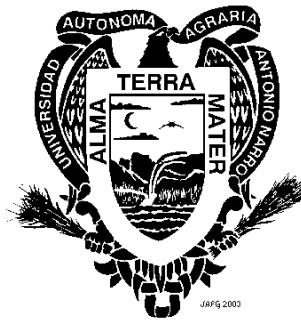


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA



**Evaluación de Extractos Orgánicos sobre la Germinación de
Semillas de Papaya (*Carica papaya* L.) Cv. Hawaiana Obtenida Bajo
Seis Métodos de Extracción y Almacenada por 240 Días a
Temperatura Ambiente.**

Por:

Elvira Velázquez Velázquez

Tesis

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA

Evaluación de Extractos Orgánicos sobre la Germinación de
Semillas de Papaya (*Carica papaya* L.) Cv. Hawaiana Obtenida Bajo
Seis Métodos de Extracción y Almacenada por 240 Días a
Temperatura Ambiente.

Por:

Elvira Velázquez Velázquez

TESIS

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador, Como
Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Aprobado Por:

Asesor principal:

Sinodal:

Dr. Gumerindo Álvarez Moreno Ing. René Arturo De la Cruz Rodríguez

Sinodal:

Suplente:

Ing. Modesto Colín Rico

M.P. Julio César García Dean

M.A. Tomas E. Alvarado Martínez

Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2009



DIV. CI. SOCIOECONOMICAS
COORDINACION

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**: Por darme la vida y la salud necesaria por llenar mi vida de dicha y bendiciones además para poder lograr uno de mis sueños más anhelados, y por darme la familia más maravillosa del mundo.

A mi “Alma Terra Mater”, la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**, por brindarme la oportunidad de ser parte de ella y formarme profesionalmente.

A todos los maestros y personal de la División de Ciencias Socioeconómicas por los conocimientos, disposición y ayuda brindada durante mi estancia en la universidad, que contribuyeron en mi formación profesional.

Al **Dr. Gumercindo Álvarez Moreno**, por concederme la oportunidad de realizar esta investigación, por sus conocimientos brindados que enriquecieron y sacaron adelante este trabajo, además de su amistad y confianza brindada. Gracias.

Al **Ing. René Arturo De la Cruz Rodríguez**, por su apoyo en el ámbito técnico, científico y personal en este trabajo de investigación. Quisiera agradecer de forma muy especial su confianza en mí, lo que ha supuesto un gran estímulo. Su extraordinaria sencillez, su alentadora y entusiasta forma de animar a la investigación. Gracias.

Al **Ing. Modesto Colín Rico**, por el apoyo brindado en la elaboración de este trabajo de investigación. Gracias.

A la **T.A. Martina De la Cruz Casillas**, por su apoyo brindado en el trabajo de laboratorio y por su amistad. Gracias.

A mis amigos **Ana Yaneth, Estela, Jesús, Carmen, Gilberto, Luis Fernando, Diana, Elsa, César, Sergio, Ivan, Marco Antonio, Gabino, M.P. Mariano** y compañeros de generación: a todos ellos, por la hermosa amistad que ha existido entre nosotros y por los gratos momentos que hemos vivido, difíciles de olvidar.

A mi amiga la **Ing. Amelia Flores Montaña**, por la gran amistad y compañerismo que surgió entre nosotras en la estancia en la universidad, además por haber compartido los momentos más difíciles y felices de mi vida.

DEDICATORIAS

A mis padres: **Cecilio Velázquez Roblero y Amandina Velázquez Matías** les dedico este trabajo ya que por su apoyo incondicional moral y económico, por la educación, los sabios consejos y por los valores que me han inculcado, he logrado uno de mis mas grandes sueños; por ser uno de los principales pilares para vivir esta vida. Además de la confianza que en mi depositaron. LOS AMO.

A mis hermanitos: **Miguel Ángel, Gilberto, Caralampio y Cecilia Irene**, con todo el cariño para ustedes por apoyarme moralmente en mis decisiones y especialmente en la formación profesional, por las tristezas y alegrías que hemos vivido juntos y por todas aquellas que nos falta por vivir.

A mi esposo **Julio César García Dean**, a ti amor por ser parte de mi vida, por compartir todos aquellos momentos en el que tu presencia ha sido fundamental para salir adelante, por el entusiasmo que has forjado en mi para lograr mis metas, logros que también son tuyos, por tu desinteresado y esencial apoyo en este trabajo.

A mi porción de cielo que bajó hasta acá para hacerme la mujer más feliz y realizada del mundo, gracias porque nunca pensé que de tan pequeño cuerpecito emanara tanta fuerza y entusiasmo para sacar adelante a alguien. TE ADORO HIJO.

A mi cuñada **Elma González**, por apoyar a mi familia de manera desinteresada que para mí es muy importante, además del cariño que me ha brindado.

A mis suegros: **Jorge Saúl y Neri**, por toda la confianza y apoyo que me han brindado, por darme un espacio en su hogar y en su corazón, además de los consejos llenos de sabiduría que han sido de mucha importancia para salir adelante.

A mis cuñadas: **Edith Guadalupe, Marli Arilu, Cruz Georgina**, por permitirme formar parte de su familia y por el cariño que he recibido de su parte, además de los momentos que hemos compartido.

A mi sobrino **Jorge Daniel** que día con día ha llegado a ser un niño muy especial para mí.

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron evaluar en la semilla de papaya (*Carica papaya*) Cv. Hawaiana los siguientes efectos: métodos de extracción (6) y calidad fisiológica; productos orgánicos sobre la germinación de la semilla después de 240 días de almacenamiento a temperatura ambiente; y la repuesta de los extractos orgánicos de acuerdo al método de extracción. Para el análisis de resultados se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial. En base a los resultados obtenidos el porcentaje de germinación más alto fue para la extracción a base de H_2SO_4 al 0.3% y HCl al 0.3 %, con un 84.76 y 82.14 % respectivamente. En el caso de los tratamientos se logró tener germinaciones de hasta un 83.33 % al ser sometida a imbibición por dos horas en agua y posteriormente tratada con extracto orgánico concentrado a dosis de 0.4 y 1.0 grs/150 semillas. Para el caso del vigor, el extracto orgánico concentrado a 1.0 grs/150 semillas superó al resto de los tratamiento. En cuanto a los métodos de extracción de la semilla, la extracción a base de HCl 0.5% a una hora de reposo fue el mejor seguido por la extracción con H_2SO_4 0.3% a hora y media de reposo. En la evaluación de los tratamientos el producto extracto orgánico concentrado (EOC) incrementó la germinación a dosis de 1gr/150semillas, además, propició un mejor desarrollo de la plántula. En las interacciones extracciones-tratamientos, se observó que los tratamientos orgánicos a excepción del EOM a 1.0gr/150 semillas, se comportan mejor con las extracciones que causan escarificación (HCl 0.5%, H_2SO_4 0.3% y NaCl 5%) y el tratamiento con ácido giberélico a 600 ppm se comportan mejor con las extracciones que no causan escarificación.

Palabras clave: semilla papaya, (*Carica papaya*), extracto orgánico, germinación, extracción.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	v
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Hipótesis	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Semilla	5
Semilla de Papaya	6
Germinación	6
Factores que Afectan la Germinación	6
Latencia	7
Tipos de Latencia	7
Latencia Exógena	8
Latencia Endógena	9
Latencia Combinada	12
Tratamientos para Eliminar Latencia	12
Germinación de Semilla de Papaya	15
Problemas al no Usar la Pre-germinación	16
Importancia de la Agricultura Orgánica	17
Lombricomposta	17
Usos y Beneficios de la Lombricomposta	18
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Material Experimental	20
Métodos de Extracción	21

Acondicionamiento de la Semilla-----	22
Tratamientos para la Germinación -----	22
Descripción de Tratamientos Orgánicos-----	23
Aplicación de Productos -----	24
Establecimiento del Experimento -----	24
VARIABLES EVALUADAS-----	24
Diseño Experimental -----	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	28
Germinación Estándar -----	30
Longitud Media de Hipocotilo-----	31
Longitud Media de Raíz -----	32
Peso Fresco de Hipocotilo -----	34
Peso Fresco de Raíz -----	35
Peso Seco de Hipocotilo -----	36
Peso Seco de Raíz -----	37
DISCUSIONES -----	39
RECOMENDACIONES -----	41
CONCLUSIONES-----	42
LITERATURA CITADA -----	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
2.1. Composición del Humus -----	19
3.1. Métodos de extracción de semillas de papaya variedad Golden (Hawaiana) con sus respectivas concentraciones-----	21
3.2. Tratamientos utilizados para promover la germinación en semilla de papaya Hawaiana variedad Golden-----	23
4.1. Cuadrados medios, significancia y comparación de medias de las variables evaluadas tratadas con producto orgánico en la semilla de papaya hawaiana Cv golden, obtenida con diferentes métodos de extracción y almacenada durante ocho meses bajo condiciones de temperatura ambiente-----	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
4.1. Por ciento de germinación en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos-----	31
4.2. Longitud media de hipocotilo en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos-----	32
4.3. Longitud media de raíz en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos-----	33
4.4. Peso fresco de hipocotilo en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos-----	35
4.5. Peso fresco de raíz en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos-----	36
4.6. Peso seco de hipocotilo en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos-----	37
4.7. Peso seco de raíz en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos-----	38

ABREVIATURAS Y SIGLAS

Cm. Centímetro

Cv. Variedad

°C. Grados Centígrados

EOC. Estimulante Orgánico Concentrado,

EOM. Estimulante Orgánico Mejorado

Et al. Colaboradores

FAO. Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura

GA₃. Ácido Giberelico

Grs. Gramos

GS. Germinación.

HCl. Ácido Clorhídrico

Hr. Horas

H₂SO₄. Ácido Sulfúrico

ISTA. Internacional Seed Testing Association

LMH. Longitud Media de Hipocótilo

LMR. Longitud Media de Raíz

Min. Minutos

Mm. Milímetro

M.S.N.M. Milímetros Sobre el Nivel del Mar

NaClO. Hipoclorito de Sodio

PFH. Peso Fresco de Hipocótilo

PFR. Peso Fresco de Raíz

Ppm. Partes por Millón

PSH. Peso Fresco de Hipocótilo

PSR. Peso Fresco de Raíz

S.A de C.V. Sociedad Anónima de Capital Variable

SIAP. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera

Sp. Especie

Tn. Toneladas

UPV. Universidad Politécnica de Valencia

INTRODUCCIÓN

La papaya es uno de los seis frutales más cultivados en las zonas costeras de México. Se cree que puede ser originaria del Sur de México, Centro América y quizá hasta la vertiente oriental de los Andes.

Por su sabor agradable, es uno de los frutos más apreciados en el mundo; además, por su valor nutritivo y por contener papaína, enzima proteolítica que se encuentra en el látex del fruto. Su producción, aunque presenta variaciones en el número de hectáreas cultivadas, derivadas de cuestiones climáticas y de rotación de cultivos; se ha mantenido en forma creciente.

De acuerdo a los reportes de la FAO (2008) entre los principales países productores destacan: Brasil, México, Nigeria, India e Indonesia, ocupando México el segundo lugar a nivel mundial de producción en el año 2007, con 800,000 tn; en superficie cosechada ocupa el cuarto lugar con 20,000 ha. Los principales estados productores son: Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Colima, Jalisco, Guerrero y Tabasco, aunque se siembra en 20 de los estados de la república (SIAP, 2008).

El método más práctico y comercial del cultivo de papaya es mediante el uso de semilla sexual que se establecen en viveros (José, 2002), sin

embargo, Semillas del Caribe (2006), menciona que la semilla de papaya es muy sensible a los cambios de temperatura y de humedad, dichos cambios causan una disminución progresiva de la viabilidad y el porcentaje de germinación de la misma, por lo que se debe de conservar el menor tiempo posible bajo las condiciones del medio ambiente prevaleciente.

Además la semilla de papaya presenta cierto nivel de inhibidores en su cubierta que hace que la germinación sea lenta e irregular, esto provoca que no se tenga plantaciones uniformes. Para solucionar este problema se han realizado técnicas que se conocen como pregerminación.

Patiño *et al.* (1983), quienes coinciden con Hartmann y Kester (1988), mencionan que existen compuestos que sirven para estimular la germinación, entre los más usados están: nitrato de potasio, tiourea, etileno, ácido giberélico (GA₃), citocininas, entre otros. Todo este tipo de sustancias se emplean a diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie de que se trate.

Estudios realizados en el área de Agrotécnia del departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ha demostrado que los productos derivados de la lombricultura tienen un efecto positivo en la velocidad de germinación, emergencia y desarrollo de plántula en diferentes especies. Rivera (2004), utilizó extractos orgánicos para tratar semillas de tomate, con un bajo porcentaje de germinación (62 %), y encontró que estos influyen en la germinación ya que hay un incremento muy notable en comparación al testigo.

Por lo anterior, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar productos orgánicos derivados de la lombricultura sobre la germinación de semilla de papaya, planteándose así tres objetivos.

Objetivos

- Evaluar seis métodos de extracción de semilla de papaya (*Carica papaya*) Cv. Hawaiana y sus efectos en la calidad fisiológica.
- Evaluar el efecto de productos orgánicos sobre la germinación de la semilla después de 240 días de almacenamiento a temperatura ambiente.
- Evaluar la respuesta de los extractos orgánicos de acuerdo al método de extracción.

Hipótesis

- Se asume que habrá diferencias en la calidad fisiológica de la semilla influenciada por el método de extracción.
- Se asume que al menos unos de los tratamientos orgánicos tendrá efecto sobre la germinación y el desarrollo de la plántula.
- Se espera que alguno de los extractos orgánicos presente una mejor respuesta con algún método de extracción.

REVISION DE LITERATURA

Semilla

Camacho (1994), define a la semilla en un sentido botánico estricto, como un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal. Mientras Moreno (1996), menciona que en términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. Desde el punto de vista de la Botánica, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutricional y protegido por el episperma

Por su parte Besnier (1989), afirma que las semillas son unidades de diseminación y reproducción sexual de las plantas superiores, procedentes del desarrollo de los óvulos de sus flores, está compuesta de uno o varios embriones, reservas nutritivas y una o varias capas protectoras originadas a partir de los tegumentos del óvulo, del ovario, de los tejidos de otras partes de la flor e, incluso, de la inflorescencia.

Semilla de Papaya

Ferwerda (1987) menciona que la semilla es de color negro, contiene un embrión pequeño, aplanado lateralmente y rodeado por endospermo, así como una cubierta formada por una endotesta dura y de una sarcotesta traslúcida que contiene un fluido delgado mucilaginoso.

Germinación

Camacho (1994), menciona que la germinación es el proceso mediante el cual un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que la convertirán en una planta adulta.

Moreno (1996), define la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables. Por su parte, la Internacional Seed Testing Association “ISTA” (2004), define la germinación de una semilla como la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican si son o no capaces de desarrollar una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima.

Factores que Afectan la Germinación

Ruiz *et al.* (1979), menciona que para que una semilla germine y origine una nueva planta, son necesarias diversas condiciones que se pueden agrupar en dos clases: condiciones intrínsecas y condiciones

extrínsecas. Las condiciones intrínsecas o internas, son las que se refieren a la semilla misma, siendo tres las principales: 1) que la semilla esté normalmente constituída, 2) que la semilla esté madura y 3) que el embrión se encuentre vivo. Las condiciones extrínsecas o externas son las que debe poseer el medio ambiente en el cual va a germinar la semilla. Tres son las principales: el aire, el agua y la temperatura.

Latencia

Salisbury (1994), define latencia como la condición de una semilla que no puede germinar aun cuando disponga de una amplia humedad externa, esté expuesta a condiciones atmosféricas típicas propias de suelos bien aireados o en la superficie de la tierra, y que la temperatura esté dentro del rango comúnmente asociado con la actividad fisiológica.

Flores (2004) explica que la latencia se entiende como la capacidad de la semilla para retrasar su germinación hasta el tiempo y lugar propicio y representa un importante mecanismo de sobrevivencia de la planta.

Tipos de Latencia.

La Universidad Politécnica de Valencia (UPV) (2003) reporta que los factores responsables de la latencia (latencia innata) son muy diversos, pero podemos agruparlos en tres grupos: exógena, endógena y latencia combinada.

Latencia Exógena. Las semillas que presentan este tipo de latencia tienen un retraso en la germinación y es debido a propiedades físicas y químicas de las cubiertas seminales, por lo que podríamos denominarla “latencia impuesta por las cubiertas seminales”. En este caso el embrión aislado puede germinar con normalidad.

Jiménez (1984), menciona que los mecanismos que actúan en la latencia impuesta por las cubiertas seminales son:

Testas Impermeables. La presentan aquellas semillas que tienen capas exteriores, las cuales no permiten la penetración del agua a su interior, probablemente debido a la presencia de sustancias hidrofóbicas en la semilla. A estas generalmente se les conoce como semillas duras. Cabe hacer notar que el embrión no está latente en esta situación.

Moreno (1996) quien coincide con Holman y Robbins (1982), dice que las semillas duras son aquellas que permanecen duras al final de la prueba de germinación, ya que no absorben agua porque tienen cubierta impermeable.

Impermeabilidad al Aire. En este tipo de semillas el embrión no se encuentra latente, su falta de germinación se debe a la imposibilidad de las membranas del pericarpio, cubierta o paredes celulares para el intercambio gaseoso. Es considerado como el mecanismo principal de latencia en semillas de algunas gramíneas y algunas compuestas (Jiménez, 1984).

Holman y Robbins (1982), dicen que los tejidos que rodean al embrión pueden evitar la libre entrada de oxígeno, y quizá también la salida de bióxido de carbono, no siendo raro que esta inhibición del cambio gaseoso retarde o evite el crecimiento del embrión.

Latencia Mecánica. Es aquella que presentan semillas cuyas cubiertas son demasiado gruesas y no permiten la expansión del embrión durante el proceso de germinación. Este tipo de latencia es menos frecuente, sin embargo, la podemos encontrar en nogal, durazno y chabacano (Jiménez, 1984).

Presencia de Inhibidores. La presencia de inhibidores en las cubiertas seminales es el causante de que especies tropicales y subtropicales no puedan germinar en las estaciones secas. La naturaleza química de los inhibidores es muy variada, pero principalmente compuestos fenólicos. La eliminación manual de la cubierta o la lixiviación de los frutos es suficiente para que se inicie la germinación. En condiciones naturales esto ocurre durante las estaciones lluviosas.

Latencia Endógena. La latencia endógena viene determinada por características anatómicas, morfológicas y fisiológicas del propio embrión (Latencia embrionaria). En este caso el embrión es durmiente en sí mismo, y es incapaz de germinar incluso si es aislado de la semilla y colocado en condiciones favorables. Este tipo de latencia sólo puede eliminarse cuando existan factores que puedan provocar cambios en las características

anteriores, tales como la estratificación a ciertas temperaturas, condiciones de iluminación, administración de sustancias de crecimiento, etc. Podemos distinguir tres tipos de latencia endógena, dependiendo de la característica que provoque tal dormición: Latencia morfológica, latencia fisiológica, y latencia morfofisiológica (U.P.V., 2003).

Latencia Morfológica: Este tipo de latencia puede ser debida a la presencia de un embrión rudimentario, cuando este apenas es un proembrión que no alcanzó a desarrollarse y no presenta estructuras bien definidas; o bien, a la presencia de un embrión inmaduro, el cual podemos encontrar en forma de torpedo y no llena la cavidad de la semilla totalmente. En el primer caso, es común encontrarla en especies ornamentales como *Anemona*, *Ranunculos*, *Poppy* y *Gin seng*; mientras que en el segundo caso, la localizamos en zanahoria, anona, rododendro, orquídeas, palma y actinidia, entre otras (Jiménez, 1984).

Latencia Fisiológica. Se debe a una disminución en la actividad de los embriones. Las semillas que la presentan pueden eliminarla mediante un almacenamiento en sitio seco, con tratamiento frío o con tratamiento luminoso.

- **Semillas que necesitan un almacenamiento seco:** Lo presentan la mayoría de los cereales (arroz, cebada, trigo, avena) y algunas variedades de lechuga y trébol. Las semillas así almacenadas van

perdiendo paulatinamente la latencia y van adquiriendo la capacidad de germinar al colocarlas en condiciones adecuadas.

- **Semillas con un requerimiento frío.** Algunas especies que necesitan pasar un período frío son: *Corylus avellana* (avellano), *Fagus sylvatica* (haya), *Fraxinus excelsior* (fresno), *Betula* sp. (abedul), *Pinus* sp. (pino), *Malus* sp. (manzano), *Rosa* sp. (rosa), etc. Estas semillas si se siembran en otoño y quedan expuestas al frío invernal germinará a la primavera siguiente. Por ello, la práctica habitual es colocar las semillas embebidas en agua entre capas de arena, y dejarlas así durante el tiempo que sea necesario, lo que varía según las especies.

- **Semillas sensibles a la luz.** Existe un reducido número de especies en las que la germinación es inhibida por la luz (*Nemophilla insignis*, *Phacelia tanacetifolia*, *Lythrum salicaria* y *Phlox drumondii*). Para que estas semillas respondan a la luz han de estar embebidas en agua y percibir un corto período de iluminación. Además, las temperaturas elevadas también les afectan. El almacenamiento en sitio seco permite que al cabo de un cierto tiempo las semillas germinen en oscuridad completa. Parece ser que el fitocromo juega un papel decisivo en la respuesta de las semillas a la luz, tanto en las que la germinación es inhibida como estimulada (reversión rojo/rojo lejano). El fitocromo suministra un sensor luminoso que contribuye a

desencadenar todo el proceso de la germinación cuando la semilla se encuentra muy cerca o en la superficie del suelo.

Latencia morfofisiológica. Es una combinación de las dos anteriores. Suele darse una inmadurez embrionaria con algún problema fisiológico, como ocurre en semillas de *Viburnum Opalus*. Estas semillas germinan a temperaturas cálidas y es el hipocótilo el que presenta la dormición; pero sólo reanudan el crecimiento cuando la plántula, con un sistema radicular desarrollado, es sometida a un tratamiento frío.

Latencia combinada. Generalmente, en la mayoría de los casos, las semillas presentan una latencia combinada, es decir, una combinación de latencia endógena y exógena. Así, en semillas de *Tilia* (tilo), por ejemplo, la dormición fisiológica está asociada con una impermeabilidad al agua de las cubiertas seminales. En otros casos, hay una asociación entre endocarpo duro y latencia fisiológica como en *Crataegus* (majuelo), *Cornus* (cornejo) y *Rosa* (rosa) (U.P.V., 2003).

Tratamientos para Eliminar la Latencia

Patiño *et al.* (1983), quienes coinciden con Hartmann y Kester (1988), recomiendan los siguientes tratamientos para eliminar la latencia:

a) Estratificación

Consiste en colocar las semillas embebidas de agua, en capas o estratos húmedos, usando como sustrato arena. El período de estratificación varía según la especie. Se utiliza para superar latencias provenientes del embrión.

- Cálida. Si la estratificación se realiza a temperaturas altas (22 a 30 °C).
- Fría. Si la estratificación se realiza a temperaturas bajas (0 a 10 °C).

En el vivero también se puede estratificar empleando el mismo suelo o algún otro sustrato húmedo. La estratificación fría se realiza en invierno y la cálida en verano.

b) Escarificación

Es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.

- Mecánica. Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava.
- Con agua caliente. Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100 °C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento.

- Con ácido. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período de tratamiento las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. El tiempo de tratamiento varía según la especie. Al final del período de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante.

c) Lixiviación

El propósito es remover los inhibidores remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia. El tiempo de lixiviación es de 12 a 24 horas.

d) Combinación de tratamientos

Se utiliza en semillas de especies que tienen más de un tipo de letargo.

e) Hormonas y otros estimulantes químicos

Existen compuestos que sirven para estimular la germinación, entre los más usados están: nitrato de potasio, tiourea, etileno, ácido giberélico (GA₃), citocininas, entre otros. Todo este tipo de sustancias se emplean a diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie de que se trate.

Teniendo en cuenta lo anterior, es de gran importancia realizar el tratamiento pregerminativo que se recomienda para cada lote de semillas, ya

que obtendrá resultados más rápidos y una producción de plantas más homogéneas.

Germinación de Semilla de Papaya

En papaya, Semillas del Caribe (2006) recomiendan el método de pre-germinado con hidroquímico-acondicionamiento, consiste en llevar a cabo seis sencillos pasos:

1. Se pone a hidroacondicionar la semilla en agua limpia con la bomba oxigenadora durante 48 horas, a razón de 50 gramos de semilla en un litro de agua, cambiando el agua cada 6 u 8 horas.
2. Pasado este tiempo, se apaga la bomba oxigenadora y la semilla que sigue flotando se pasa a otro recipiente para seguir su remojo, si al tercer día esta semilla no se hunde, se elimina; si ya se hundió se pasa a la siguiente etapa de pre-germinado.
3. Toda la semilla que no flote, se vertirá en otro recipiente a razón de 50 gramos de semilla en un litro de agua, agregándole los siguientes productos: $\frac{3}{4}$ de aspirina efervescente por cada litro de agua, ácido giberélico a 1,000 ppm, 1 gramo de mancozeb 80 % por litro de agua. La semilla permanecerá sumergida en esta solución durante 24 horas, de igual modo se utilizará la bomba oxigenadora en este caso.
4. Una vez concluido este lapso se lava la semilla con agua limpia durante 5 minutos.
5. La semilla se tiende sobre una franela gruesa, previamente desinfectada y encima se coloca otra, de tal manera que quede bien cubierta.

6. Las franelas que contienen la semilla se coloca a media sombra o debajo de una malla con 50 % - 80 % de luz, regándose a cada 6-8 horas. Según las condiciones climáticas, se debe tener especial cuidado que las franelas estén siempre húmedas. La semilla tardara en brotar de 3 a 6 días dependiendo de la temperatura siendo la óptima entre 35 y 38 °C una vez que a brotado es necesario que la semilla se siembre en el contenedor a 1 cm de profundidad y con radícula de 1 mm de longitud.

Problemas al no Usar la Pre-germinación

Para la producción comercial de papayas se parte de establecer viveros o almácigos para posteriormente llevar las posturas o plántulas a su plantación definitiva en el campo.

Cuando sembramos directamente las semillas en charolas u otro contenedor se presentan los siguientes problemas:

- a) El proceso de germinación es lento, pudiendo demorar entre 15 a 21 días en época de calor y de 30 a 40 días en épocas frías.
- b) La germinación no es uniforme, tardando las plántulas en brotar entre 4 y 7 días esto provoca posteriormente un desarrollo desigual en el vivero o almácigo.
- c) Se quedan muchas bolsas, charolas o contenedores vacíos, sin plantas, ya que no todas las semillas germinan; muchas semillas a pesar de estar vivas se mantienen en estado latente sin germinar.

Importancia de la Agricultura Orgánica

Schuld, (2009) menciona que la agricultura orgánica es una forma de producción, basada en el respeto al entorno, para producir alimentos sanos de la máxima calidad y en cantidad suficiente, utilizando como modelo a la misma naturaleza, apoyándose en los conocimientos científicos y técnicos vigentes. El desarrollo de la agricultura orgánica busca la recuperación permanente de los recursos naturales afectados, para el beneficio de la humanidad.

Lombricomposta

Martínez (1996) dice que la lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y otra parte la excreta. Este material es conocido como vermiculita y humus de lombriz. El constante movimiento de la lombriz en una cama la permite ir poco a poco transformando todo el desecho en pequeñas bolitas ovaladas que es la lombricomposta.

Por su parte De la Cruz (2005) dice que es el proceso en el cual se utiliza la lombriz de tierra para la transformación de residuos orgánicos, principalmente estiércoles en abonos orgánicos para utilizarlos en los cultivos.

Usos y Beneficios de la Lombricomposta

De la Cruz (2005) menciona que la calidad de la lombricomposta es muy variable de una cosecha a otra ya que las condiciones bajo las que se produce influyen en el producto final, uno de los factores es la cantidad de agua, si se aplican cantidades fuertes de agua se relava el material quedando más pobre. También la calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume, entre mejor sea la calidad del alimento mejor será la calidad de la lombricomposta.

La lombricomposta o humus de lombriz, tiene un color oscuro a negro, se encuentra en forma de gránulos y con olor a tierra húmeda, es rica en hormonas, auxinas, giberelinas y citocininas, siendo esta última la que se encuentra en mayor concentración.

La lombricomposta presenta una carga de microorganismos muy alta, de varios millones por gramo de material seco, lo que genera una alta carga enzimática y bacteriana, que ayuda en la solubilización de los nutrientes en el suelo.

La lombricomposta se puede usar de la misma manera que la composta, pero es un abono de mayor calidad, la forma de distribución es igual y se puede utilizar en todos los cultivos. La lombricomposta tiene más nutrientes, humus y microorganismos por gramo seco que la composta lo que la convierte en un excelente mejorador de suelos.

Cuadro 2.1 Composición del Humus

Humedad	30 a 60%
PH	6.8 a 7.2
Nitrógeno	1 a 2.6 %
Fósforo	2 a 8 %
Potasio	1 a 2.5%
Calcio	2 a 8%
Magnesio	1 a 2.5%
Materia orgánica	30 a 70%
Ácido fúlvico	2.8 a 5.8%
Ácido húmico	1.5 a 3%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10 a 11%

Fuente: De la Cruz, (2005)

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas y en el invernadero número uno de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN); la cual se encuentra ubicada a 25° 22” latitud Norte y 101° 00” longitud Oeste, con una altitud de 1742 m.s.n.m.

Dicho invernadero tiene las siguientes características: es un invernadero tipo capilla; La cubierta es de vidrio, con una luminosidad de 85 a 90%.

Material Experimental

El material genético que se utilizó fueron frutos y semilla de papaya de la variedad Golden (Hawaiana) proporcionada por la empresa Semillas del Caribe, Especialistas en Papaya, S.A. de C.V. de Guadalajara Jalisco.

Métodos de Extracción

Para obtener la semilla se evaluaron seis métodos de extracción (Cuadro 3.1), donde los frutos se encontraban con un grado de madurez del 90%. Para la extracción se utilizó: ácido clorhídrico (HCl) a dos concentraciones 0.3 y 0.5 % a una hora de reposo, ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0.3% a hora y media de reposo, Hipoclorito de sodio (NaClO) al 5 % a media hora de reposo y fermentación a 48 y 72 horas. Una vez transcurrido el tiempo de reposo en cada método se procedió a lavar las semillas con agua de la llave, tallándole con las manos, con la finalidad de eliminar el mucílago de la semilla.

Cuadro 3.1. Métodos de extracción de semillas de papaya variedad Golden (Hawaiana) con sus respectivas concentraciones.

Extracción	Solución y concentración	Tiempo
1	Fermentación	48 hr
2	Fermentación	72 hr
3	HCL 0.3 %	Reposo 1 hr
4	HCL 0.5 %	Reposo 1 hr
5	H ₂ SO ₄ 0.3 %	Reposo 1.5 hr
6	Hipoclorito de sodio 5 %	Reposo 30 min.

Al término del lavado de la semilla (eliminación de mucílago) de cada una de las extracciones, se procedió a secar las semillas bajo sombra extendiéndolas uniformemente sobre papel a temperatura ambiente. Posterior al secado, la semilla se sometió a un proceso de acondicionamiento con la finalidad de eliminar impurezas y semillas Vanas.

Acondicionamiento de la Semilla

Se utilizó el método del soplado. El cual fue aplicado por Everson *et al.* (1965), mediante un soplador "South Dakota", donde se determinó inicialmente la medida de abertura del soplador para tener un flujo de aire constante y permitir una separación satisfactoria de la muestra; se colocó en el contenedor inferior la muestra de semillas y se procedió a separar al activar el soplador, abriendo lentamente el flujo de aire hasta la medida de abertura definida (5 cm), provocando que las impurezas y semillas vanas, por el peso se elevaran y depositaran en los contenedores superiores, quedando en el contenedor inferior la semilla pura.

Tratamientos para la Germinación

Se utilizó siete tratamientos, con tres repeticiones cada uno, incluyendo un testigo.

Los tratamientos (Cuadro 3.2) para la inducción a germinación consistieron en: Ácido Giberélico (AG₃), estimulante orgánico concentrado (EOC), estimulante orgánico mejorado (EOM) y un testigo absoluto (agua corriente).

Descripción de Tratamientos Orgánicos

Extracto Orgánico Concentrado (EOC): Se obtiene a partir de la lombricomposta, es un producto orgánico sólido que se concentra durante el proceso de producción de la lombricomposta, este producto por la forma en que se produce contiene gran cantidad de elementos menores así como ácidos húmicos y ácidos fulvicos, algo de hormonas vegetales y otros compuestos, todo esto hace que tenga un buen impacto en la semilla y en el desarrollo de la plántula.

Extracto Orgánico Mejorado (EOM): Es también un producto que se obtiene del proceso de lombricomposteo, es totalmente orgánico, es también un sólido con componentes similares al anterior al cual se le agregaron aminoácidos para potencializar su efecto, por lo que se espera que tenga un mayor efecto sobre la semilla y el desarrollo de la plántula.

Cuadro 3.2 Tratamientos utilizados para promover la germinación en semilla de papaya Hawaiana variedad Golden.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	300 ppm AG ₃ Imbibición/2 hrs.
2	500 ppm AG ₃ Imbibición/2 hrs.
3	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC/150 semillas
4	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC/150 semillas
5	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOM/150 semillas
6	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOM/150 semillas
7	Testigo absoluto imbibición/2 hrs. en agua

Aplicación de Productos

La aplicación de los productos, en el caso de los sólidos (polvos), la semilla se sometió a imbibición en agua por 2 hrs. luego se colocó en cajas petri junto con el producto y fueron agitadas por algunos minutos, para poder adherir el producto a la testa de la semilla. En el caso del Acido Giberélico y el testigo absoluto se sometieron a imbibición por 2 hrs.

Establecimiento del Experimento

La siembra se realizó ocho meses después de la extracción de la semilla almacenada bajo temperatura ambiente, para esto se utilizó charolas de unicel de 200 cavidades, usando como sustrato pro-mix, anterior a la siembra, las semillas fueron acondicionadas de acuerdo a cada tratamiento colocando una semilla por cavidad a un centímetro de profundidad. Posteriormente se colocaron en el invernadero para su germinación y desarrollo, dándoles un riego por día.

Variables Evaluadas

Para las variables a evaluar se tomaron 10 plántulas al azar, las variables a evaluar fueron: germinación, longitud media de hipocótilo, longitud media de raíz, peso fresco de hipocotilo y raíz y peso seco de hipocótilo y raíz.

Germinación (GS)

Para esta variable se determinó a los 35 días después de haber realizado la siembra, contabilizando el total de plántulas normales y semilla sin germinar.

Longitud Media de Hipocótilo (LMH)

Esta variable se determinó seleccionando 10 plántulas al azar de la prueba de germinación estándar, midiendo la longitud de hipocótilo a cada una de ellas con una regla graduada en centímetros, después, el total de longitud de hipocótilo se dividió entre el número total de plántulas evaluadas. Los resultados fueron expresados en centímetros.

Longitud Media de Raíz (LMR)

Se utilizaron las mismas 10 plántulas de la prueba de germinación, midiendo a cada una de ellas la longitud de raíz con una regla graduada en centímetros, después, el total de longitud de raíz se dividió entre el número total de plántulas evaluadas. Los resultados fueron expresados en centímetros.

Peso Fresco de Hipocótilo (PFH)

Esta variable se determinó con las mismas plántulas seleccionadas para longitud de hipocótilo y longitud de radícula, el peso se tomó utilizando una balanza analítica, colocándolas después en bolsas de papel estraza perforada para su posterior secado.

Peso Fresco de Raíz (PFR)

Esta variable se determinó con las mismas plántulas seleccionadas para longitud de hipocótilo y longitud de radícula, el peso se tomó utilizando una balanza analítica, colocándolas después en bolsas de papel estraza perforadas para su posterior secado.

Peso Seco de Hipocótilo (PSH)

Se tomaron las mismas 10 plántulas utilizadas para peso fresco, las cuales fueron colocadas en la estufa dejándolas por 24 horas a una temperatura de 65 °C. Y posteriormente se pesaron utilizando una balanza analítica.

Peso Seco de Raíz (PSR)

Para esta variable se tomaron las mismas raíces utilizadas para peso fresco y se metieron a la estufa, dejándolas por 24 horas a una temperatura de 65 °C posteriormente se les tomó el peso con una balanza analítica.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con arreglo factorial A X B, analizando bajo el mismo diseño mediante el

software de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 25 (Olivares, 1994).

El modelo estadístico lineal fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Valor observado.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto de la i -ésima extracción

β_j = Efecto del j -ésimo tratamiento

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción de la i -ésima extracción con el j -ésimo tratamiento

ϵ_{ijk} = Error experimental.

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) con un nivel de significancia de $P < 0.01$ %.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 4.1 se presenta los cuadrados medios y significancia de las variables estudiadas en semilla de papaya con diferentes métodos de extracción y almacenada durante 240 días bajo condiciones naturales y tratadas con productos orgánicos para promover la germinación. En dicho cuadro se observa que en las fuentes de variación extracciones, tratamientos y la interacción extracciones/tratamientos, la mayoría de las variables bajo estudio presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) a excepción de longitud media de hipocótilo quien presento únicamente diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en la fuente de variación tratamientos.

Cabe señalar que en la partición de la suma de cuadrados entre las fuentes de variación y las variables todos fueron atribuidos a los tratamientos, esto significa que la incidencia de las variables fueron influenciadas de manera significativa por los tratamientos que por los métodos de extracción de la semilla.

Los coeficientes de variación de las variables bajo estudio oscilaron entre 8.33 y 17.54 %, valores que se consideran bajos y que por lo tanto muestran confiabilidad en la conducción del estudio.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios, significancia y comparación de medias de las variables evaluadas tratadas con producto orgánico en la semilla de papaya hawaiana Cv golden, obtenida con diferentes métodos de extracción y almacenada durante ocho meses bajo condiciones de temperatura ambiente.

FV	GL	VARIABLES EVALUADAS						
		GS (%)	LMH (cm)	LMR (cm)	PFH (grs)	PFR (grs)	PSH (mg)	PSR (mg)
EXT	5	639.40**	0.241**	1.555**	151.19**	74.00**	3.435**	0.713**
TRAT	6	879.09**	0.636*	7.209**	535.03**	261.31**	7.906**	1.773**
EXT*TRAT	30	407.27**	0.239**	1.523**	196.01**	163.02**	2.851**	0.703**
EE	84	40.87	0.0513	0.210	28.17	12.61	0.744	0.153
COMPARACION DE MEDIAS								
Extracciones	Fermentación 24 hrs	71.90 B	2.49 C	3.79 C	59.4 B	19.3 BC	7.32 B	2.51 B
	Fermentación 72 hrs	71.19 B	2.62 ABC	3.87 BC	58.3 B	17.5 C	7.19 B	2.40 B
	HCl 0.3 %	75.95 B	2.61 BC	4.18 AB	62.3 AB	20.3 AB	7.78 AB	2.65 AB
	HCl 0.5 %	82.14 A	2.66 ABC	4.49 A	65.9 A	22.1 AB	8.32 A	2.95 A
	H ₂ SO ₄ 0.3 %	84.76 A	2.80 A	4.33 A	62.3 AB	22.3 A	7.49 B	2.61 B
	NaClO a 5 %	74.76 B	2.75 AB	4.25 A	60.8 B	20.1 AB	7.56 B	2.66 AB
Tratamientos	AG ₃ 300 ppm	77.22 B	2.75 AB	4.80 A	66.1 A	21.1 B	8.39 A	2.90 A
	AG ₃ 600 ppm	77.50 B	2.73 AB	4.50 AB	65.7 A	22.2 AB	8.10 AB	2.82 A
	0.4 grs EOC	83.33 A	2.73 AB	4.37 B	63.9 AB	22.3 AB	7.97 AB	2.83 A
	1.0 grs EOC	83.33 A	2.81 A	4.79 A	65.4 A	25.1 A	7.84 ABC	2.90 A
	0.4 grs EOM	70.27 C	2.70 AB	3.56 CD	59.8 BC	20.4 B	7.11 CD	2.22 B
	1.0 grs EOM	64.72 C	2.25 C	3.16 D	51.2 D	13.9 C	6.47 D	2.18 B
	Testigo (Agua)	81.11 AB	2.62 B	3.87 C	58.4 C	16.4 C	7.39 BC	2.56 A
CV (%)		8.33	8.52	11.03	8.63	17.54	11.33	14.88

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); * = Significativo (0.05 % de probabilidad) CV = Coeficiente de Variación; GS = Germinación Estándar LMH = Longitud Media de Hipocótilo; LMR = Longitud Media de Raíz; PFH = Peso Fresco de Hipocótilo; PFR = Peso Fresco de Raíz; PSH = Peso Seco de Hipocótilo; PSR = Peso Seco de Raíz.

Germinación Estándar

En la comparación de medias (Cuadro 4.1) se observa que las extracciones a base de H_2SO_4 al 0.3 % y HCl al 0.5 % obtuvieron el mayor por ciento de germinación con 84.76 y 82.14 % de las aquí estudiadas, siguiendo las extracciones con HCl al 0.3 %, NaClO a 5 %, fermentación por 24 y 72 horas con 75.95, 74.76, 71.90 y 71.19 % respectivamente siendo estos estadísticamente iguales.

Entre los tratamientos para la promoción de la germinación la comparación de medias muestra que el extracto orgánico concentrado a 0.4 y 1.0 grs superaron al resto de los tratamientos con 83.33 % de germinación siguiendo el testigo (agua) con 81.11 % el siguiente grupo estadístico lo conformó el AG_3 a 600 y 300 ppm con 77.50 y 77.22 % mientras los tratamientos con extracto orgánico mejorado a 0.4 y 1.0 grs obtuvieron los valores más bajos con 70.27 y 64.72 %.

En la interacción extracciones/tratamientos la Figura 4.1 se puede observar que el mejor resultado se obtuvo al interactuar la extracción a base de H_2SO_4 al 0.3 % con el extracto orgánico concentrado y extracto orgánico mejorado a una dosis de 0.4 grs continuando el tratamiento con extracto orgánico concentrado a 1.0 grs el cual arrojó los mismos resultados en las extracciones a base de HCl al 0.5 % y H_2SO_4 al 0.3 %, así mismo, se observa que la mayoría de los tratamientos se comportaron mejor en aquellas extracciones que provocaron escarificación de la semilla.

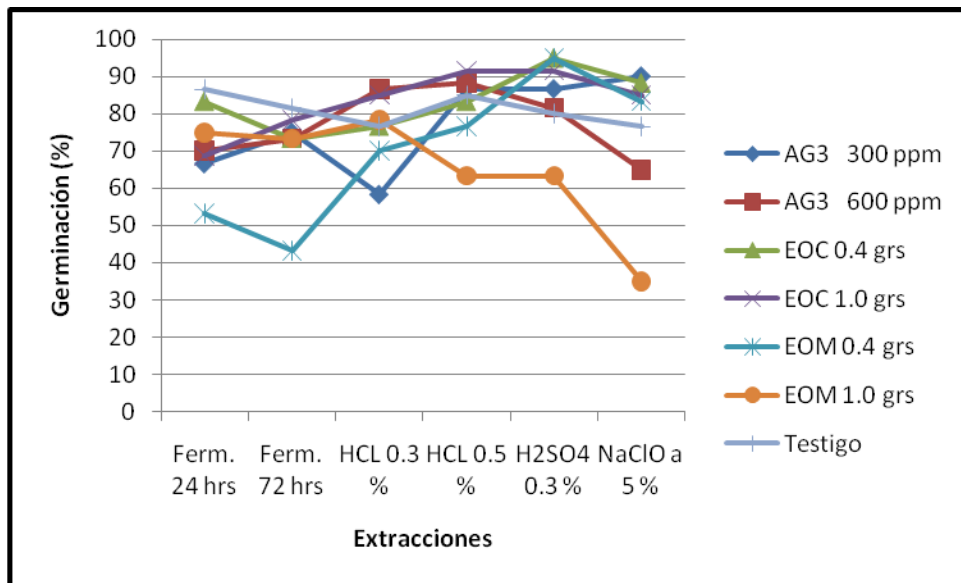


Figura 4.1 Por ciento de germinación en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos.

Longitud Media de Hipocótilo

Las extracción a base de H_2SO_4 al 0.3 % superó al resto de las extracciones en estudio con 2.80 cm, continuando el NaClO al 5 % con 2.75 cm seguido por un tercer grupo el cual está conformado por HCl al 0.5 % y fermentación por 72 horas con 2.66 y 2.62 cm mientras los valores más bajos corresponden a las extracciones a base de HCl al 0.3 % y fermentación por 24 horas 2.61 y 2.49 cm.

Entre los tratamientos se encontró que el extracto orgánico concentrado a 1.0 grs arrojó el mejor resultado en comparación al resto de los tratamientos con 2.81 cm de longitud de hipocótilo seguido de un segundo grupo el cual está integrado por AG₃ 300 y 600 ppm, extracto orgánico concentrado a 0.4 grs y extracto orgánico mejorado a 0.4 grs con 2.75, 2.73, 2.73 y 2.70 cm respectivamente siendo estos estadísticamente iguales mientras el testigo (agua) y extracto orgánico mejorado a 1.0 grs presentaron los valores más bajos con 2.62 y 2.25 cm.

La interacción extracciones/tratamientos representada en la Figura 4.2 muestra que el mejor resultado se obtuvo con el extracto orgánico mejorado a 0.4 grs al interactuar con las extracciones a base de NaClO al 5 %, H₂SO₄ al 0.3 % y HCl al 0.5 %, sin embargo, en las extracciones con fermentación a 24 y 72 horas y HCl al 0.3 % obtuvo los valores más bajos, caso contrario sucede con el AG₃ a 600 ppm el cual tiene un mejor comportamiento en aquellas extracciones donde la semilla no fue afectada en la sarcotesta.

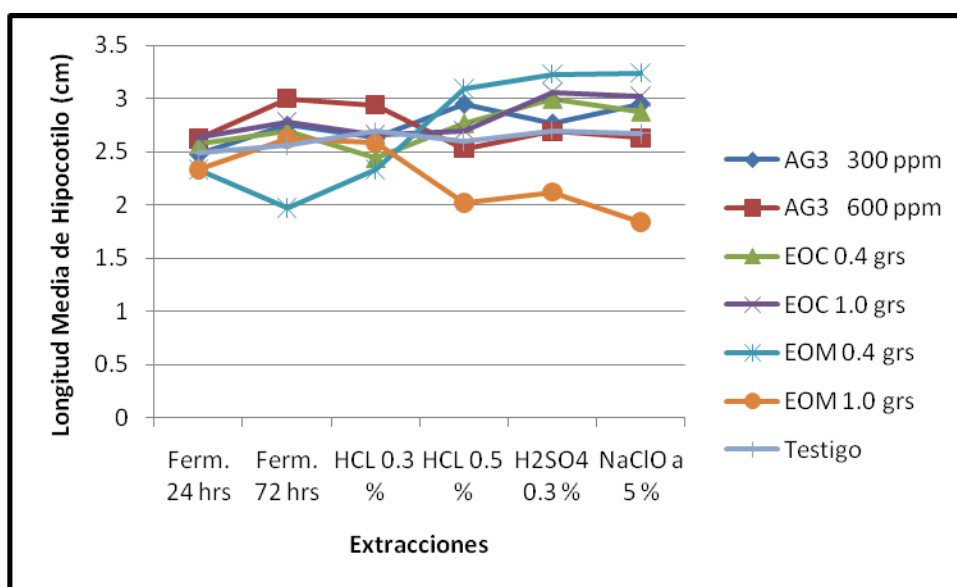


Figura 4.2 Longitud media de hipocótilo en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos.

Longitud Media de Raíz

Las extracciones de semilla a base de HCl al 0.5 %, H₂SO₄ al 0.3 % y NaClO al 5 %, fueron las mejores con valores de 4.49, 4.33 y 4.25 cm respectivamente seguido de HCl al 0.3 % con 4.18 cm, siendo las extracciones con fermentación a 72 y 24 horas las que obtuvieron menor longitud de raíz con 3.87 y 3.79 cm.

Entre tratamientos el AG₃ a 300 ppm y el extracto orgánico concentrado a 1.0 grs fueron los mejores con 4.80 y 4.79 cm seguidos de AG₃ a 600 ppm con 4.50 cm, extracto orgánico concentrado a 0.4 grs con 4.79 cm y testigo (agua) con 3.87, mientras los valores más bajos lo obtuvo el extracto orgánico mejorado a 0.4 y 1.0 grs con 3.56 y 3.16 cm.

La Figura 4.3 muestra la interacción extracciones/tratamientos donde se observa que el mejor resultado se obtuvo al interactuar el AG₃ a 300 ppm con la extracción a base de NaClO a 5 %, así mismo se observa que el AG₃ a 300 ppm y los extractos orgánicos requieren de una escarificación de la semilla para tener un comportamiento mejor caso contrario sucede con el AG₃ a 600 ppm y el extracto orgánico mejorado a 1.0 grs los cuales al existir escarificación sus resultados son más negativos.

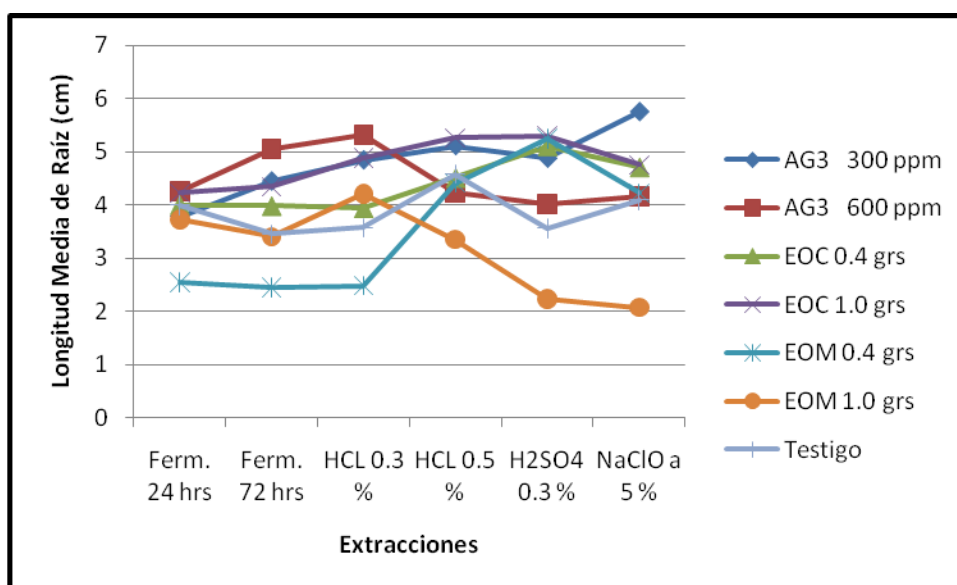


Figura 4.3 Longitud media de raíz en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos.

Peso Fresco de Hipocótilo

Entre las diferentes extracciones de semilla el peso fresco de hipocótilo mas sobresaliente fue para la extracción con HCl al 0.5 % con 65.9 mg seguido de HCl al 0.3 % y H_2SO_4 al 0.3 % con 62.3 mg continuando un tercer grupo conformado por NaClO al 5 %, fermentación por 24 y 72 horas los cuales presentaron los valores más bajos con 60.8, 59.4 y 58.3 mg respectivamente.

En el factor de tratamientos los más sobresalientes fueron AG₃ a 300 y 600 ppm y extracto orgánico concentrado a 1.0 grs con 66.1, 65.7 y 65.4 mg seguido de extracto orgánico concentrado a 0.4 grs con 63.9 mg y extracto orgánico mejorado a 0.4 grs con 59.8 mg siendo el testigo (agua) y el extracto orgánico mejorado a 1.0 grs los que obtuvieron los pesos más bajos con 58.4 y 51.2 mg.

En la interacción extracciones/tratamientos representada en la Figura 4.4 se observar que los mejores resultados se obtuvo con el extracto orgánico mejorado a 0.4 grs y AG₃ a 600 ppm al interactuar con la extracción a base HCl a 0.5 y 0.3 %, sin embargo el comportamiento de los tratamientos en general es muy similar a las variables anteriores.

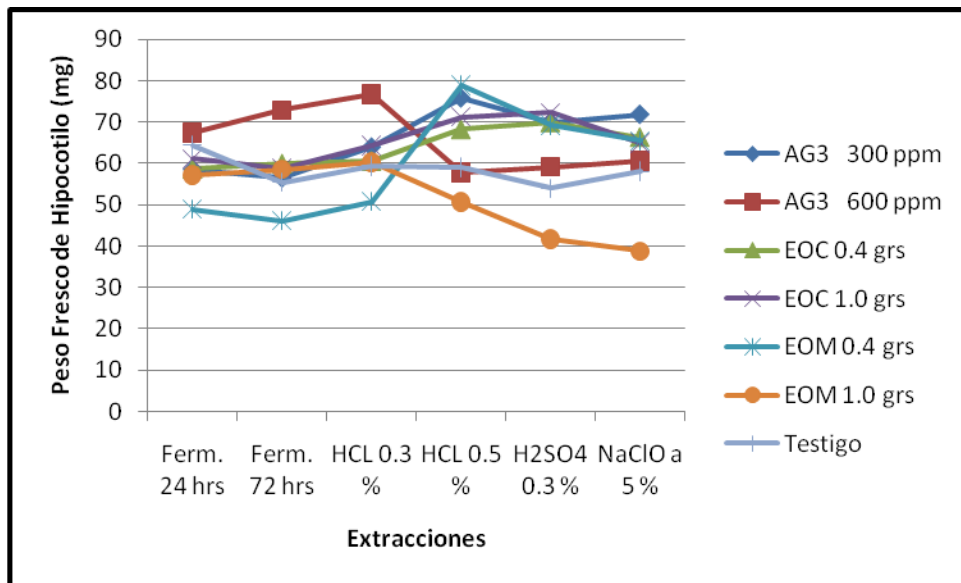


Figura 4.4 Peso fresco de hipocótilo en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos.

Peso Fresco de Raíz

El mejor peso de raíz se presentó en la extracción a base de H_2SO_4 al 0.3 % con 22.3 mg seguido de un segundo grupo estadístico integrado por HCl al 0.5 y 0.3 % y NaClO al 5 % con 22.1, 20.3 y 20.1 mg respectivamente, mientras las extracciones a base de fermentación por 24 y 72 horas expresaron los pesos más bajos con 19.3 y 17.5 mg.

En los tratamientos el peso más alto se presentó con el extracto orgánico concentrado a 1.0 grs con 25.1 mg seguido del extracto orgánico concentrado a 0.4 grs y AG₃ a 600 ppm con 22.3 y 22.2 mg quienes estadísticamente son iguales continuando el AG₃ a 300 ppm y extracto orgánico mejorado a 0.4 grs con 21.1 y 20.4 mg mientras los pesos más bajos se presentaron con el testigo (agua) y extracto orgánico mejorado a 1.0 grs con 16.4 y 13.9 mg.

En la Figura 4.5 se presenta la interacción extracciones/tratamientos donde se observa claramente que el extracto orgánico mejorado a 0.4 grs obtuvo el peso más alto seguido del extracto orgánico concentrado a 0.4 y 1.0 gr y AG₃ a 300 y 600 ppm, así mismo, se observa que el extracto orgánico y el AG₃ a 300 ppm requieren de una escarificación en la semilla para tener un mejor comportamiento.

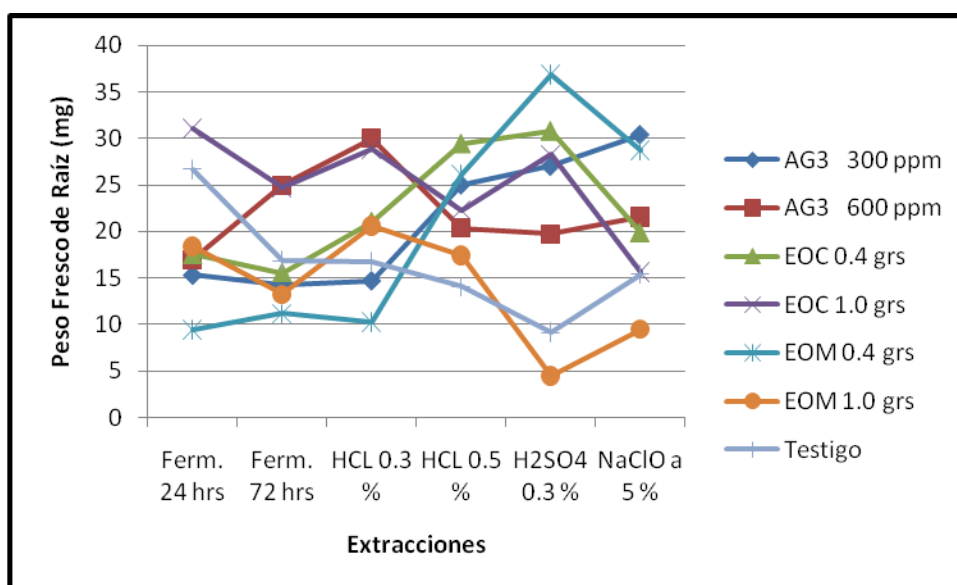


Figura 4.5 Peso fresco de raíz en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos.

Peso Seco de Hipocótilo

El máximo peso seco lo obtuvo la extracción a base de HCl al 0.5 % con 8.32 mg seguido de HCl al 0.3 % con 7.78 mg continuando un tercer grupo conformado por NaClO al 5 %, H₂SO₄ al 0.3 %, fermentación por 24 y 72 horas con 7.56, 7.49 7.32 y 7.19 mg quienes obtuvieron los pesos más bajos y que estadísticamente son iguales.

Para el factor tratamientos el mejor fue AG₃ a 300 ppm con 8.39 mg seguido por AG₃ a 600 ppm y extracto orgánico concentrado a 0.4 grs con

8.10 y 7.97 mg continuando el extracto orgánico concentrado a 1.0 grs con 7.84 mg, testigo (agua) con 7.39 mg, extracto orgánico mejorado a 0.4 grs con 7.11 mg y extracto orgánico mejorado a 1.0 grs con 6.47 mg, siendo los dos últimos los que arrojaron los pesos más bajos.

En la interacción extracciones/tratamientos la Figura 4.6 demuestra la misma tendencia que en las variables anteriores destacando el extracto orgánico mejorado a 0.4 grs y AG₃ a 300 y 600 ppm

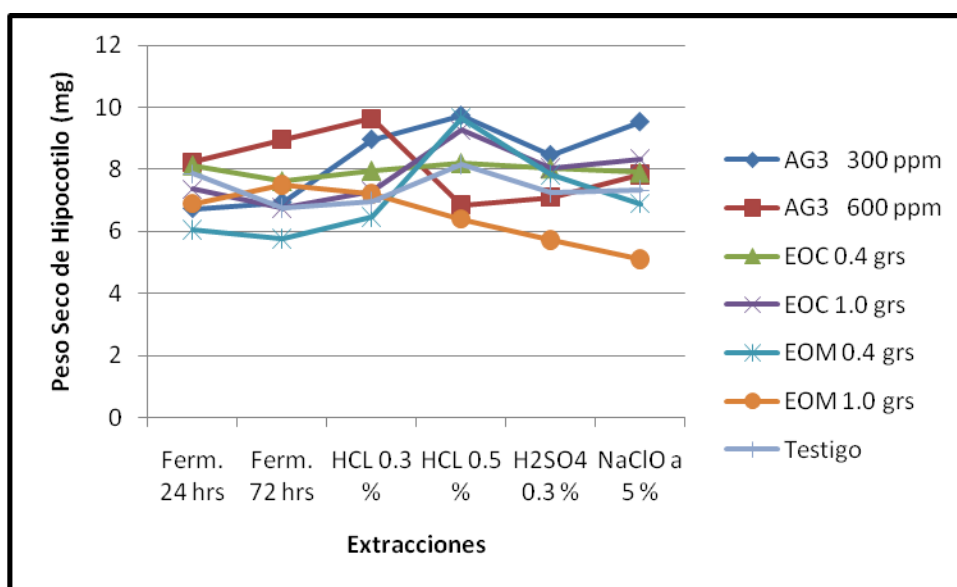


Figura 4.6 Peso seco de hipocótilo en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos.

Peso Seco de Raíz

En este parámetro la extracción a base de HCl al 0.5 fue superior al resto de las extracciones aquí estudiadas con 2.95 mg, seguido de NaClO al 5 % y HCl al 0.3 % con 2.66 y 2.65 mg siendo estos estadísticamente iguales continuando un tercer grupo integrado por H₂SO₄ al 0.3 % y fermentación por 24 y 72 horas con 2.61, 2.51 y 2.40 mg.

Para el factor tratamientos se conformaron dos grupos estadísticos, el primero conformado por AG₃ a 300 ppm, extracto orgánico concentrado a 1.0 grs, extracto orgánico concentrado a 0.4 grs, AG₃ a 600 ppm y testigo con 2.90, 2.90, 2.83, 2.82 y 2.56 mg respectivamente mientras los tratamientos a base de extracto orgánico mejorado a 0.4 y 1.0 grs obtuvieron los pesos más bajos con 2.22 y 2.18 mg.

La interacción extracciones/tratamientos plasmada en la Figura 4.7 muestra que los máximos pesos se presentaron con el AG₃ a 300 ppm al interactuar con la extracción a base de NaClO al 5 % y con el AG₃ a 600 ppm al interactuar con la extracción a base de HCl al 0.3 % también se observa que el AG₃ a 300 ppm requiere de escarificación en la semilla para tener mejores resultados mientras el AG₃ a 600 ppm tiene un comportamiento negativo al existir escarificación.

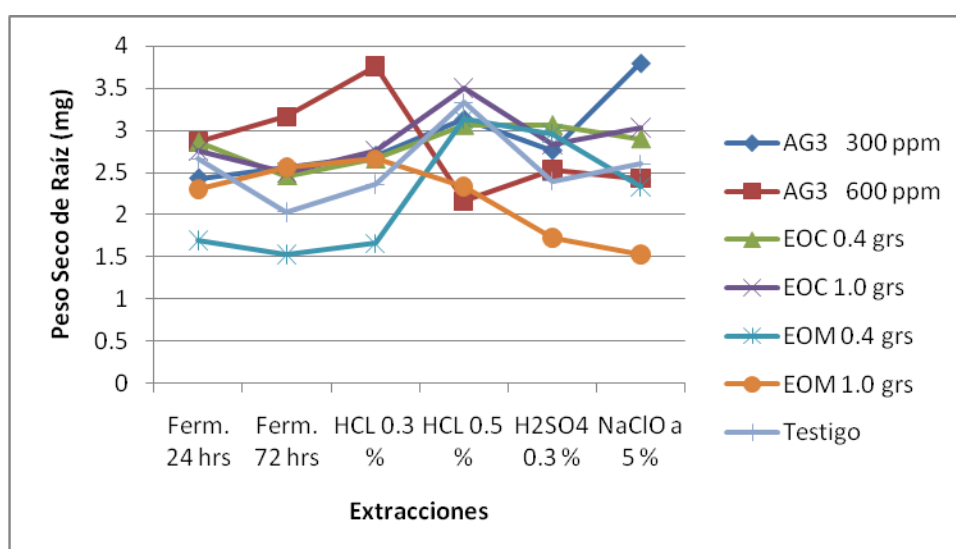


Figura 4.7 Peso seco de raíz en semilla de papaya almacenada por 240 días tratada con productos orgánicos.

DISCUSIONES

En base a los resultados obtenidos la semilla de papaya logró tener germinaciones de hasta un 83.33 % al ser sometida a imbibición por dos horas en agua y posteriormente tratada con extracto orgánico concentrado a dosis de 0.4 y 1.0 grs/150 semillas, esto posiblemente se debió a que el producto orgánico tiene cantidades importantes de citocininas, elementos menores, así como ácidos húmicos, ácidos fulvicos y otros compuestos. Lo cual coincide con Patiño *et al.* (1983), quienes coinciden con Hartmann y Kester (1988), estos recomiendan hormonas y otros estimulantes químicos para romper la latencia como son: nitrato de potasio, tiourea, etileno, ácido giberélico (GA_3), citocininas, entre otros, empleando este tipo de sustancias a diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie que se trate.

El porcentaje de germinación más alto después de ocho meses de almacenamiento de la semilla fue para la extracción a base de H_2SO_4 al 0.3% y HCl al 0.3 %, con un 84.76 y 82.14 % respectivamente obteniendo porcentajes a bajo de 75 % en el resto de los métodos utilizados en este estudio. En un trabajo realizado por Ríos (1996), reporta que el método y tiempo de extracción afecta la germinación y vigor de las semillas.

Por su parte García (2009) menciona que la semilla de papaya después de los seis meses de almacenamiento la semilla tiende a

deteriorarse en la mayoría de las extracciones, sin embargo, la extracción con HCl al 0.3 % se mantiene con el mismo porcentaje hasta los ocho meses lo cual coincide con Duffus y Slaughter (1985), quienes reportan que cualquiera que sea la semilla y cualesquiera que sean las condiciones de almacenamiento, se observa que la viabilidad de una muestra de semillas permanece razonablemente estática por un tiempo y después empieza a declinar hasta que ninguna de las semillas germina.

Para el caso del vigor (longitud de hipocotilo, longitud de raíz, peso fresco de hipocótilo, peso fresco de raíz y peso seco de raíz), el extracto orgánico concentrado a 1.0 grs/150 semillas supero al resto de los tratamientos, esto coincide con Ozuna (2008) quien recomienda aplicar extractos orgánicos para estimular la germinación y el desarrollo inicial de la plántula con más biomasa tanto en la parte aérea como radicular.

CONCLUSIONES

Se aceptan las hipótesis planteadas ya que la calidad de la semilla se vio influenciada por el método de extracción, así también más de uno de los tratamientos orgánicos tuvo efecto sobre la germinación y el desarrollo de plántula y estos tuvieron una respuesta diferente en cada uno de los métodos de extracción aquí estudiados.

En cuanto a los métodos de extracción de la semilla, la extracción a base de HCl 0.5% a una hora de reposo fue el mejor seguido por la extracción con H₂SO₄ 0.3% a hora y media de reposo. El método de extracción si tiene efecto sobre la calidad fisiológica de la semilla de papaya variedad Golden (hawaiana).

La extracción de semilla con ácidos ayuda a eliminar mejor el mucilago y ocasiona que se cause una escarificación en la semilla por lo que se obtiene mejor respuesta en la germinación y desarrollo de plántula.

En la evaluación de los tratamientos el producto extracto orgánico concentrado (EOC) incrementó la germinación a dosis de 1gr/150semillas (aproximadamente 488gr/kg semilla), además, propició un mejor desarrollo de la plántula.

El tratamiento con ácido giberélico a 300 ppm también propicio un buen desarrollo de la plántula ya que son hormonas de crecimiento, pero no incremento más la germinación que el EOC.

En las interacciones extracciones-tratamientos, se observó que los tratamientos orgánicos a excepción del EOM a 1.0gr/150 semillas, se comportan mejor con las extracciones que causan escarificación (HCl 0.5%, H₂SO₄ 0.3% y NaCl 5%) y el tratamiento con ácido giberélico a 600 ppm se comportan mejor con las extracciones que no causan escarificación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de productos orgánicos para incrementar germinación en semillas que presentan deficiencias fisiológicas por envejecimiento o mal manejo así como para semillas que presentan latencia ya que no solo incrementan germinación, también tienen un efecto positivo en el desarrollo de la plántula generando mayor calidad de esta y por lo tanto mejores posibilidades de establecimiento del cultivo.

Para el caso de semilla de papaya se recomienda aplicar los extractos orgánicos cuando esta sea obtenida bajo un método que propicie escarificación a la semilla

LITERATURA CITADA

- Besnier. R. F. 1989 "Semillas Biología Tecnología" Ed. Mund-Prensa, Madrid, España.
- Camacho, M.F. 1994. Dormición de Semillas. Ed. Trillas. México. pp. 9,13.
- De la Cruz, R. R. A. 2005. Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo. En Línea: http://www.uaaan.mx/academico/Horticultura/Memhort05/aprov_residuos.pdf
- Duffus, C. y C. Slaughter. 1985. Las semillas y sus usos. Editorial AGT. México. P. 50, 84-89.
- Everson, LE, C.S. Shin, and F.B. Cady. 1965. A comparison of the uniform blowing and hand methods for the purity analysis of *Poa pratensis* seed. Proc. Int. Seed test. Association. p. 493-507.
- Ferwerda, F.P. 1987. Genotécnia de cultivos tropicales perennes. 1ª edición, pp. 374–392.
- Flores, H. A. 2004. Introducción a la tecnología de las semillas. 1ª edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp. 61, 76, 77, 113,149
- Garcia, D. J. 2009. Manejo poscosecha en semilla de papaya (*Carica papaya*) variedad Golden (Hawaiana). Tesis de Posgrado UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. pp. 74-79
- Hartman, T. H. y E. Kester. 1988. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Ed. CECSA. México D. F. pp. 759-760
- Holman, R. M. y W. W. Robbins. 1982. Botánica General. 1ª edición. Ed. Unión Tipográfica, México. pp. 282-294.
- International Seed Testing Association (ISTA), 2004 International Rules for Seed Testing. P.O. BOX 308, 8303 Basserdorf, CH – Switzerland. ISBN 3 – 906549 – 38 – 0. Chapter 3, 4, 5 y 9.
- Jiménez, M. A. 1984. Escarificación, inoculación, y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, México. D.F. pp. 15-21.
- José A., G. D. 2002. El cultivo de la papaya hawaiana. Ed. EARTH. Costa Rica. p. 16.

- Martínez, C. Claudia. 1996. Potencial de la lombricultura. 1ª edición. México. p. 59.
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª. Edición. UNAM. México. pp. 63,113.
- Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2008. Producción mundial de papaya En línea: www.fao.org. Acceso en línea. Marzo, 2009.
- Ozuna, R. R. 2008. Evaluación de extractos orgánicos sobre la germinación y desarrollo de las plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) variedad maradol. Tesis de licenciatura UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. pp. 58-61
- Patiño, F.; P.de la Garza; Y. Villagomez; I. Talavera, y F. Camacho, 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° 63. P. 181
- Ríos, C. H. J. 1996. Métodos de extracción y calidad de semilla en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot) Tesis de maestría UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. pp.43-47
- Rivera L., O. 2004. Efecto de extractos organicos en la germinación y vigor de semilla deteriorada de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico. p. 37, 61
- Ruiz, O. M., R. D. Nieto y R. I. Larios. 1979. Tratado elemental de botánica. Décima quinta edición. Ed. E.C.L.A.L.S.A., México. pp. 251-260.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. 1994 "Fisiología Vegetal", Ed. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. México. p. 395-449.
- Schuld, M. 2009. Manual de lombricultura. En línea: http://www.manualdelombricultura.com/manual/agricultura_organica/importancia.html
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA-SIAP). 2008. Producción nacional de papaya. En línea: www.siap.sagarpa.gob.mx. Acceso en línea. Marzo, 2009.
- Semillas del Caribe. 2006. En línea: www.semillasdelcaribe.com
- Universidad Politécnica de Valencia, (U. P. V.). 2003. Latencia de Yemas y Semillas. En línea: http://www.etsmre.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_16.