cubreobjetos; se quitaron los excesos de pegamento con un trapo, se dejaron secar en las gradillas por una semana aproximadamente.

Ya que las preparaciones estuvieron montadas y secas, se observaron en el microscopio para seleccionar las preparaciones, donde se observó que no estuvieran rotos los tejidos, ni los bordes doblados o dañados, ni coloreados en exceso y que pudieran mostrar los tejidos de interés, una vez seleccionados se marcaron y se llevaron al proceso siguiente. A los tejidos seleccionados se les tomó microfotografías a dos aumentos, 10 X y 40 X.

Tratamientos

Se evaluaron un total de cinco tratamientos con ocho dosis los cuales se describen en el Cuadro 3.1, utilizando extractos de aceites como ajonjolí, jojoba,

almendra, cacahuate y albahaca con dosis de 100, 300, 500, 700, 900 y 1100 ppm, teniendo dos testigos, un testigo agua más tween 20 que es un dispersante y el otro testigo absoluto H₂O.

Cuadro 3.1 Descripción de tratamientos aplicados en tres variedades de frijol utilizando cinco extractos de aceites vegetales en diferentes dosis.

Tratamiento	Extracto de aceite	Dosis (ppm)
T1	Ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i>)	100, 300, 500, 700, 900, 1100
T2	Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	100, 300, 500, 700, 900, 1100
T3	Almendra (<i>Prunus amygdalus</i>)	100, 300, 500, 700, 900, 1100
T4	Cacahuate (<i>Arachis hypogaea</i>)	100, 300, 500, 700, 900, 1100
T5	Jojoba (<i>Buxus chinensis</i>)	100, 300, 500, 700, 900, 1100

Testigo absoluto: Agua, incluido en cada tratamiento

Testigo con un diluyente: Agua más Tween 20, incluido en cada tratamiento

Se colocaron 150 g de semilla de cada variedad en un frasco de vidrio de 250 mL y se aplicaron con ayuda de una micro pipeta de cada dosis por cada extracto de aceite teniendo tres frascos por dosis y aceite (tres repeticiones), observando que fuera cayendo uniformemente en todo el frasco y agitándose durante cinco minutos la semilla hasta haber absorbido el tratamiento.

Una vez tratada la semilla, se cerraron los frascos con una tapa perforada cubierta con malla y papel filtro debajo de esta, donde posteriormente se introdujeron en cajas de cartón y fueron almacenadas a temperatura ambiente con una HR de 25 % por 24 horas.

Parámetros evaluados

Se evaluó la tasa de imbibición de las semillas de cada tratamiento y dosis mediante el peso adquirido y acumulado cada ocho horas un tiempo de 56 horas, hasta obtener el 50% más 1 de emergencia de la semilla.

Tasa de imbibición

Se determinó mediante la metodología descrita por Alcocer (2000), en las tres variedades con sus tratamientos utilizando tres repeticiones de 20 semillas cada una; colocando la semilla en vasos de poliestireno con capacidad de 250 mL, anotando el peso inicial de la semilla en gramos, una vez pesada la semilla se agregaron 100 mL de agua destilada por repetición, dejando reposar a temperatura ambiente y evaluando cada ocho horas tanto el agua absorbida, peso adquirido y el peso acumulado de cada repetición, tratamiento y variedad.

Agua absorbida (AA)

Para la determinación de la cantidad de agua absorbida se calculó mediante la diferencia de los 100 mL de agua inicial por cada repetición, menos la cantidad de agua (en mL) que no fue absorbida por la semilla, calculada en cada tiempo. La cuantificación de agua en cada vaso (repetición) se realizó escurriendo la semilla con un cedazo de plástico, capturando el agua en una probeta graduada de 100 mL de capacidad. Cada vez que se evaluaba (cada ocho horas) se aforó a un volumen de 100 mL con agua destilada cada vaso y se dejó reposar otras ocho horas a medio ambiente; este proceso se repitió hasta las 56 horas al observar una germinación fisiológica del 50% más uno en cada repetición.

Peso adquirido (PA)

Cada ocho horas de reposo, que se escurría la semilla, se pesó en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión, anotando el dato en gramos. Para calcular el peso adquirido se considero el peso inicial de cada repetición en seco y se restó el peso de la semilla escurrida después de cada ocho horas de la prueba;

este proceso se repitió hasta las 56 horas al observar una germinación fisiológica del 50% más uno en cada repetición.

Peso acumulado (PAc)

Es cantidad (gramos) acumulada desde las ocho horas hasta llegar a las 56 horas.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el diseño completamente al azar con arreglo factorial de A X B X C, con tres repeticiones considerando el factor A las variedades de frijol, el factor B los aceites vegetales y el factor C las dosis.

Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + P_j + D_k + VP_{ij} + VD_{ik} + PD_{jk} + VPD_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada la i- ésima variedad, el j- ésimo aceite, en la K- ésima dosis.

μ = Efecto de la media general

V_i = Efecto de la i – ésima variedad

P_j = Efecto del j – ésimo aceite

D_k = Efecto de la k – ésima dosis

VP_{ij} = Efecto de la interacción i – ésima variedad por j- ésimo aceite

VD_{ik} = Efecto de la interacción de la i – ésima variedad por la k – ésima dosis

PD_{jk} = Efecto de la interacción de la j – ésimo aceite por la i – ésima dosis por –la k

VPD_{ijk} = Efecto de la interacción de la i – ésima variedad por el j- ésimo aceite por la k- ésima dosis

E_{ijk} = Error experimental

Las medias de cada variable se compararon mediante la prueba de DMS al nivel de significancia al 0.05 %, cuya fórmula consiste en:

$$DMS = t \sqrt{2(CME)/r}$$

Donde:

DMS: diferencia mínima significativa

t: valor tabulado depende del número de tratamientos (trat), grados de libertad del error (glee) y nivel de significancia (alpha).

CME: Cuadrado medio del error.

r: número de repeticiones.

Además de cada variable se le estimó su coeficiente de variación de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C.V. = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} \times 100$$

Donde:

C.V.= Coeficiente de variación.

C.M.E.E. =Cuadrado medio del error experimental.

\bar{x} = Media general.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de variedades de frijol en la prueba de análisis histológico de la testa

El cuadro 4.1 presenta los resultados del análisis histológico de la testa de cada una de las variedades en estudio expresada en micrómetros (μm), donde se puede observar que la variedad con mayor grosor de testa es la Pinto Saltillo con 90.18 μm seguida por la de Flor de Junio con 78.29 μm , siendo la variedad de Pinto Bayocora con la testa más delgada con 74.17 μm .

Con respecto a estos datos obtenidos esperamos que la variedad Pinto Saltillo muestre una menor tasa de absorción y Pinto Bayocora con la tasa de imbibición mayor.

Cuadro 4.1 Resultados de la prueba del análisis histológico de la testa de las semillas de frijol.

Variedad	Grosor de testa en μm
Pinto Bayocora	74.17
Flor de Junio	78.29
Pinto Saltillo	90.18

Tasa de imbibición

Los resultados del análisis de varianza (ANVA) mostraron que existió una diferencia altamente significativa entre las tres variedades estudiadas en los diferentes tiempos de evaluación de peso adquirido (PA a 8, 16, 24, 32, 40, 48 y 56 horas) dado en el cuadro 4.1, marcando que estas variedades tienen una

diferente velocidad de absorción de agua para la generación de peso dentro de su metabolismo.

En lo que respecta a la respuesta del PA en los diferentes tratamientos, el ANVA mostró que existe una diferencia altamente significativa entre ellos a las 8 horas de haber empezado la etapa de imbibición de las semillas con un CV de 20.54%, pero a las 16 horas no existió diferencia, sin embargo a las 24 horas se vuelve a mostrar que existió una diferencia altamente significativa, y a los siguientes tiempos de evaluación ya no existió ninguna diferencia, posiblemente se debió a que la absorción de las semillas se mantuvo en las siguientes horas, acumulando muy poca humedad por lo que ya no mostró diferencia.

Cuadro 4.2 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para el peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en tres variedades de frijol tratadas con extractos de aceites en diferentes dosis bajo condiciones de laboratorio.

Fuentes de Variación	GL	8	16	24	32	40	48	56
		HORAS						
Variedades	2	1248.53**	47.96**	108.78**	17.20**	2.13**	0.32**	0.18**
Aceites	4	1.13**	0.33 ^{NS}	0.38**	0.15 ^{NS}	0.07 ^{NS}	0.03 ^{NS}	0.04 ^{NS}
Var * Aceite	8	1.87**	0.21 ^{NS}	0.13 ^{NS}	0.13 ^{NS}	0.29**	0.09**	0.06 ^{NS}
Dosis	7	2.50**	0.63**	0.15 ^{NS}	0.17**	0.07 ^{NS}	0.03 ^{NS}	0.09 ^{NS}
Variedad * Dosis	14	1.29**	0.83**	0.35**	0.10 ^{NS}	0.11 ^{NS}	0.05*	0.17**
Aceite * Dosis	28	1.52**	0.22 ^{NS}	0.18 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.14**	0.05**	0.02 ^{NS}
Var * Aceite * Dosis	56	1.68**	0.18 ^{NS}	0.15 ^{NS}	0.07 ^{NS}	0.11**	0.05**	0.03 ^{NS}
Error	240	0.43	0.19	0.14	0.08	0.07	0.03	0.04
% CV		20.54	35.08	43.70	75.61	112.38	118.56	202.74

GL= grados de libertad; ** = Alta significancia; * = Significancia; NS= No significativo al 0.01 de probabilidad; %CV= Porcentaje del coeficiente de variación.

Variedades

En la prueba de comparación de medias entre las variedades estudiadas se encontró que la mejor respuesta en la tasa de imbibición por PA a las 8 horas fue Pinto Bayocora con 6.68 g, seguido por Pinto Saltillo con 1.86 g y por último

Flor de Junio con 0.86 g; lo cual coincide con los resultados encontrados en el grosor de la testa, donde la variedad Pinto Bayocora es la que obtuvo una testa más delgada y por ello absorbió más humedad en menos tiempo a diferencia de las 16 hasta las 56 horas la que obtuvo mayor respuesta fue Flor de junio manteniendo su incremento conforme pasaban las horas, Pinto Bayocora con 1.29 g, a las 24 horas nuevamente Pinto Saltillo obtuvo la mayor respuesta con 0.59 g, como se aprecia por los resultados (Cuadro 6.2) fue quien absorbió menos humedad coincidiendo con Vásquez y Cárdenas (1992), quienes encontraron que genotipos de frijol silvestre absorben menos agua, alrededor de 30 % en 48 horas. Debido a que la absorción de agua es una característica que puede ser afectada por el ambiente de producción (Egley, 1989); estas diferencias de resultados entre las variedades pueden deberse tanto a las características propias de cada genotipo como a las diferencias climáticas y culturales de los sitios de producción como lo mencionan Castellanos et al., (1993).

Flor de Mayo Bajío como es variedad mejorada que se caracteriza por un bajo tiempo de cocción (Castellanos et al., 1993) al igual que Flor de junio, donde también inicia rápidamente la imbibición de agua. La imbibición lenta se ha asociado con dificultades en el proceso de germinación (Gómez-Roldán et al., 1999) y se ha señalado a la testa como barrera estructural que dificulta el paso del agua al interior del grano (Egley, 1989; López et al., 1998) como sucedió con Pinto Saltillo.

Otra de las características que nos pudieran marcar las diferencias de imbibición entre las variedades, fue el efecto del sellado del micrópilo-hilio de cada variedad ya que Tovar (1997) y Gómez-Roldán et al., (1999), mencionan que en algunos genotipos tienen una reducción en la imbibición que puede ser hasta del 50 % y se da con mayor intensidad en fases tardías de remojo, lo cual indica que la absorción de agua en la semilla se da a través de dos estructuras, tanto por el micrópilo e hilio como por la testa, donde se resalta que el hilio y el micrópilo intervienen en la regulación de la absorción de agua.

En los genotipos cultivados, Flor de Mayo Bajío mostró una cinética de absorción de agua similar a la de la semilla íntegra. Este hecho indica que en esta

variedad la penetración de agua hacia el interior de la semilla se lleva a cabo básicamente a través de la testa.

La variedad Bayocoba evidenció una baja participación del micrópilo-hilio en las fases tempranas del proceso de imbibición de agua y alta participación de la testa en fases posteriores del remojo y fue capaz de superar el efecto de la testa como barrera mecánica al paso del agua en las fases tardías. En las cinéticas de absorción de los genotipos Bayo Baranda, Pinto Villa y Negro Tacaná encontradas por Vásquez y Cárdenas (1992), fue que el nivel en donde los porcentajes de absorción permanecen prácticamente constantes se interpreta como la cantidad de agua absorbida por la mayoría de las semillas de la muestra, ya que no todas lograron vencer la resistencia de la testa al paso del agua, que en el caso de este trabajo de investigación, otra posible explicación a esas diferencias en las variedades fue que por ser de un habito indeterminado con un prolongado periodo de floración, las semillas que se formaron de las primeras flores sufrieron mayor intemperización, haciéndolas más permeables que aquellas que se generaron de las últimas flores.

Cuadro 4.3 Prueba de comparación de medias del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo de las tres variedades de frijol estudiadas.

VARIEDAD	HORAS						
	8	16	24	32	40	48	56
PINTO BAYOCORA	6.68 ^A	1.29 ^B	0.43 ^B	0.17 ^B	0.14 ^B	0.16 ^A	0.08 ^B
FLOR DE JUNIO	0.86 ^C	1.85 ^A	1.95 ^A	0.81 ^A	0.39 ^A	0.18 ^A	0.15 ^A
PINTO SALTILLO	1.86 ^B	0.59 ^C	0.20 ^C	0.14 ^B	0.20 ^B	0.09 ^B	0.08 ^B

A, B y C= Diferentes grupos estadísticos.

Tratamientos

En lo que respecta a los tratamientos, en la prueba de comparación de medias se encontraron dos grupos estadísticos mostrados en el cuadro 4.4, donde el tratamiento con Almendra obtuvo una respuesta mayor de absorción en peso acumulado (PA) entre 3.31 a 3.19 g al primer tiempo (8 horas), a las

siguientes 16 horas de ser el mayor en PA (1.26 g), pero siguió permaneciendo al primer grupo estadístico junto con Ajonjolí y Albahaca teniendo valores de 1.35 y 1.24 g cada uno; a las 24 horas Ajonjolí fue el que obtuvo mayor PA aunque en menos cantidad, la cual fue de 0.96 g seguido de Cacahuate (0.88 g), Albahaca (0.87 g), Almendra (0.81 g) y Jojoba (0.77 g); ya para las 32 horas, los que más absorbieron fueron Almendra y Jojoba ambos con 0.42 g, seguidos de Albahaca (0.38 g), Ajonjolí (0.33 g) y Cacahuate (0.32 g); en las 40 horas de la prueba, nuevamente Almendra mostró tener mayor PA con 0.29 g, seguido ahora por Albahaca (0.26 g) y el que menos PA obtuvo fue Cacahuate (0.21 g); en las 48 horas de la tasa de imbibición Albahaca siguió absorbiendo humedad reflejada en el PA con 0.18 g, seguido de Almendra y Jojoba ambos obteniendo 0.14 g y finalmente Ajonjolí y Cacahuate quienes acumularon menos peso con 0.13 g; a las 56 horas Jojoba resultó absorber más humedad registrando un PA de 0.13 g, seguido de Albahaca, Almendra y Cacahuate con peso de 0.12 a 0.09 g, quedando como el tratamiento con menor PA a Ajonjolí (0.07 g).

Cuadro 4.4 Prueba de comparación de medias del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo de los tratamientos con aceites vegetales en tres variedades de frijol estudiadas.

TRATAMIENTO	HORAS						
	8	16	24	32	40	48	56
ALBAHACA	3.24 ^A	1.24 ^{AB}	0.87 ^{AB}	0.38 ^A	0.26 ^A	0.18 ^A	0.12 ^A
ALMENDRA	3.31 ^A	1.26 ^{AB}	0.81 ^B	0.42 ^A	0.29 ^A	0.14 ^A	0.11 ^A
AJONJOLI	2.99 ^B	1.35 ^A	0.96 ^A	0.33 ^A	0.23 ^A	0.13 ^A	0.07 ^A
CACAHUATE	3.19 ^{AB}	1.20 ^B	0.88 ^{AB}	0.32 ^A	0.21 ^A	0.13 ^A	0.09 ^A
JOJOBA	3.27 ^A	1.18 ^B	0.77 ^B	0.42 ^A	0.24 ^A	0.14 ^A	0.13 ^A

Letras iguales pertenecen al mismo grupo estadístico.

Dosis

Respecto a los resultados obtenidos en base a las dosis en la prueba de comparación de medias se encontraron tres grupos estadísticos donde la dosis que obtuvo mayor cantidad de absorción en peso adquirido (PA) en las primeras 8 horas el testigo de agua + tween (TAt) con 3.62 g como se muestra en el cuadro

4.5, seguido de 900 ppm (3.39 g), 300 ppm (3.37 g), 700 ppm (3.16 g), 100 y 1100 ppm ambos con 3.08 g, el testigo agua (TA) con 2.97 g y 500 ppm (2.94 g); en las siguientes 16 horas el que mostró mayor PA fue TAt (1.48 g), 700 ppm (1.30 g), TA (1.28 g), 1100 ppm (1.27 g), 900 ppm (1.22 g), 500 ppm (1.18 g), 100 ppm (1.13 g) y 300 ppm con 1.11 g; ya en las 24 horas el que mayor PA obtuvo fue 1100 ppm (0.94 g), 100 ppm (0.92 g), 500 ppm (0.90 g), TAt con 0.86 g, 900 ppm (0.85 g), TA y 700 ppm ambos obteniendo 0.84 g, y por último 300 ppm (0.75 g); a las 32 horas el mayor en PA fue TA obteniendo 0.49 g y el que menor peso obtuvo fue 900 ppm con 0.29 g; a las 40 horas ya transcurridas de la prueba el que tuvo una mayor absorción en PA fue 1100 y 500 ppm ambos con 0.29 g, 900 ppm (0.27 g), 300 ppm (0.26 g), TAt (0.24 g), 700 ppm (0.22 g), 100 ppm (0.20 g) y por último el TA que fue el de menor PA obteniendo 0.17 g; en el siguiente bloque de tiempo (48 horas) el de mayor PA fue 500, 900 y 1100 ppm todos ellos con 0.17 g, 100 ppm y TAt ambos con 0.15 g, 700 ppm (0.14 g), TA y 300 ppm ambos demostrando la cantidad de 0.10 g ya en las últimas 56 horas el de mayor PA fue TA aumentando 0.19 g, seguido de 700 ppm (0.13 g), continuando con 100 ppm (0.11 g), TAt y 900 ppm ambos con 0.10 g, 500 ppm (0.08 g), 1100 ppm (0.07 g) y para finalizar el de menor PA fue 300 ppm con 0.05 g.

Cuadro 4.5 Prueba de comparación de medias del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo de las dosis evaluadas en tres variedades de frijol estudiadas.

DOSIS	HORAS						
	8	16	24	32	40	48	56
AGUA	2.97 ^C	1.28 ^{BC}	0.84 ^{AB}	0.49 ^A	0.17 ^B	0.10 ^B	0.19 ^A
AGUA+TWEEN	3.62 ^A	1.48 ^A	0.86 ^{AB}	0.31 ^B	0.24 ^{AB}	0.15 ^{AB}	0.10 ^B
100 ppm	3.08 ^C	1.13 ^{BC}	0.92 ^A	0.36 ^B	0.20 ^{AB}	0.15 ^{AB}	0.11 ^{AB}
300 ppm	3.37 ^{AB}	1.11 ^C	0.75 ^B	0.40 ^{AB}	0.26 ^{AB}	0.10 ^{AB}	0.05 ^B
500 ppm	2.94 ^C	1.18 ^{BC}	0.90 ^{AB}	0.36 ^B	0.29 ^{AB}	0.17 ^{AB}	0.08 ^B
700 ppm	3.16 ^{BC}	1.30 ^{AB}	0.84 ^{AB}	0.40 ^{AB}	0.22 ^{AB}	0.14 ^{AB}	0.13 ^{AB}
900 ppm	3.39 ^{AB}	1.22 ^{BC}	0.85 ^{AB}	0.29 ^B	0.27 ^{AB}	0.17 ^A	0.10 ^B
1100 ppm	3.08 ^C	1.27 ^{BC}	0.94 ^A	0.37 ^B	0.29 ^A	0.17 ^A	0.07 ^B

Letras iguales pertenecen al mismo grupo estadístico.

Interacción variedad por tratamiento

De acuerdo a la figura 4.1, se puede observar que de las tres variedades, Pinto Bayocora fue la que mejor imbibió agua en las primeras 8 horas en todos los tratamientos, sobresaliendo Almendra, y Jojoba y de menor absorción fueron Ajonjolí y Cacahuete; a las 16 horas esta misma variedad la respuesta de peso adquirido fue similar en todos los tratamientos; ya en las siguientes horas la respuesta fue casi nula como lo muestra la figura 4.1.

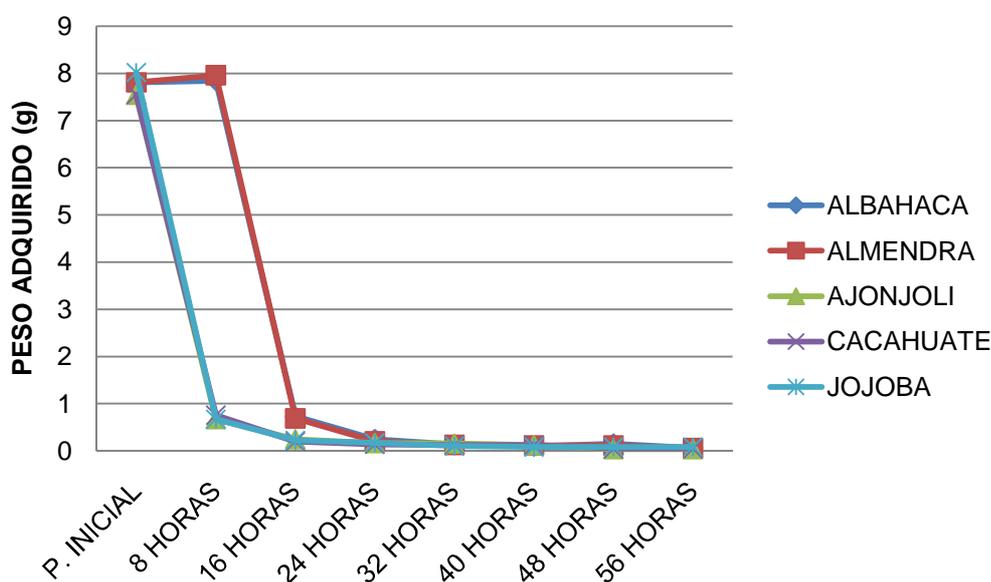


Figura 4.1 Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Pinto Bayocora por diferentes extractos de aceites vegetales.

Por otra parte la variedad flor de Junio fue la segunda mejor en la absorción de agua (Figura 4.2); en las primeras 8 horas los tratamientos que destacaron fueron Albahaca y Ajonjolí y la que menor absorción obtuvo fue Jojoba; en las siguientes 16 horas el tratamiento Jojoba fue la que mayor absorbió y Almendra con la menor absorción, esta variedad todavía a las 24 horas siguió demostrando una absorción similar en todos los tratamientos.

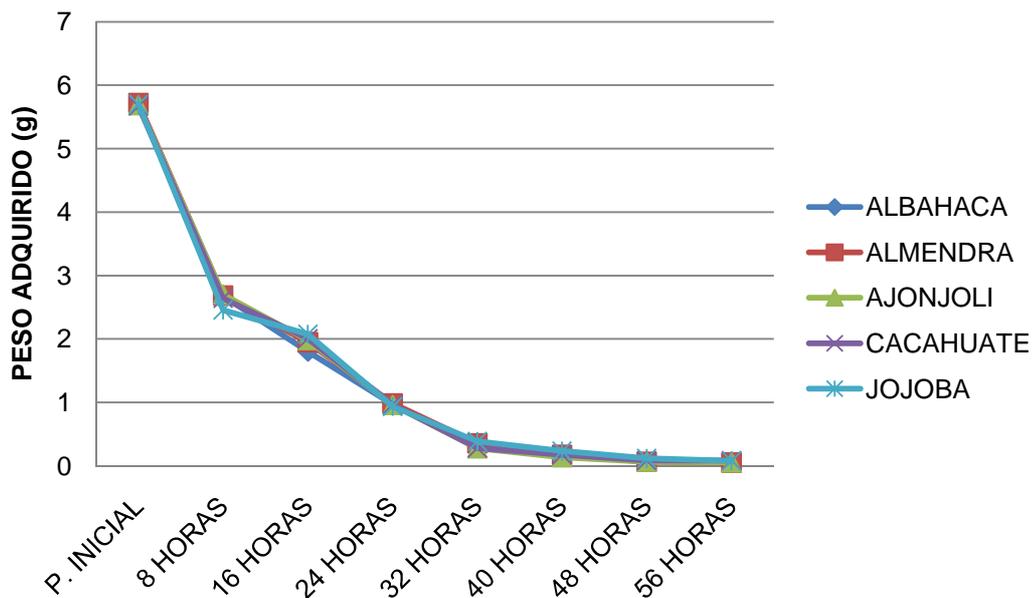


Figura 4.2 Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Flor de Junio por diferentes extractos de aceites vegetales.

Por último se tuvo a Pinto Saltillo al parecer esta presentó los pesos más bajos en los resultados como se muestra en la figura 4.3 demostrando en las primeras 8 horas que el tratamiento Albahaca fue el que obtuvo una mayor respuesta a la absorción y en último lugar de absorción fue Jojoba; a las 16 horas Ajonjolí fue la que mayor absorción tuvo y en el resto de los demás tratamientos obtuvieron una absorción casi igual.

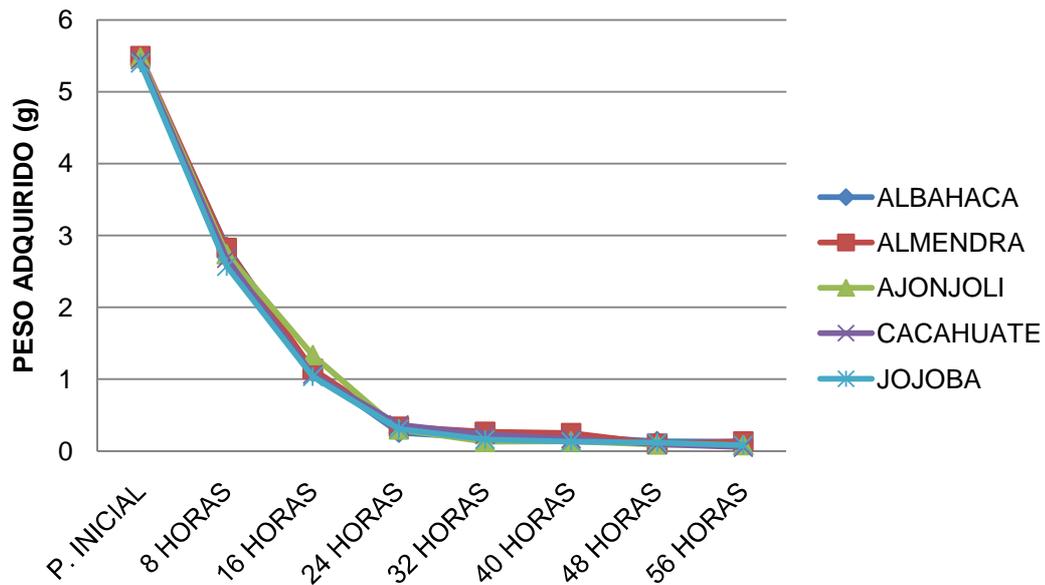


Figura 4.3 Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Pinto Saltillo por diferentes extractos de aceites vegetales.

En cada uno de los tratamientos como se muestra en las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se observa como a cierto tiempo expuesta, las semilla de frijol llegan a un tiempo donde permanece constante el peso adquirido, donde las tres variedades en su mayoría después de las 16 horas de imbibición permanecen con una absorción constante esto explica que la primera fase de germinación se puede dar entre las 16 y 24 horas de imbibición para poder entrar a la segunda etapa del proceso; lo cual corrobora lo descrito anteriormente, donde pudiera existir cierta relación del grosor de testa en la absorción de agua, como Pinto Bayocora, que así mismo estos influyeron en la primera etapa de la germinación y se confirmó con flor de Junio que fue la segunda testa delgada y en la tasa de imbibición y por último pinto Saltillo donde su testa es más gruesa y absorbió menor cantidad de agua por lo que su primera etapa en el proceso de germinación fue más lenta.

Interacción variedad por dosis

En la figura 4.4, se observa que de las tres variedades estudiadas, Pinto Bayocora fue la que mejor imbibió agua en las primeras 8 horas en todas las dosis, estando en primer lugar el testigo con agua, seguida de 900 ppm, después se encontraron el testigo agua + tween, 100 ppm, 300 ppm y 700 ppm donde obtuvieron una misma absorción de agua y por último las dosis 500 y 1100 ppm que absorbieron menor cantidad; esta misma variedad todavía a las 16 horas siguió absorbiendo agua en testigo con agua, seguido de la dosis 100 ppm, mientras que en las demás dosis con el testigo con agua + tween la absorción fue similar.

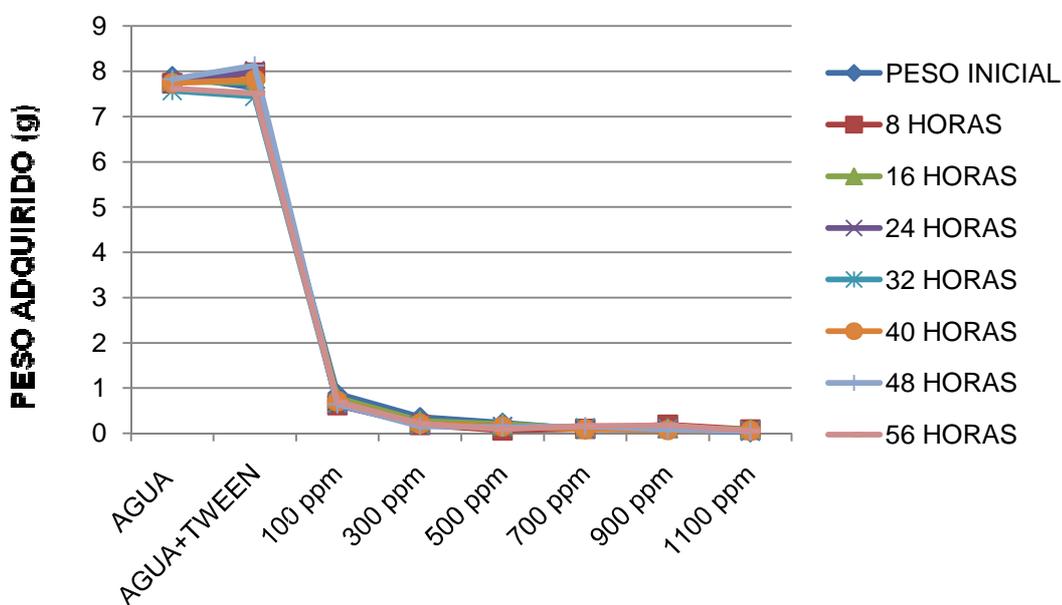


Figura 4.4 Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Pinto Bayocora por diferentes dosis de extractos de aceites vegetales.

La variedad Flor de Junio fue la segunda mejor en absorción de agua en las primeras 8 horas como lo muestra la figura 4.5 siendo la dosis 900 ppm la mejor en absorber mayor cantidad de agua seguido de 100 y 1100 ppm y la menor fue el testigo con agua; a las 16 horas las dosis con mayor absorción de agua fueron 300, 500, 700, 900 y 1100 ppm, mientras la de menor fue 100 ppm, el

testigos con agua y el agua + tween; en las 24 horas todas las dosis con los testigos demostraron una absorción muy semejante.

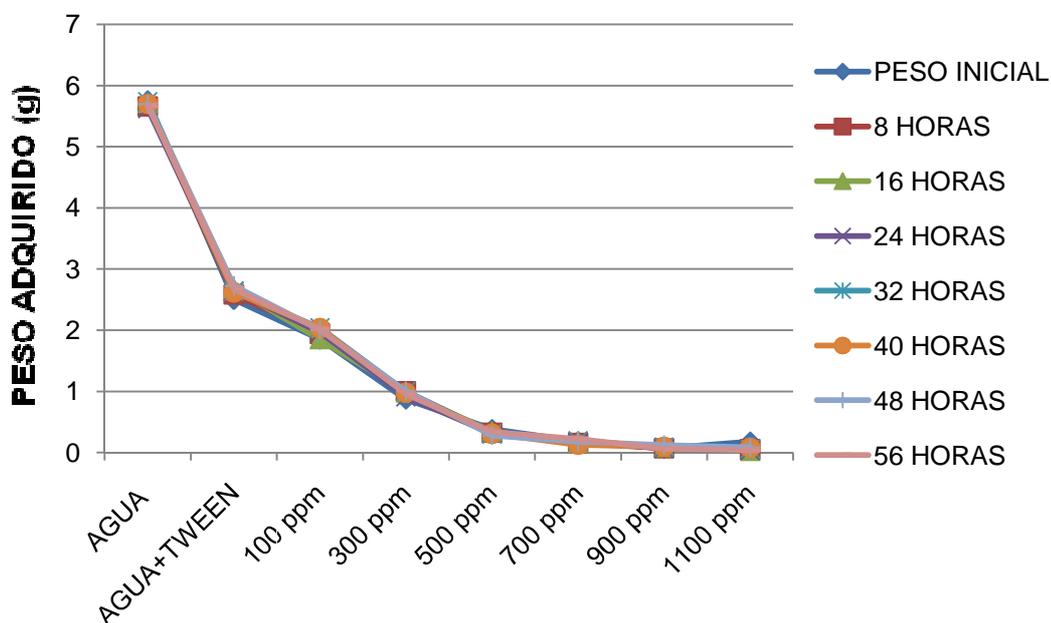


Figura 4.5 Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Flor de Junio por diferentes dosis de extractos de aceites vegetales.

Por último la variedad que menor absorción mostró fue Pinto Saltillo donde la que obtuvo una mejor absorción de agua fue el testigo con agua + tween seguido de la dosis de 300 y 1100 ppm, luego siguieron el testigo con agua, las dosis 100 y 700 ppm las ultimas con menor absorción fueron 500 y 900 ppm; a las 16 horas esta misma variedad la respuesta de absorción de agua fue el testigo agua + tween la que mostró mayor respuesta después le siguió la dosis 1100 ppm y la que menos absorbió fue el testigo con agua; en las siguientes horas la respuesta fue casi nula como lo muestra la figura 4.6.

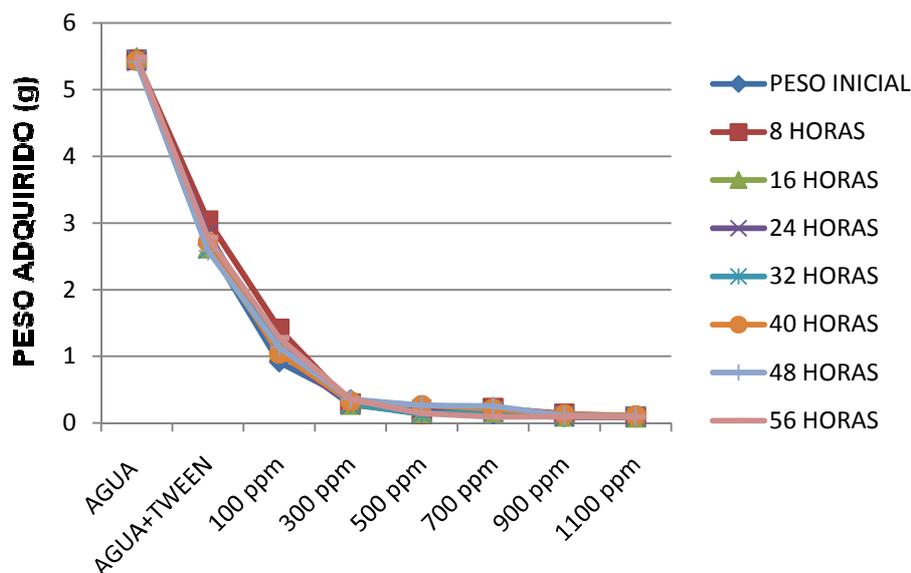


Figura 4.6 Respuesta del peso adquirido en la tasa de imbibición a través del tiempo en la interacción de la variedad de frijol Pinto Saltillo por diferentes dosis de extractos de aceites vegetales.

Los testigos presentaron diferente comportamiento entre las tres variedades durante las primeras horas pero después de las 16 horas se uniformizaron, donde la tendencia de la curva parece ser muy uniforme y presentándose como si fuese una misma línea e imbibiendo el agua de manera similar entre las dosis establecidas, al parecer la cantidad de las dosis no fue un impedimento para poder las semillas iniciar la primera etapa de germinación.

Las dosis de los aceites vegetales no presentaron agresividad en la semillas que les ocasionara problemas en la imbibición sin embargo se ve muy marcado que a cierto tiempo las semillas llegan a un peso constante sin imbibir más agua.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- La testa de las variedades estudiadas es diferente donde pinto Bayocora tiene menos grosor, seguido de flor de junio con un grosor intermedio y Pinto Saltillo más grueso.
- La tasa de imbibición en las variedades estudiadas es diferente a través del tiempo de exposición, donde Pinto Bayocora tiene una mayor respuesta en la absorción en comparación con Flor de Junio y Pinto Saltillo.
- En la variedad Pinto Bayocora, el testigo con agua tiene una respuesta positiva en su tasa de imbibición así como en la dosis 900 ppm dando un mejor resultado en la absorción a las primeras 8 horas sobre todo con los extractos de aceites vegetales Almendra y Jojoba.
- En la variedad Flor de Junio a una dosis 900 ppm tiene una mejor respuesta en la absorción con los extractos de aceites vegetales Albahaca y Ajonjolí a las primeras 8 horas de imbibición.
- En la variedad Pinto Saltillo, el testigo agua + tween tiene una mejor respuesta a la imbibición así como en las dosis 300 y 1100 ppm dando un mejor resultado de absorción durante las primeras 8 horas sobre todo con el extracto de aceite vegetal Albahaca.
- Después de las primeras ocho horas la respuesta de imbibición es semejante en todos los aceites vegetales estudiados.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, M. 1991. Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsc, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha dominica* (FABR). Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 130 p.
- Alcocer, E. B. 2000. Imbibición, atributos de calidad en semilla de trigo macarronero *Triticum furhidum* var. *durum* y su efecto sobre el cultivo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah, México.
- Andonegi, G. 2005. Substancias tóxicas en la oxidación de grasas y aceites. En línea: <http://www.eurekalert.org/staticrel.php?view=eftsi052505sp>. Actualización: Octubre 2009.
- Anónimo, 2004. El deterioro de las semillas. En línea: www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/.../Roqueiro.pdf. Actualización: Octubre 2009.
- Anónimo, 2007. Aceites vegetales. En línea: <http://www.aceite-vegetal.propiedades.pdf.com>. Actualización: Octubre 2009.
- Anónimo, 2008. Aceites esenciales. En línea: <http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/sanchezedwards/aceitesesenciales.doc>. Actualización: Octubre 2009.
- Azcón Bieto J. y M. Talón. 2003. Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGrawHill/Interamericana. Barcelona, España. 522 p.
- Carmona, M.A. 2001. Efecto del fungicida iprodione y sus mezclas con thiram y triticonazole en el control de *drechslera teres* en semillas de cebada. En línea: <http://www.universidad.agronomia.funficidad.fgd.lkjs.pdf.com>. Actualización: Octubre 2009.
- Casida J.E. y Quistad G.B. 1998. Golden age of oxidac –cide research: Past, present, or future?. *Annu. Rev. Entomol.* 42, 1-16.
- Castiglioni, E. 2002. Evaluación del efecto toxico de extractos acuosos y derivados de meliceas sobre tetranychus urticae (koch) (acari, tetranychidae). En línea: www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL6/2/p75-82.pdf. Actualización: Octubre 2009.
- Cubas, M. 2002. Plantas que protegen a otras plantas una alternativa a los cultivos Genéticamente Modificados resistentes a plagas. Revista agroecología LEISA. 17 (4).

- CIAT, 2008. Tratamiento a semillas de frijol. En línea: <http://www.ciat.cgiar.org/inicio.htm>. Actualización: Septiembre 2009.
- CNBA, 1998. Composición de los aceites vegetales. En línea: <http://www.cnba.uba.ar/>. Actualización: Septiembre 2009.
- Castellanos, Z. J.; Guzmán–Maldonado, S. H.; Jiménez, A.; Mejía, C.; Muñoz–Ramos, J. J.; Acosta–Gallegos, J.; Hoyos, G.; López–Salinas, E.; González–Eguiarte, D.; Salinas–Pérez, R.; González–Acuña, J.; Muñoz–Villalobos, J. A.; Fernández–Hernández, P. y Cácares, B. 1997. Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. Arch. Latinoamér. Nutr. 47(2): 163–167.
- Egley G. H (1989). Water impermeable seed coverings as barriers to germination. Plenum Press Series A: Life Sciences 187: 207-223.
- FIS, 2002. El tratamiento de semillas una herramienta para la agricultura sostenible, En línea: [www.worldseed.org/.../Seed_Treatment_a_Tool_for_Sustainable_Agriculture_\(Sp\).pdf](http://www.worldseed.org/.../Seed_Treatment_a_Tool_for_Sustainable_Agriculture_(Sp).pdf). Actualización: Septiembre 2009.
- Fidecomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México. (FIRA). 2001. El frijol en México, competitividad y oportunidades de desarrollo. Boletín Informativo vol XXXIII. Num. 316. Morelia, Michoacán.
- Georges. K. ; Jayaprakasam, B.; Dalavoy, S.y Nair, M. 2000. Pest-managing activities of plant extracts and anthraquinones from *cassia nigricans* from oxidaci faso. Bioresour technol. En línea: www.inia.es/gcontrec/pub/160-164_1235655260640.pdf. Actualización: Septiembre 2009.
- Gómez-Roldán M. C, P. Pérez-Herrera, J. Valdéz-Carrasco, J. A. Acosta-Gallegos (1999). Characteristics of de seed coat in wild and cultivated *Phaseolus vulgaris* L. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 42:91-92.
- Gutiérrez, F.y Gumez, A. 1991. Tratamiento de semillas y medidas de control. En línea: <http://www.trat.hsd.medidas.hsss.biol-agro.com>. Actualización: Septiembre 2009.
- Gutiérrez, F. 2007. Papel de los polifenoles en la oxidación del aceite de oliva virgen proyecto cao98-006. En línea: <http://www.aceite-oliva.uni.biol.com>. Actualización: Septiembre 2009.
- Guzmán–Maldonado, S. H.; Acosta–Gallegos, J. A.; Alvarez–Muñoz, M. A.; García–Delgado, S. y Loarca–Piña, G. 2002. Calidad alimentaria y

potencial nutracéutico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. Téc. Méx. 28:159–173.

Hangen, L. y Bennink, M. R. 2002. Consumption of black beans and navy beans (*Phaseolus vulgaris*) reduced azoxymethane-induced colon cancer in rats. Nutr. Cancer 22:60-65.

Jimenez, M.; Aguilar, M.; Zambrano, M.y Kolar, E. 2001. Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas. Journal of the Mexican chemical society. México. 89 p.

Lagunes, T. A; Domínguez, R. R.y Rodríguez, J.C.M. 1994. Plagas de Maíz. Documento de trabajo. C.P., U.A.CH. México, D.F. 100 p.

López H. M, B. C. Peña-Valdivia, R. J. Aguirre R, C. Trejo L (1998). Effects of domestication on *Phaseolus vulgaris* L., germination. Ann. Rep. Bean Impr. Coop. 41: 117-118.

Martínez, L. J. 2008.Control del *sitophilus zeamais* en semilla de maíz bajo condiciones de almacén con aceites vegetales. XLIII Congreso nacional de la SME León, Guanajuato, México.

Nikolaeva, F.M. 1978, "Factors controlling the seed dormancy pattern", en: kahan, A.A. (ed.) *Physiology and biochemistry the seed dormancy and germination*, Elsevier/North Holland Biomedical Press. Holanda, págs. 50-73.

Pérez, M.J. 2008.susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo del Maíz *Sitophilus zeamaís* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) de varias localidades de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 142 pp.

Pérez García, F. y Martínez-Laborde, J.B., 1994; INTRODUCCION ALA FISILOGIA VEGETAL.

Ríos-Ugalde, C.; Reynoso, R.; Torres-Pacheco, I.; Acosta-Gallegos, J. A.; Palomino-Salinas, Ramos-Gómez, M.; González-Jasso, E. y Guzmán-Maldonado, S. H. 2007. Efecto del consumo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el cáncer de colon en ratas Sprague-Dawley. Agric.Téc. Méx. 33:43-52.

Rolston, MI P. 1978, "Water impermeable seed dormancy", *The Bot. Rev.* vol.4 (3), págs. 365-396.

SAGARPA. 2008. Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Consulta de consumo per cápita de Fríjol.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación– Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SAGARPA)– (SIACON), 2006. Sistema de Información Agropecuaria. (Consultado, 2006).

Silva, G.; Lagunes, A.; Rodríguez, J.; Rodríguez, D, 2002. Insecticidas vegetales: una vieja y una alternativa para el manejo de plagas. Manejo integral de plagas y agroecológica, v.66, p.4-12.

Taylorson, R. B, 1979,“Overcoming seed dormancy with ethanol and other anesthetics”, Planta, vol. 145 (5), págs. 507-510.

Tovar M. M. E. (1997). Determinación de los cambios estructurales relacionados con el fenómeno de reversibilidad del endurecimiento en dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 49 pág.

Vásquez C. G y F. Cárdenas. R (1992), Características físicas, tecnológicas y proteínicas de frijoles (*Phaseolus vulgaris L.*) silvestres y cultivados. Archi. Lat. Nutr. 42(2):201-209.

Willian, R.L. 2005. Pre – tratamiento de semillas. En línea: <http://www.semillas.biol.trat.gts-granos.pdf.com>. Actualización: Septiembre 2009.

http://w4.siap.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Frijol/Descripcion.pdf

<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/MONOGRAFIA%20FRIJOL.pdf>

<http://faostat.fao.org>