

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**Evaluación de Extractos Orgánicos sobre la Germinación de  
Semillas de Papaya (*Carica papaya* L.) Cv. Maradol.**

**Por:**

**Rosauro Ozuna Ruiz**

**Tesis**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México Noviembre 2008**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Extractos Orgánicos sobre la Germinación de Semillas de Papaya (*Carica papaya* L.) Cv. Maradol.

Por:

Rosauro Ozuna Ruiz

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobado Por:

Asesor principal:

Ing. René Arturo De la Cruz Rodríguez

Sinodal:

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Sinodal

Ing. Julio Cesar García Dean

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

Suplente

Ing. Modesto Colín Rico

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

División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre 2008

## DEDICATORIA

**A: DIOS.** Especialmente a ti por haberme dado la gran oportunidad de vivir, sobre todo por cuidarme e iluminarme en todo momento, tu que estuviste presente a mi lado en momentos de angustia, tristeza, desesperación y alegría; pero nunca me dejaste solo y que me diste la fuerza necesaria para salir adelante.

**A ti Madrecita: Isabel Ruiz Pérez.** Te dedico este proyecto, por que estoy muy orgulloso de que tú seas mi hermosa y buena mamá, gracias por traerme al mundo, por quererme, adorarme y cuidarme sobre todo por darme una excelente educación que me convirtió en lo que ahora soy, gracias a tus bendiciones, oraciones y apoyo moral mi primer objetivo se ha cumplido (Te amo Mucho, DIOS te bendiga mamita).

**A ti padre: Rosauro Ozuna López.** Te dedico este proyecto, porque estoy orgulloso de tener un padre como tú por haberme enseñado a ser un hombre de bien, tu forma de hacer las cosas fáciles, me enseñó a comprender que no existe nada imposible. Muchas gracias por tu apoyo y darme esta herencia “la profesión” (Te amo DIOS te bendiga).

**A mis hermanos: José Antonio, Edalí, Ercilía, Asunción, Uriel y Mari.**

Estoy agradecido por estar conmigo siempre en las buenas y en las malas, por brindarme sus consejos cuando más los he necesitado y darme apoyo incondicional que me han brindado y muestras de cariño como buenos hermanos unidos (Los Quiero, DIOS los bendiga).

**A mis cuñados(a): Ariel, Edgar Obeth, Josué, Alondra.** Quienes me regalaron su amistad y la armonía de convivir como hermano y más aun por sus pequeños consejos pero significativos.

**A mis sobrinos(a): Lizeth Adriana, José Lisandro, Brayan de Jesús, Javier Ariel, Amairani Berenice, Kevin Alejandro, Edgar Daniel.** Por hacernos feliz al llegar a nuestras vidas y por traer felicidad a nuestro hogar.

**A mi novia (Ruth):** Por apoyarme en los momentos difíciles, por contar contigo en todo momento y ser una persona especial en mi vida “te Amo”.

**A la familia Ruiz (R. Argentina):** por sus oraciones y brindarme sus apoyo como en familia (Díos los bendiga).

## INDICE

### INTRODUCCION

#### PAG.

Índice de cuadros-----

--i

Índice de dibujos-----

--ii

Dedicatoria-----iii

Agradecimiento-----iv

Objetivo-----3

Hipótesis-----3

### REVISIÓN DE LITERATURA

Concepto de semillas-----4

Calidad de la semilla-----5

Propiedades internas-----6

Propiedades externas-----6

COMPONENTES DE LA CALIDAD DE SEMILLAS-----7

Calidad genética-----7

Calidad fisiológica-----8

Calidad física-----8

Calidad sanitaria-----	9
CLASIFICACIÓN DE LAS SEMILLAS-----	9
Semillas duras-----	9
Semillas latentes-----	10
Semillas muertas-----	11
Germinación-----	11
FACTORES QUE AFECTAN LA GERMINACIÓN-----	12
Factores internos (intrínsecos).-----	12
Madurez de las semillas.-----	12
Viabilidad de las semillas.-----	13
Factores externos (extrínsecos) -----	14
Humedad-----	14
Temperatura-----	14
Gases-----	15
PROCESO COMUNES EN LA GERMINACIÓN-----	16
Latencia de la semilla-----	17
Mecanismo de latencia-----	18
Causas de la latencia-----	19
Embrión inmaduro o rudimentario-----	19
Impermeabilidad al agua-----	19
Impermeabilidad de oxígeno-----	19
Restricción mecánica -----	19
Embrión en dormancia-----	20

Combinación de causas-----	20
Métodos para superar la latencia-----	20
VIGOR DE LA SEMILLA-----	21
DETERIORO-----	22
Sintoma del deterioro de la semilla-----	22
Baja actividad enzimática-----	23
Reducción en la respiración-----	24
Incremento en el contenido de ácidos grasos libre-----	24
Características del deterioro de las semillas.-----	24
RELACIÓN ENTRE DETERIORO Y GERMINACIÓN-----	26
FITOHORMONAS-----	26
Auxinas-----	27
Giberelina -----	28
Citoquininas-----	29
Etileno-----	30
Acido abscísico-----	30
AGRICULTURA ORGÁNICA-----	30
Importancia económica de la agricultura orgánica.-----	32
Los abonos orgánicos-----	32
La composta-----	33
Importancia de la composta-----	33
Beneficios de la composta-----	34
Lombricomposta-----	34

USOS Y BENEFICIOS DE LA LOMBRICOMPOSTA-----	35
Ácidos húmicos y fúlvicos -----	36
Acción de las sustancias húmicas-----	37
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
UBICACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL-----	38
MATERIAL GENÉTICO-----	38
CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO-----	38
MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE LA SEMILLA-----	39
ACONDICIONAMIENTO DE LA SEMILLA-----	40
TRATAMIENTOS PARA LA GERMINACIÓN-----	41
DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS-----	42
Sedimento de composta-----	42
Lombricomposta en polvo -----	42
Sedimento mixto -----	42
Estimulante orgánico concentrado -----	42
Aplicación de los productos-----	43
Establecimiento del experimento-----	43
VARIABLES EVALUADAS-----	43
Germinación Estándar. -----	44
Índice de Velocidad de Emergencia-----	44
Longitud Media de Hipocotílo -----	44
Longitud Media de Raíz -----	44
Peso Fresco de Hipocotilo.-----	44

Peso Fresco de Raíz.	45
Peso Seco de Hipocotilo.	45
Peso Seco de Raíz.	45
DISEÑO EXPERIMENTAL	46
<b>RESULTADOS</b>	<b>47</b>
Germinación Estándar.	48
Índice de Velocidad de Emergencia	50
Longitud Media de Hipocotílo	52
Longitud Media de Raíz	53
Peso Fresco de Hipocotilo.	54
Peso Fresco de Raíz.	55
Peso Seco de Hipocotilo.	56
Peso Seco de Raíz.	57
<b>DISCUSIÓN.</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>60</b>
<b>RECOMENDACIÓN</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>62</b>
<b>CITAS INTERNET</b>	<b>64</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	página
1.1 Tratamientos utilizados para promover la germinación en semilla de papaya .....	Maradol 41
4.1 Cuadrados medios de las variables evaluadas en laboratorio en semilla de papaya tratada con productos orgánicos.....	47
4. 2 Comparación de medias de las diferentes variables evaluadas en semilla de papaya tratada con productos orgánicos .....	48

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
4.1 Germinación de semilla de papaya, Tratada con productos orgánicos.....	49
4.2 Comparación de velocidad de germinación del T2 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto).....	50
4.3 Comparación de velocidad de germinación del T3 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto).....	50
4.4 Comparación de velocidad de germinación del T4 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto).....	50
4.5 Comparación de velocidad de germinación del T5 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto).....	50
4.6 Comparación de velocidad de germinación del T6 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto).....	51
4.7 Comparación de velocidad de germinación del T7 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto).....	51
4.8 Comparación de velocidad de germinación del T8 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto).....	51
4.9 Comparación de velocidad de germinación del T9 con el T1 (testigo	

relativo) y T10 (testigo absoluto).....	51
4.10 Fig. 4.10 longitud media del hipocotilo de la plántula de papaya en cm.....	52
4.11 Figura 4.11 longitud media de la raíz de la plántula de papaya en cm.....	53
4.12. Peso fresco del hipocotilo de la plántula de papaya en grs.....	54
4.13 Peso fresco de raíz de la plántula de papaya en grs .....	55
4.14 Peso seco del Hipocotilo de la plántula de papaya en grs.....	56
4.15 Peso seco de Raíz de la plántula de papaya en grs.....	57

## AGRADECIMIENTOS

**A mis “Asesores”:**

**Al Ing. René A. De la Cruz Rodríguez.** Por su hermosa amistad que me brindó a lo largo del trabajo de investigación, y como olvidar sus palabras de motivación en los momentos de aflicción; además sus grandes consejos que me ayudaron a fortalecer para salir adelante. Mil gracias por haberme asesorado en mi tesis y dedicarme el tiempo necesario para culminar el proyecto, para mi fue la persona indicada. Dios la bendiga.

**Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo.** Por haber puesto su confianza en mí para llevar a cabo el trabajo, además por brindarme su amistad y apoyo. Gracias.

**Al Ing. Modesto colín rico.** Por su valiosa confianza y amistad que me brindó durante mi carrera y por su participación como suplente.

**Al Ing. Julio Cesar.** Por su apoyo incondicional y regalarme un poco de su tiempo, además brindarme su amistad. Gracias.

**A la Ing. Martina De la Cruz Casillas.** Por brindarme su valiosa participación en la revisión de este trabajo, y su apoyo en el laboratorio.

**A la TLQ. Sandra García Valdés.** Por facilitarme lo necesario para realizar mi trabajo en el laboratorio

**A la Lic. Sandra López Betancourt.** Por su gran apoyo otorgado para la realización de este trabajo de investigación además de su amistad y confianza brindada.

**A todos mis maestros.** Por brindarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

A mi **“ALMA TERRA MATER”**. Por darme la gran oportunidad de realizar mis estudios.

A el **DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO.** Por brindarme la facilidad de llevar acabo mi tesis y hacer uso de los equipos y materiales del laboratorio.

**A mis amigos:** Eliobeth, Carlos Alejandro, Constancio, Saraín, Huberto, Francisco, Mario, Elmer, Alfredo, Romeo, Romarico, Mariano, Abner. Quienes me brindaron su apoyo y amistad en todo momento, con quienes formé una nueva familia compartiendo grandes experiencias y culturas. Nunca olvidare los momentos que disfrutamos.

## **INTRODUCCION**

La papaya (*Carica papaya*), es una especie de mucha importancia en los trópicos por el alto rendimiento y valor nutritivo de la fruta, su cultivo es de alta precocidad y el valor comercial de la semilla es alto, sin embargo la calidad y vigor se ven afectados por tiempo de almacenamiento y condiciones ambientales, siendo una semilla de baja longevidad.

La agricultura orgánica, ecológica o agricultura libre de químicos, es la tendencia de utilizar en menor medida productos químicos de origen no natural es decir productos sintéticos, con la finalidad de reducir daños ambientales y de salud, cabe aclarar que actualmente la población se está familiarizando con este tipo de productos y su producción.

Los productos orgánicos poseen en su composición pequeñas cantidades de hormonas, tales como ácidos orgánicos, auxinas, giberelinas y citocininas, así como elementos menores y otros compuestos que actúan estimulando la fisiología de las semillas, esto motiva a buscar dosis adecuadas para conseguir el más alto porcentaje de germinación, vigor en las plántulas y beneficiar a productores, dedicados a este cultivo.

Cada vez se aprecia en mayor medida que la agricultura orgánica, es una solución en potencia, para resolver problemas que enfrenta la agricultura actual, en cultivos como en tomate, chile, papaya, etc.

Los productos orgánicos de composta y lombricomposta han comprobado ser de gran ayuda para recuperar características que pierde la semilla a través del tiempo, una de ellas el incremento de la germinación.

Los investigadores han reportado que los problemas de germinación en semillas de papaya se caracterizan por la variación en el número de días, ya que inicia la germinación la primera semana después de siembra y concluye a la segunda o tercera semana aproximadamente esto provoca que no se tenga plantaciones uniformes.

Sabiendo los beneficios de los productos orgánicos y la necesidad de encontrar nuevos métodos para el tratamiento de semillas que presentan cierto grado de deterioro que ocasiona un bajo porcentaje de germinación y bajo vigor de plántula se realizó el presente trabajo de investigación, planteándose los siguientes.

**Palabras clave:** Extractos orgánico, semillas de papaya, germinación de papaya, velocidad de germinación, Cv. Maradol.

## **Objetivos**

- Evaluar el efecto de extractos orgánicos derivados de la composta y lombricomposta sobre la germinación en semilla de papaya Cv. Maradol
- Determinar la concentración que más estimule la germinación y el desarrollo de la plántula de papaya Cv. Maradol.

## **Hipótesis**

- Al menos uno de los extractos orgánicos causará una respuesta mayor sobre la germinación de semilla de papaya.
- Al menos uno de los extractos orgánicos propiciará un mejor desarrollo y calidad de plántula de papaya que los testigos evaluados.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Concepto de semillas**

Camacho (1994) y Hartman y Kester (1999), 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.

Moreno (1996), menciona que en términos agroquímicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, fruto y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplea 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 epispermo. 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, ovario, tejidos de otras partes de la flor e incluso de la inflorescencia.

Encarta (2005), define a la semilla, como un embrión de la planta una vez que ha alcanzado la madurez. Puede estar acompañado de tejidos nutritivos y protegido por una cubierta o testa.

### **Calidad de la semilla**

Missio (2002), menciona que la calidad de la semilla es la suma de sus características genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias que se reflejan en el campo. La semilla se caracteriza por su buena o mala calidad. En una semilla que garantiza los mejores resultados están involucrados atributos como: variedad, germinación, vigor, sanidad, pureza, entre otros. Con certeza, la calidad de la semilla no puede ser definida solamente por su poder germinativo.

El mismo autor señala que, los riesgos de una semilla de mala calidad son bien conocidos, la baja calidad trae problemas con el stand en el cultivo, problemas con la distribución de las plantas, pues la compensación tiene límites y una planta de semillas vigorosa produce más, la investigación ya lo ha demostrado, que la diferencia en la producción entre semillas de alta y baja calidad alcanza entre 10 a 15%. La diferencia es causada por el stand, mala distribución de las plantas y el vigor en si.

Moreno (1996), menciona que la pureza física, pureza varietal, poder germinativo, el vigor, la sanidad y el contenido de humedad, define la calidad de las semillas.

FAO (1985), reportó las propiedades que determinan la calidad de la semilla, las cuales son:

### **Propiedades internas**

- Pureza varietal (potencial genético)
- Carencia de enfermedades
- Alta germinación
- Alto vigor

### **Propiedades externas**

- Pureza física
- Clasificación por tamaño
- Peso de 1000 granos o semillas
- Contenido de humedad interna

## **Componentes de la calidad de semillas**

Hamptón (2001), dice que la calidad de semillas es un concepto múltiple que comprende diversos componentes, a pesar de que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseadas. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación.

Sin embargo existen otros componentes de la calidad semillas que pueden ser agrupados en tres categorías:

- Descripción: Especie y pureza varietal, pureza analítica, uniformidad y peso de semilla.
- Higiene: Contaminación con plantas invasoras nocivas, sanidad de semillas, contaminación con insectos y ácaros.
- Potencial de desempeño: Germinación, vigor, emergencia y uniformidad en campo.

### **Calidad genética**

Terenti (1996), menciona que esta se produce en la etapa del mejoramiento genético. Los trabajos de cruzamientos, selección y las redes de

verificación que han desarrollado los centros especializados en mejoramiento genético, están orientados a obtener variedades e híbridos de mayor productividad, precocidad, adaptabilidad, calidad del grano, mayor eficiencia en el uso del agua y nutrientes.

### **Calidad fisiológica**

Terenti (1996), dice que la germinación, es la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que la semilla madura llega a la máxima vitalidad; a partir de ese momento comienza a envejecer o perder vigor, porque la misma sigue respirando y gastando energía para mantener sus funciones vitales. Por ello, el ambiente en que se almacene debe ser seco y fresco. El nivel extremo de envejecimiento es la muerte o pérdida de la capacidad para dar una planta normal y vigorosa. Cuando nos decidimos a sembrar “debemos preguntarle” a la semilla acerca de que extremo se encuentra: de la máxima vitalidad o de la muerte. Esta pregunta se responde en los laboratorios de análisis de semilla con pruebas específicas de germinación y vigor.

### **Calidad física**

Terenti (1996), menciona que se le asocia con el color, brillo, daños mecánicos (fracturas, cuarteos), la presencia o ausencia de cualquier

contaminante distinto de la semilla deseable. Estos contaminantes pueden ser: materiales inertes, semillas de malezas comunes y nocivas, formas reproductivas de plagas y enfermedades. Siendo exigente en la calidad física podemos evitar la diseminación de enfermedades, insectos y malezas.

### **Calidad sanitaria**

Sandoval (2001), Menciona Que la calidad sanitaria sigue siendo uno de los aspectos que mantiene preocupada a la comunidad semillera de este país, pues es bien sabido que las semillas son consideradas como el vehículo más eficiente para transportar e introducir patógenos, por lo que se han venido intensificando los estudios que permitan la identificación de los hongos o bacterias que mayor incidencia tienen en las diferentes especies agrícolas, así como, tratamientos alternativos a base de extractos naturales.

## **Clasificación de las semillas**

### **Semillas duras**

Moreno (1996), indica que las semillas duras son aquellas que permanecen duras hasta el final de la prueba de germinación, ya que no absorben agua porque tienen una cubierta impermeable.

### **Semillas latentes**

Moreno (1996), denomina así a las semillas viables (diferentes a las semillas duras) que no germinan, aun cuando este bajo las condiciones que se especifican para dicha especie. La viabilidad de estas semillas se pueden determinar con la prueba de tetrazolio y su germinación se puede acelerar mediante escarificación y aplicación de sustancia promotoras de la germinación.

### **Semillas muertas.**

Aquellas que no germinen y que no se les clasifique como latentes o duras, deberán ser consideradas como semillas muertas.

## **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 lo convertirán en una planta adulta.

Moreno (1996), define a 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 otra parte, la Internacional Seed Testing Association "ISTA" (1996) 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.

Esparza (1996), menciona que la germinación puede definirse como la serie secuenciada de eventos morfogénéticos que resultan en la transformación de un embrión en una plántula. Dicho proceso involucra la división y expansión celular y la formación de órganos de la planta como tallos, hojas y raíces. El proceso de germinación puede subdividirse en la siguiente serie de eventos: imbibición de agua, activación enzimática, iniciación del crecimiento del embrión, ruptura del crecimiento de la semilla, emergencia y establecimiento de la plántula. Dicho proceso se ve grandemente influenciado por los factores: especie, variedad, madurez de la semilla y composición ambiental.

Sandoval (2001) menciona que la germinación es un proceso en el cual las enzimas son activadas por factores como humedad y temperatura, dando origen a estructuras bien diferenciadas conocidas como radícula y plúmula, con la capacidad fisiológica y carga genética para desarrollar una plántula.

## **Factores que afectan la germinación**

Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos:

### **Factores internos (intrínsecos).**

Propios de la semilla; entre los factores internos que afectan la germinación está la madurez que presentan las semillas y la viabilidad de las misma. (<http://www.euita.upv.es>).

**Madurez de las semillas.** Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo, tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. También se relaciona con la deshidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla. La madurez se suele alcanzar sobre la misma planta, sin embargo, existen algunas especies que diseminan sus semillas antes de que se alcance.

Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aun una serie de transformaciones fisiológicas. Lo normal es que requieran la perdida de sustancias inhibidoras de la germinación o la acumulación de

sustancias promotoras. En general, necesitan reajustes en el equilibrio hormonal de la semilla y/o en la sensibilidad de sus tejidos para las distintas sustancias activas.

**Viabilidad de las semillas.** La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. Por su parte Salisbury (1994), cita que la viabilidad se pierde a menudo con más rapidez si las semillas se almacenan en aire húmedo y en temperaturas de 35°C o más cálidas. Parte de la pérdida quizá se deba a organismos patógenos internos.

Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, puede haber semillas que germinan todavía después de decenas o centenas de años; se da en semillas con una cubierta seminal dura como las leguminosas. El caso mas extremo de retención de viabilidad es el de las semillas de *Nelumbo nucifera* encontradas en Manchuria con una antigüedad de unos 250 a 400 años.

## **Factores externos (extrínsecos)**

Depende del ambiente; entre los factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación destacamos a la humedad, temperatura y gases.

**Humedad.** La adsorción de agua es el primer paso y el más importante que tiene lugar durante la germinación, para que la semilla recupere su metabolismo, es necesaria la rehidratación de sus tejidos. La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia del potencial hídrico entre la semilla y el medio que la rodea, en condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico. Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión.

**Temperatura.** Besnier (1989), afirma que la temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y

un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas solo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables.

Las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a 25°C. Las máximas temperaturas están entre 40 y 50°C (*Cucumis sativus*, 48°C). Sin embargo, las semillas de las especies de las zonas frías germinan mejor a temperaturas bajas, entre 5 y 15°C. Ejemplo de ello son *Fagus sylvatica* (haya), *Trifolium repens* (trébol), y las especies alpinas, que pueden germinar a 0°C. En la región mediterránea, las temperaturas más adecuadas para la germinación son entre 15 y 20°C.

**Gases.** Besnier (1989), menciona que la mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> de esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. Para que la germinación tenga éxito, el O<sub>2</sub> disuelto en el agua de imbibición debe llegar hasta el embrión. A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal como compuestos fenólicos, capas de mucílago, macroesclereidas, etc. pueden obstaculizar la germinación de la semilla por que reducen la difusión del O<sub>2</sub> que llega al embrión, quien a medida que aumenta la disponibilidad de agua en la

semilla. A todo lo anterior hay que añadir que la temperatura modifica la solubilidad del O<sub>2</sub> en el agua que adsorbe la semilla, siendo menor la solubilidad a medida que aumenta la temperatura.

### **Proceso comunes en la germinación.**

Camacho (1994), menciona que los procesos comunes de germinación son:

- Imbibición de la semilla.
- Diseminación de los aminoácidos del eje embrionario
- Utilización en la glicólisis de los manómetros obtenidos a partir de los aminoácidos.
- Reducción de los nucleótidos de la piridina mediante la pentosa fosfatada y la glicolisis.
- Oxidación de los nucleótidos de la piridina mediante el sistema nitrato reductasa con formación de ATP.
- Asimilación de los monómeros para la elongación celular (este paso es inducido por las auxinas).
- Hidrólisis de los polímeros de los tejidos nutritivos (inducido por las giberelinas).
- Translocación de los monómeros de los tejidos nutritivos al eje embrionario; en este punto, el metabolismo de la semilla pasa de una fase predominante anaeróbica a otra aeróbica.

- Aumento de la actividad del ciclo de krebs.
- Incremento de la transcripción del ADN en el embrión.
- Síntesis de nuevas proteínas en el embrión.
- Replicación del ADN y división celular en el embrión que es inducida por las citoquinina.

### **Latencia de la semilla**

Besnier (1989), la menciona a manera de “letargo” y la define como el fenómeno por el cual una semilla viable no germina cuando se coloca en un sustrato húmedo, aireado y a temperatura suficiente para sostener los procesos metabólicos que conducen a la germinación; salvo casos extremos, esta temperatura oscila entre los 20 y los 25°C.

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, mientras que Flores (2004), la explica como la capacidad de la semilla para retrasar su germinación hasta que el tiempo y lugar sean propicios y representa un mecanismo de sobrevivencia de la planta. La latencia es un fenómeno complejo que resulta un desafío para los investigadores y analistas de semillas.

Sandoval (2001), Menciona que la Latencia, es un mecanismo que inhibe a la germinación y que algunas especies han desarrollado principalmente como una alternativa que favorece su sobrevivencia, es también un fenómeno que ocupa la atención de los investigadores de semillas, se buscan alternativas que permitan obtener una germinación uniforme y segura en el esfuerzo por domesticar y cultivar aquellas especies que presentan cualidades de interés económico, para lo cual, han sido realizados una gran cantidad de trabajos, buscando conocer y dominar los mecanismos físicos, fisiológicos y genéticos involucrados en tales procesos, así como los efectos de las hormonas vegetales y otras sustancias en los mecanismos que inhiben la germinación.

### **Mecanismo de latencia**

Cunha (2005), Menciona Que son tres los mecanismos de latencia:

- 1) Física, Relacionada con la impermeabilidad del envoltorio de la semilla al agua.
- 2) Fisiológica, Relacionada a los procesos fisiológicos que bloquean el crecimiento del embrión.
- 3) Morfológica, Relacionada al embrión inmaduro. Algunas especies presentan el envoltorio impermeable al agua, debido a la presencia de lignina, suberina y otros compuestos bases.

## **Causas de la latencia**

El origen de la latencia de las semillas, esas pueden ser incluidas en alguna de las siguientes categorías:

**Embrión inmaduro o rudimentario.** En esta categoría, el embrión no está completamente desarrollado cuando la semilla se desprende de la planta. Si estas semillas se colocan a germinar bajo condiciones favorables, la germinación se retrasa hasta que el embrión sufra las modificaciones anatómicas y fisiológicas que le permitan completar su diferenciación y crecimiento.

**Impermeabilidad al agua.** Las semillas pueden poseer un tegumento que impide la absorción de agua y la ruptura de la testa, e iniciar la germinación.

**Impermeabilidad de oxígeno.** Se da cuando las estructuras, como el pericarpio o tegumento impiden el intercambio gaseoso. Esta forma de latencia es común en gramíneas. (<http://www.euita.upv.es>).

**Restricción mecánica.** El tegumento o cubierta protectora puede presentar resistencia mecánica capaz de impedir el crecimiento del embrión. Esta dormancia puede ser superada removiendo o perforando la cubierta protectora de la semilla.

**Embrión en dormancia.** Se caracteriza porque la causa de la latencia esta en el embrión. Estas semillas presentan exigencias especiales en cuanto a luz o temperatura, para superar la latencia causada por inhibidores químicos.

**Combinación de causas.**

La presencia de una causa de latencia no elimina la posibilidad de que otras causas estén presentes. Estas semillas necesitan de una combinación de tratamientos para superar la condición de dormancia (<http://www.virtual.unal>).

**Métodos para superar la latencia**

- Escarificación mecánica
- Escarificación ácida
- Lavado en agua corriente
- Secado previo
- Pre enfriamiento
- Estratificación
- Imbibición en nitrato de potasio
- Exposición a la luz (<http://www.virtual.unal>).

## **Vigor de la semilla**

Moreno (1996) menciona que en 1977 el comité de pruebas de vigor de la ISTA, define al vigor como la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semilla durante su germinación y emergencia de la plántula, las que se comportan bien se llaman semillas de alto vigor y las que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor”.

Menciona, que evaluar el vigor de las semillas es de gran utilidad para predecir el comportamiento de un lote cuando las condiciones del medio ambiente no son del todo favorables para la germinación y emergencia de las plántulas. Igualmente, es de valor para comparar el potencial biológico de lotes con porcentajes de germinación similares y también para tomar decisiones sobre el tiempo de almacenaje al que pueden ser sometidas las semillas, ya que se ha visto que el vigor y la longevidad están altamente correlacionados.

El mismo autor (1996), explica que las causas de la variabilidad del vigor de la semilla son las siguientes:

- Genotipo
- Medio ambiente y nutrición de la planta
- Estado de madurez en el momento de la cosecha

- Tamaño, peso y peso volumétrico
- Daño físico
- Deterioro y envejecimiento
- Patógenos

Besnier (1989), lo define como la capacidad de las semillas para producir, rápida y uniformemente, plántulas normales en condiciones específicas de laboratorio. Esta capacidad depende, fundamentalmente, de tres condicionantes principales: maquinaria bioquímica, amplitud de reservas nutritivas y de la constitución genética.

### **Deterioro**

Miranda (1984), caracteriza al deterioro como un proceso natural que envuelve cambios fisiológicos, físicos y bioquímicos en la semilla, hasta que esta avanza hacia su muerte.

Duffus y Slaughter (1985), mencionan que algunas de las manifestaciones del deterioro de semillas son: cambios en el color, disminución de la tolerancia a condiciones desfavorables de almacenamiento, reducido crecimiento de plántulas, disminución de la capacidad germinativa e incremento de plántulas anormales.

Es probable que sea imposible definir, en términos exactos y no ambiguos, deterioro de semillas, de manera práctica, el deterioro de semillas puede ser visto como un complejo de cambios que ocurren con el pasar del tiempo, causando perjuicios a sistemas y funciones vitales, resultando disminución en el grado de la capacidad de desempeño de la semilla. El deterioro empieza después que la semilla alcanza la maduración fisiológica y continua hasta perder su capacidad de germinar. La duración del proceso de deterioro es determinada principalmente por la interacción entre herencia genética, su contenido de humedad y la temperatura.

### **Síntomas del deterioro de las semillas**

El estado avanzado del deterioro de las semillas es evidente por la visibilidad de los síntomas durante la germinación y crecimiento de las plantas. Sin embargo, estos son precedidos por cambios fisiológicos cuyos síntomas pueden ser detectados únicamente por sofisticadas técnicas.

### **Baja actividad enzimática**

Las pruebas más sensibles para medir el deterioro incipiente de la semilla son aquellas donde la actividad es medida con ciertas enzimas asociadas con la interrupción de reservas alimenticias o biosíntesis de nuevo tejido.

### **Reducción en la respiración**

Woodstock, L. W. and D. F. Grabe. (1967), describen a la respiración como una actividad compuesta de un gran grupo de enzimas que juntas reaccionan en la disminución de las reservas alimenticias. Como las semillas se deterioran, la respiración se hace cada vez más débil, y en última instancia conduce a la pérdida de germinación. Sin embargo antes de la pérdida germinal, los niveles de respiración durante las etapas tempranas de germinación han sido correlacionados con el vigor subsecuente.

### **Incremento en el contenido de ácidos grasos libre**

Harrington (1972), menciona que el incremento de ácidos grasos en la semilla es en gran parte debido a la invasión de hongos y es un síntoma principal de deterioro solamente cuando el contenido de humedad de la semilla ésta cerca del 12%.

### **Características del deterioro de las semillas.**

- El deterioro de la semilla es un proceso inexorable o inevitable;
- El deterioro es irreversible;
- Existen diferencias inherentes entre especies en cuanto a la longevidad de la semilla;

- El deterioro es mínimo en la maduración de la semilla;
- La velocidad de deterioro varía entre lotes de semillas de la misma variedad;
- La velocidad de deterioro varía entre semillas individuales dentro de un lote.

Las tres primeras características pretendían definir las limitaciones biológicas en el control del deterioro de las semillas, dos de ellas pueden no ser consideradas tan válidas actualmente. Hay evidencias substanciales de que existen mecanismos de reparación activos con la finalidad de revertir algunos de los efectos del deterioro en semillas en el suelo y en aquellas sometidas a varios tipos de acondicionamiento osmótico.

Diferencias inherentes en la longevidad de semillas entre especies y entre cultivares son una realidad y esta limitación debe ser llevada en consideración en los sistemas de control de calidad.

La cuarta características establece la época de madurez de la semilla como el último punto de partida para la implementación de procedimientos de control de calidad. Las dos últimas características del deterioro de semillas son críticas para que podamos entender las relaciones entre el deterioro y la germinación, germinación y vigor, y, entre vigor y deterioro.

## **Relación entre deterioro y germinación**

Delouche (2002), menciona que los aspectos más importantes de la relación entre deterioro de semilla y la germinación puede ser declarado simplemente como: la pérdida de la capacidad de germinación, es la consecuencia o el efecto final práctico del deterioro; es la última cosa que ocurre en el proceso de deterioro. Dos cuestiones surgen naturalmente de la premisa de que la pérdida de la capacidad de germinar es la consecuencia final del deterioro de la semilla.

## **Fitohormonas**

Devlin (1982), nombra que la mayoría, si no la totalidad de la actividad fisiológica de las plantas esta regulada por un conjunto de sustancias químicas llamadas *hormonas*. La presencia en las plantas de hormonas reguladores del crecimiento fue sugerida por primera vez por Julios Von Sachs en la segunda mitad del siglo XIX, cuando indicó que debían existir en las plantas “sustancias formadoras de órganos” que debían ser producidas en las hojas y transportadas hacia abajo al resto de la planta.

Los fitorreguladores son compuestos orgánicos que actúan en muy pequeñas cantidades en las plantas; inhiben, promueven o modifican unos procesos fisiológicos: crecimiento y formación de órganos vegetales. Su acción

es poco específica, por lo que solapan la acción de muchos de ellos. Pueden ser producidos por las propias plantas “fitohormonas” o bien pueden ser sintéticos (<http://www.personal.us.es/florido/agroqui2/tema9.doc>).

## **Auxinas**

Weaver (1996), menciona que por lo general, estos compuestos son ácidos de núcleo cíclico insaturado o derivados de estos ácidos. Los precursores de las auxinas son compuestos que se pueden transformar en auxinas dentro de la planta.

Gonzales *etal.* (1999), dice que la auxina ha sido implicada en la regulación de un número de procesos fisiológicos, como:

- La promoción del crecimiento y diferenciación celular y por lo tanto en el crecimiento en longitud de la planta.
- Estimulación del crecimiento y maduración de los frutos.
- Floración, senectud y geotropismo.
- Retrazo en la caída de las hojas, flores y frutos jóvenes y la dominancia apical.
- La auxina es dirigida a la zona oscura de la planta lo que ocasiona que las células de esa zona crezcan más en relación a las células que se encuentran en la zona clara de la planta. Esto produce una curvatura de

la punta de la planta hacia la luz movimiento que se conoce como fototropismo.

### **Giberelinas**

Del mismo modo, los mismo autores Weaver, Devlin y Gonzales, hacen una descripción relacionada con las giberelinas, el ácido giberélico y específicamente el GA3 fue la primera de esta clase de hormonas en ser descubierta. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces y en las semillas en desarrollo. La hormona no muestra el mismo transporte fuertemente como en la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento basipetalo en el tallo. Su función es incrementar la división celular (mitosis).

Actualmente existen varios tipos de giberelinas, siendo las más comunes: GA1, GA3, GA4, GA7 y GA9. Mientras que algunos efectos de estas sobre las plantas son:

- La sustitución de las necesidades de frío o de fotoperiodos largos requeridas por muchas especies para su floración.
- La inducción de la partenocarpia en algunas especies de frutos.
- El retraso de la maduración de frutos (cítricos).
- La estimulación en la síntesis de RNA m (RNA mensajero).

- La inducción a la brotación de yemas.
- La interrupción en el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizar las reservas en azúcares.
- La germinación en semilla de cebada en la elaboración de cerveza.
- La inducción del alargamiento de entrenudos de tallos.

### **Citoquininas**

Weaver (1996), señala que son sustancias del crecimiento de las plantas que provocan la división celular. Muchas citocininas exógenas y todas las endógenas se derivan probablemente de la adenina, una base nitrogenada de purina. La primera citoquinina fue descubierta en la década de 1950 en la universidad de Wisconsin, a partir de una muestra de ADN envejecido.

Por su parte, Gonzales *etal.* (1999), también establece que estas hormonas inicialmente fueron llamadas quininas, sin embargo debido al uso anterior del nombre para un grupo de compuestos de la fisiología animal se adopto el término citoquininas en plantas incluye:

- La estimulación de la germinación de semilla, estimulación de la formación de frutos sin semilla y ruptura del letargo de semillas.
- Inducción de la formación de brotes y mejora de la floración.
- Alteración del crecimiento de frutos y rupturas de la dominancia apical.

## **Etileno.**

Encarta (2005), define el eteno o etileno como el miembro más simple de la clase de compuestos orgánicos llamados alquenos, que contienen al menos un doble enlace carbono-carbono. El etileno es un gas incoloro, con un olor ligeramente dulce, y su fórmula química es  $H_2C=CH_2$ . Es ligeramente soluble en agua, y se produce comercialmente mediante craqueo y destilación fraccionada del petróleo, así como del gas natural. El etileno arde con una llama brillante.

## **Acido abscísico**

Weaver (1996), menciona que este regulador, es un inhibidor del crecimiento celular y de la fotosíntesis. El ácido abscísico conocido anteriormente como dormina o abscisina, es un inhibidor del crecimiento natural presente en las plantas.

## **Agricultura orgánica**

Schnitman (1992), menciona que la agricultura orgánica no es simplemente una postura en contra del uso de sustancias químicas o a favor de un retorno a las viejas tradiciones agrícolas. Los métodos orgánicos están basados en el estudio cuidadoso de la naturaleza y la consecuente

colaboración con los ciclos de crecimiento, muerte y descomposición que conservan al suelo vivo y productivo. Por más que se logren crear fertilizantes que contengan todos los micronutrientes minerales conocidos, aun habrá en el suelo viviente multitud de sustancias originadas a partir de restos vegetales en descomposición y estiércoles, necesarios para el desarrollo saludable de las plantas. Igual importancia tienen bacterias, mohos, levaduras, protozoarios y demás organismos que componen un suelo rico en humus al hacer asimilables los elementos minerales. Los organismos causantes de enfermedades y plagas son menos perjudiciales pues se mantienen en equilibrio poblacional con los benéficos, y las plantas desarrolladas de acuerdo con los métodos orgánicos ofrecen mayor resistencia a sus ataques.

Gómez et. Al. (2001), dice que el productor que cultiva alimentos orgánicos adquiere una serie de ventajas, en comparación con la producción convencional, dependiente en gran medida de insumos contaminantes, las ventajas son:

- Obtiene mayores precios por sus productos (entre 20 y 40 % sobre los precios de los productos convencionales).
- Conserva y mejora sus recursos propios (suelo y agua).
- Produce alimentos sanos para el mercado, así como para él y su familia.
- Trabaja en un ambiente sano, sin peligro de intoxicaciones y de enfermedades ocasionadas por los agroquímicos.

- Mantiene un empleo bien remunerado, además de generar alternativas de trabajo para su comunidad.
- Promueve la producción sostenible y la conservación del medio ambiente en su región.

### **Importancia económica de la agricultura orgánica**

La agricultura orgánica es de gran importancia en la economía nacional, actualmente se cultivan más de 30 productos orgánicos, cubre más de 54,000 has certificadas bajo un esquemas de producción sostenible, además genera al año más de 70 millones de dólares en divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional, la generación de empleos y mayores ingresos, principalmente para los pequeños productores.

### **Los abonos orgánicos**

Suquilanda (1996), menciona que antes de definir las clases de abonos orgánicos se debe explicar lo que son: abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal o animal, que tienen la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo, como la gallinaza o el humus de lombriz, pero primero es importante conocer las características de los diferentes abonos.

## **La composta**

Una composta es la mezcla de materias orgánicas, de tal manera que fomenta su degradación y descomposición. El producto final se usa para fertilizar y enriquecer la tierra. Añadir composta, reciclando así nutrientes y minerales son las mejores llaves para combatir enfermedades de los cultivos así, agregamos y reponemos humus para revitalizar

Haug R.T. (1995). indica que el composteo es el proceso biológico mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable, permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura. Este compost es un nutriente para el suelo, mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión, ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

## **Importancia de la composta**

Dentro de un suelo sano, la materia orgánica y el humus son esencialmente importantes, si queremos conservar nuestras tierras para asegurar nuestra sobrevivencia. Añadir composta y reciclando así nutrientes y minerales son las mejores llaves para combatir enfermedades de los cultivos. Se necesita urgentemente humus en todo el mundo para revitalizar y estabilizar los suelos empobrecidos.

## **Beneficios de la composta**

- Adiciona humus y nutrientes a la tierra
- Favorece el incremento de lombrices, las cuales ayudan a la degradación de la materia orgánica y a la aireación del suelo.
- Mejora la estructura del suelo
- Previene la erosión
- Ayuda a eliminar microorganismos patógenos
- Reducción de materiales pesados o metales.

Por otra parte, también:

- Se obtiene uno de los mejores fertilizantes orgánicos.
- Nutre y mejora el suelo
- Sirve para el mantenimiento y mejoramiento de las plantas
- Evita la contaminación (olores y atracción de fauna nociva) al no depositar materia orgánica en la basura.

(<http://html.rincondelvago.com/composta.html>)

## **Lombricomposta**

La lombricomposta es un residuo orgánico, con un adecuado laboreo y compostaje, que es puesto como sustrato y hábitat para la lombriz californiana,

es transformado por esta en una extraordinaria enmienda fertilizadora. La acción de la lombriz produce un agregado notable de bacterias que actúan sobre los nutrientes macromoleculares, elevándolo a estados directamente asimilables por las plantas, lo cual se manifiesta en notables mejoras de las cualidades organolépticas de frutos y flores, y mayor resistencia a los agentes patógenos.

### **Usos y beneficios de la lombricomposta**

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 aplica 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 húmus 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 microorganismo 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.

[www.uaaan.mx/academic/horticultura/emhort05/aprov-residuos.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/horticultura/emhort05/aprov-residuos.pdf)

### **Ácidos húmicos y fúlvicos**

Franco y Bañón (1997), mencionan que el humus del suelo no es una sustancia de composición exactamente definida, ni siquiera una agrupación de compuestos en porcentajes determinados, sino que ha de considerarse como un material heterogéneo constituido por un conjunto de sustancias altamente polarizadas, de peso molecular relativamente alto, amorfas, con propiedades coloidales e hidrofílicas muy marcadas, de alta capacidad de intercambio catiónico, gran cantidad de grupos ácidos y constituidas principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno.

Delbo (2000), menciona que fúlvicos provienen de la palabra “fulvus” que significa amarillo; los ácidos fúlvicos son de la misma naturaleza que los

ácidos húmicos, pero estos están constituidos por moléculas más pequeñas y menos polimerizadas, son de color rojo oscuro y son llamadas “humos brutos”. Mientras que los ácidos húmicos están formados en el suelo por oxidación de la lignina y de los polifenoles que provocan su polimerización.

Reyna (1996), establece que el efecto de las sustancias húmicas elevan la actividad de los fermentos sintetizantes, en especial la endolasa y sacarosa, lo que conduce a la acumulación de carbohidratos dentro de las plantas. Esto está relacionado con la elevación de la presión osmótica de la planta, que contribuye a una mayor resistencia al marchitamiento en los períodos de sequedad en el aire. Además establece que la participación de estas sustancias húmicas activa los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. Señala que dosis bajas de dichas sustancias contribuyen a la elevación de la intensidad de respiración, metabolismo y crecimiento de los organismos vegetales.

### **Acción de las sustancias húmicas**

#### **Sobre la planta**

González y Fernández (2004), mencionan que las sustancias húmicas presentan efectos fisiológicos en la planta. Esto implica que la planta absorbe dichas sustancias.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del sitio experimental**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el invernadero número uno de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra geográficamente situada en las coordenadas 25° 22' de latitud norte, y 101° 00' de longitud oeste con una altitud de 1743 msnm, Ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

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

### **Material genético**

Se utilizó fruto de papaya Cv. Maradol (*Carica papaya*) con madurez fisiológica.

### **Características del fruto**

Para la presente investigación se utilizaron frutos con un grado de madurez del 90 al 95 % aproximadamente.



Figura 3.1 coloración de índice de madurez para la obtención de semilla de papaya Maradol.

### **Método de extracción de la semilla**

Cada fruta se cortó longitudinalmente, para la extracción de las semillas se utilizó cloro al 5 % a media hora de reposo. Una vez transcurrido el tiempo de reposo se procedió a lavar las semillas con agua corriente, tallándole con las manos, con la finalidad de eliminar el mucílago de la semilla.

Al término del lavado (eliminación de mucílago), se procedió a secar las semillas bajo sombra extendiéndolas uniformemente sobre papel filtro a temperatura ambiente aproximadamente a 25°C, hasta que la semilla alcanzó un 6 por ciento de contenido de humedad. Esto se realizó bajo la siguiente metodología.

El método utilizado para la cuantificación de contenido de humedad de semilla fue el de secado en estufa sobre base húmeda. En dos recipientes de aluminio previamente secados y tarados se peso una cantidad de semilla que cubrió el fondo de la caja y se colocaron dentro de la estufa a temperatura

constante de 130 °C durante una hora. Posteriormente se enfriaron en un desecador por 15 minutos y se pesó en una balanza analítica.

El contenido de humedad se calculó en base a peso húmedo mediante la siguiente formula:

$$\frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \times 100 = \text{Contenido de Humedad (\%)}$$

Donde:

$P_1$  = Peso en gramos de la caja y su tapa.

$P_2$  = Peso en gramos de la caja, tapa y semilla.

$P_3$  = Peso en gramos de la caja, tapa y semilla después de secado.

(La semilla utilizada para determinar contenido de humedad fue desechada después de la prueba).

### **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

(5.5 cm), provocando que las impurezas y semillas vanas, por el peso se elevaran y depositarán en los contenedores superiores y quedando en el contenedor inferior la semilla pura.

### Tratamientos para la germinación

Esto se realizó posterior al acondicionamiento de la semilla utilizando 10 tratamientos, con tres repeticiones cada uno incluyendo un testigo.

Los tratamientos (Cuadro 1.1) para la inducción a germinación consistieron en diferentes combinaciones de: Sedimento de Composta (SC), Lombricomposta en Polvo (LP), Sedimento Mixto (SM), Estimulante orgánico concentrado (EOC) Ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), y un testigo absoluto (agua corriente).

Cuadro 1.1 Tratamientos utilizados para promover la germinación en semilla de papaya Maradol.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	500 ppm AG <sub>3</sub> Imbibición/2 hrs.
2	200 ppm AG <sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SC + 0.2 gr. LP
3	200 ppm AG <sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP
4	200 ppm AG <sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. EOC
5	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.2 gr. EOC
6	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC
7	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC
8	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.8 gr. EOC
9	Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC
10	Testigo absoluto imbibición/2 hrs. en agua

## **Descripción de los tratamientos**

### **Sedimento de composta (SC).**

Es el precipitado que resulta a partir del biodigestado líquido de composta cuando es llevado a una estufa a 45°C, posteriormente este es tamizado para su uso y aplicación en polvo.

### **Lombricomposta en polvo (LP).**

Es obtenido de la lombricomposta pura que se encuentra en una cama, se somete a temperatura de 45°C en estufa para eliminar su humedad y posteriormente se tamiza.

### **Sedimento mixto (SM).**

Este se da a partir de la mezcla de los biodigestados líquidos de composta y lombricomposta en la relación antes mencionada, dicha combinación se lleva a una estufa a 45 °C y su posterior sedimento es tamizado para su presentación en polvo.

### **Estimulante orgánico concentrado (EOC).**

Es un producto concentrado, que se obtiene a partir de la lombricomposta.

## **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 sacudidas por algunos minutos, para poder adherir el producto a la testa de la semilla. En el caso del Acido Giberelico y el testigo absoluto se sometieron a imbibición por 2 hrs.

## **Establecimiento del experimento**

La siembra se realizó 10 días después de la extracción de la semilla, 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 30 plántulas al azar, las variables a evaluar fueron: germinación, índice de velocidad de emergencia, longitud media de hipocotilo, longitud media de raíz, peso fresco de hipocotilo y raíz y peso seco de hipocotilo 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 Hipocotilo (LMH)**

Esta variable se determinó seleccionando 30 plántulas al azar, midiendo la longitud de hipocotilo a cada una de ellas con una regla graduada en centímetros, después el total de longitud de hipocotilo se dividió entre el número total de plántulas evaluadas. Los resultados fueron expresados en centímetros.

### **Longitud Media de Raíz (LMR)**

Se determinó seleccionando 30 plántulas al azar, 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 Hipocotilo (PFH)**

Esta variable se determinó con las mismas plántulas seleccionadas para

longitud de hipocotilo 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 hipocotilo 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 Hipocotilo (PSH)**

Se tomaron las mismas 30 plántulas utilizadas para peso fresco, las cuales fueron colocadas en la estufa dejándolas por 24 horas a una temperatura de 65 °C. Y se les tomó el peso 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, 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:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Efecto del valor observado.

$\mu$  = Efecto de la media.

$\sigma_i$  = Efecto de tratamientos.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del 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

En el Cuadro 4.1 se presentan las variables evaluadas y significancia del análisis de varianza. En dicho cuadro se encontró diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) para seis variables de las siete evaluadas, a excepción de la variable germinación, se observa que los coeficientes de variación oscilaron entre 2.82 y 16.11 lo que indica que el trabajo se condujo adecuadamente y los resultados indican confiabilidad.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios de las variables evaluadas en laboratorio en semilla de papaya tratada con productos orgánicos.

VARIABLES EVALUADAS								
F.V	G.L	G.S	LMH	LMR	PFH	PFR	PSH	PSR
<b>TRAT.</b>	9	10.680 <sup>NS</sup>	0.158**	1.673**	0.648**	2.107**	0.012**	0.009**
<b>ERROR</b>	20	7.467	0.014	0.327	0.230	0.562	0.003	0.001
<b>C.V. (%)</b>		2.82	3.56	6.23	10.59	16.11	9.95	9.76

\*\* Nivel de significancia (0.01%).

\* Nivel de significancia (0.05%).

**NS** No significativo

Cuadro 4. 2 Comparación de medias de las diferentes variables evaluadas en semilla de papaya tratada con productos orgánicos.

VARIABLES EVALUADAS								
Trat.	G.E	LMH	LMR	PFH	PFR	PSH	PSR	
<b>1</b>	96.67	3.75 <b>A</b>	8.20 <b>C</b>	3.86 <b>BC</b>	3.99 <b>B</b>	0.47 <b>B</b>	0.36 <b>CD</b>	
<b>2</b>	95.33	3.20 <b>DEF</b>	9.16 <b>ABC</b>	4.48 <b>ABC</b>	3.55 <b>B</b>	0.53 <b>AB</b>	0.39 <b>BCD</b>	
<b>3</b>	98.67	3.49 <b>ABC</b>	10.4 <b>A</b>	4.79 <b>ABC</b>	4.89 <b>AB</b>	0.61 <b>A</b>	0.46 <b>AB</b>	
<b>4</b>	97.33	3.47 <b>BCD</b>	9.36 <b>ABC</b>	4.80 <b>ABC</b>	5.19 <b>AB</b>	0.58 <b>AB</b>	0.47 <b>AB</b>	
<b>5</b>	98.67	3.14 <b>EF</b>	8.43 <b>C</b>	4.30 <b>ABC</b>	4.18 <b>B</b>	0.53 <b>AB</b>	0.38 <b>BCD</b>	
<b>6</b>	94.00	3.38 <b>BCDE</b>	9.51 <b>ABC</b>	4.94 <b>AB</b>	6.34 <b>A</b>	0.62 <b>A</b>	0.49 <b>A</b>	
<b>7</b>	98.00	3.05 <b>F</b>	8.28 <b>C</b>	4.92 <b>AB</b>	4.74 <b>AB</b>	0.61 <b>A</b>	0.47 <b>AB</b>	
<b>8</b>	94.00	3.63 <b>AB</b>	9.41 <b>ABC</b>	4.47 <b>ABC</b>	4.69 <b>AB</b>	0.53 <b>AB</b>	0.39 <b>BCD</b>	
<b>9</b>	96.67	3.26 <b>CDEF</b>	10.1 <b>AB</b>	5.06 <b>A</b>	5.25 <b>AB</b>	0.64 <b>A</b>	0.44 <b>ABC</b>	
<b>10</b>	98.67	3.17 <b>EF</b>	8.87 <b>BC</b>	3.69 <b>C</b>	3.71 <b>B</b>	0.45 <b>B</b>	0.32 <b>D</b>	

### Germinación Estándar

Debido a que el análisis de varianza Cuadro 1 no detectó diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica que estadísticamente los tratamientos son iguales, sin embargo, en la Figura 4.1 se observó que los tratamientos, **T3** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP), **T5** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.2 gr. EOC), **T7** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC), **T10** (Testigo absoluto) imbibición/2 hrs. en agua, tuvieron germinaciones de 98%.

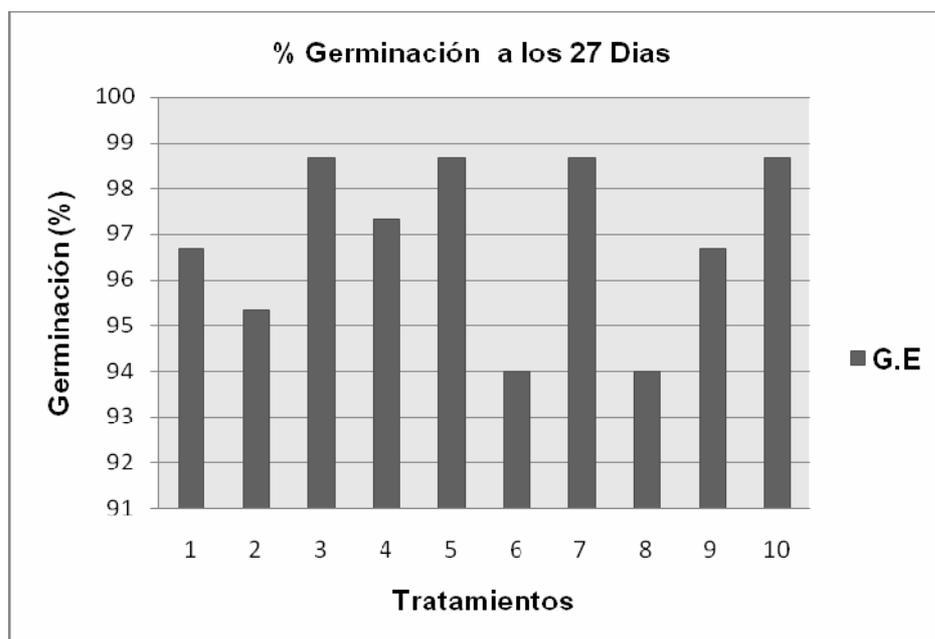


Fig. 4.1 Germinación de semilla de papaya, Tratada con productos orgánicos.

En las siguientes figuras (4.2 a 4.9) en donde se hace una comparación de cada uno de los tratamientos contra el T1 (testigo relativo) 500 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs y T10 (testigo absoluto) imbibición/2 hrs. en agua, se observa que los tratamientos, T3 (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP), T6 (Imbibición/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC), T7 (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC ) y T9 (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC) aun cuando no reflejaron diferencias estadística en la variable por ciento de germinación, estos tuvieron un efecto positivo sobre la germinación ya que estos propiciaron mayor velocidad y uniformidad en la misma.

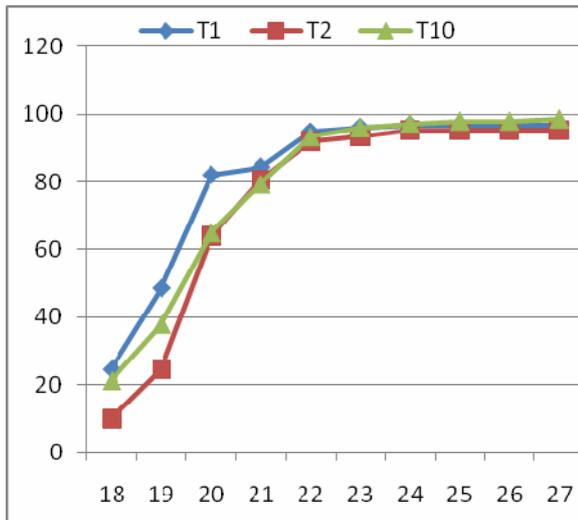


Figura 4.2 Comparación de velocidad de germinación del T2 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto)

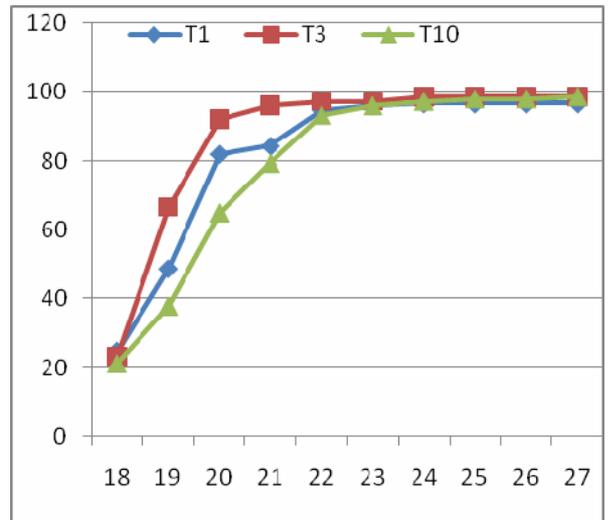


Figura 4.3 Comparación de velocidad de germinación del T3 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto)

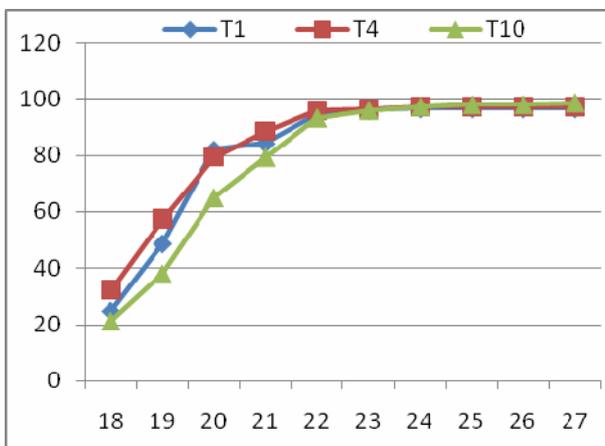


Figura 4.4 Comparación de velocidad de germinación del T4 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto)

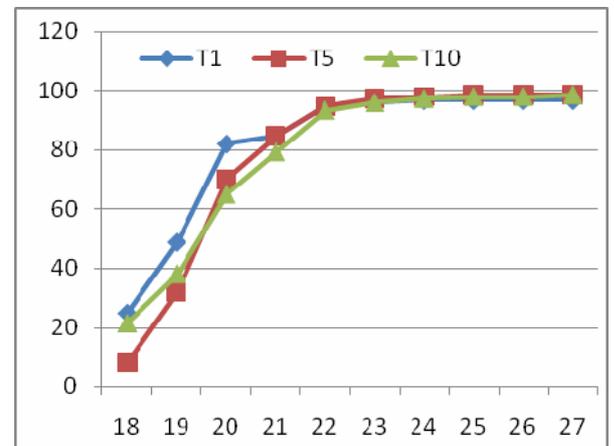


Figura 4.5 Comparación de velocidad de germinación del T5 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto)

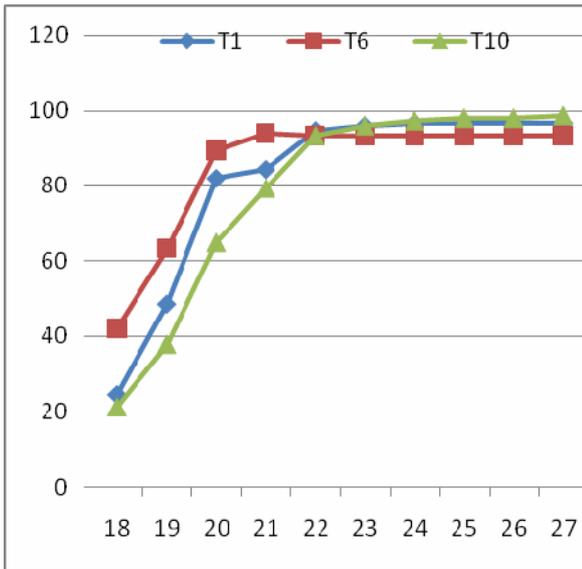


Figura 4.6 Comparación de velocidad de germinación del T6 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto)

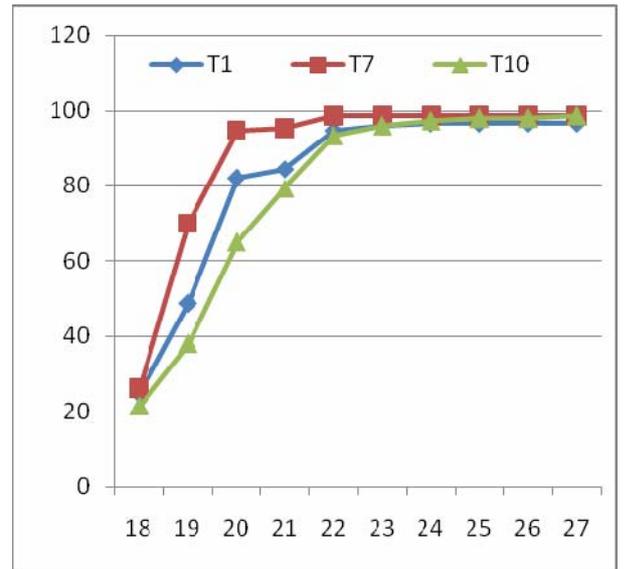


Figura 4.7 Comparación de velocidad de germinación del T7 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto)

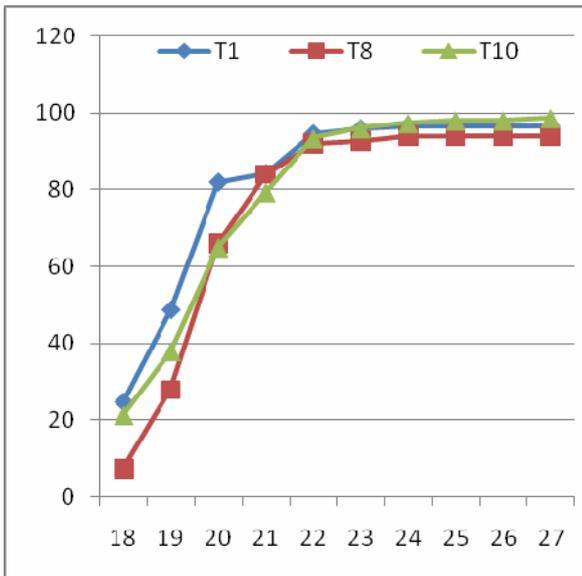


Figura 4.8 Comparación de velocidad de germinación del T8 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto)

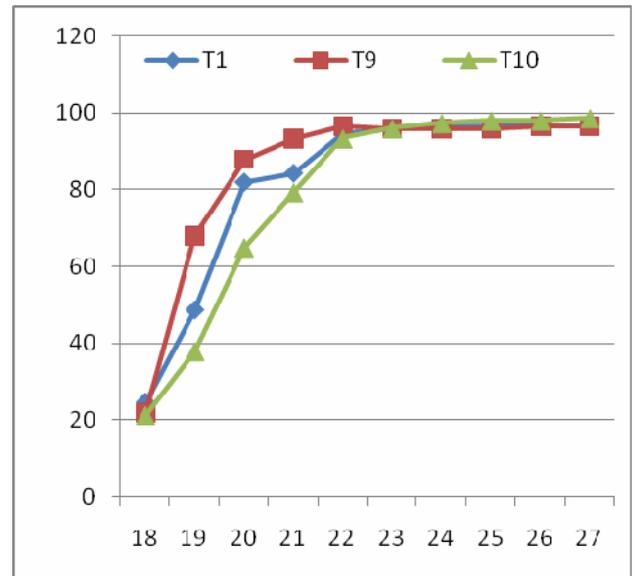


Figura 4.9 Comparación de velocidad de germinación del T9 con el T1 (testigo relativo) y T10 (testigo absoluto)

### Longitud Media del Hipocotilo

En la Figura 4.10 Para la longitud media de hipocotilo se observó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Debido a esto se realizó la prueba de medias Figura 4.2 donde se observa que los tratamientos que obtuvieron mayor longitud del hipocotilo fueron el **T1** (testigo) 500 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs) con 3.756 cm, seguido del **T8** (Imbibición/2 hrs. en agua y luego adherir 0.8 gr. EOC) y **T3** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP) con 3.633 y 3.490 cm y los que presentaron menor longitud fueron los tratamientos **T10** (testigo absoluto) imbibición/2 hrs. en agua, **T5** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.2 gr. EOC), **T7** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC) con 3.173, 3.136 y 3.053 cm. En estas variables se observó que el tratamiento que presentó mayor longitud de hipocotilo fue el **T1** (testigo) con Ac. Giberelico, por lo que podemos mencionar que el Ac. Giberelico actúa mejor solo.

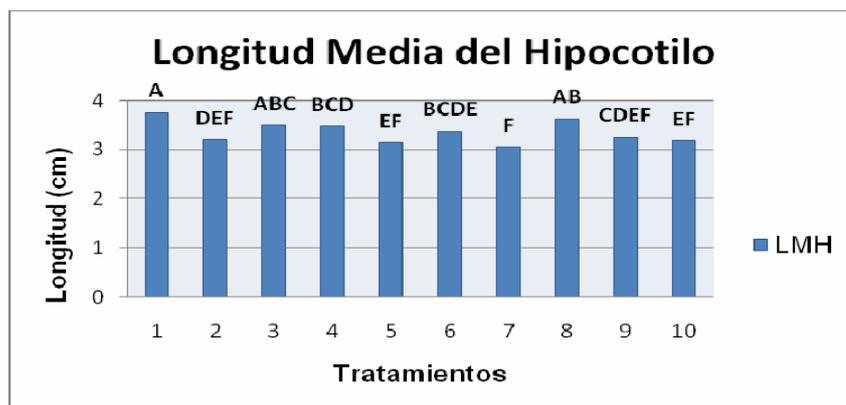


Fig. 4.1 longitud media del hipocotilo de la plántula de papaya en cm.

### Longitud Media de la Raíz

En la Figura 4.11 Se representa la longitud media de la raíz, donde se observó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Donde los tratamientos que obtuvieron mayor longitud media de la raíz fueron el **T3** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP) con 10.433 cm, seguido del **T9** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC) con 10.086 cm. y los que presentaron menor longitud fueron los tratamientos **T5** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.2 gr. EOC), **T7** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC), **T1** (500 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs.) con 8.430, 8.280 y 8.200 cm. En esta Variable se observó que los tratamientos que presentaron mayor longitud de raíz fueron donde se realizó la mezcla de Ac. Geberelico + SM + LP y el tratamiento **T9** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC) que es el extracto orgánico concentrado. También podemos observar que el peor tratamiento fue donde se aplicó el Ac. Giberelico solo.

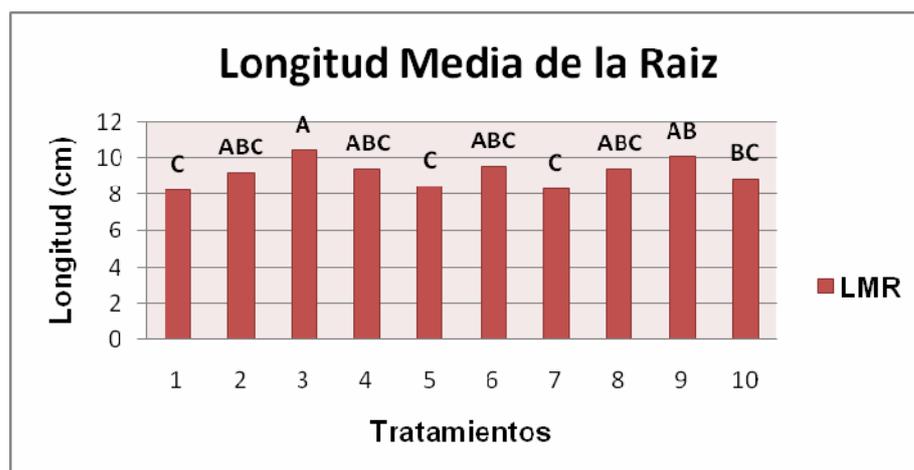


Figura 4.11 longitud media de la raíz de la plántula de papaya en cm.

### Peso Fresco del Hipocotilo

En la Figura 4.12 Se presenta el peso fresco del hipocotilo, donde se observó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos siendo el **T9** (Imbibición/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC) con 5.061 grs.) y los tratamientos, **T6** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC), **T7** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC) con 4.938, 4.923 grs. Quienes tuvieron el mayor porcentaje y los que tuvieron el peso mas bajo fueron los **T1** (Testigo, 500 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs.), **T10** (Testigo absoluto, imbibición/2 hrs. en agua) con 3.856, 3.699 grs. respectivamente



Figura 4.12 Peso fresco del hipocotilo de la plántula de papaya en grs.

### Peso Fresco de la Raíz

En la Figura 4.13 se presenta el peso fresco de raíz de plántula de papaya, donde se observó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos donde el mayor peso fresco de raíz fue para el **T6** (Imbibición/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC) con 6.343 grs. y los tratamientos **T9** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC), **T4** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. EOC), **T3** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP), **T7** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC), **T8** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.8 gr. EOC) con 5.246, 5.189, 4.885, 4.741, 4.692 grs. respectivamente y los que tuvieron el peso más bajo fueron los **T1** (500 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs.), **T10** (Testigo absoluto) imbibición/2 hrs. en agua, **T2** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SC + 0.2 gr. LP) con 3.999, 3.706, 3.552 grs.

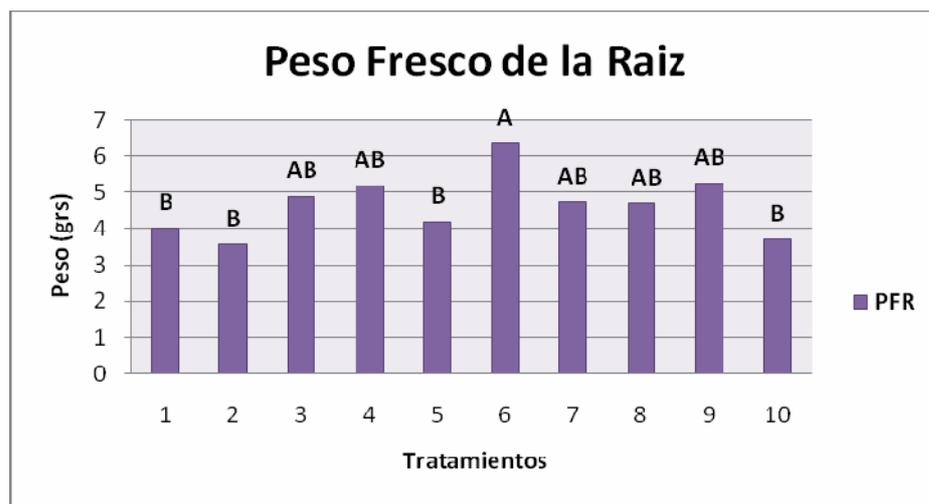


Figura 4.13 Peso fresco de raíz de la plántula de papaya en grs.

### Peso seco del Hipocotilo

En la Figura 4.14 se tienen los valores del peso seco del hipocotilo donde se observó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos donde se observa que el mayor peso seco de hipocotilo fueron para el **T9**, (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC), **T6** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC), **T7** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC ) y **T3** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP) con 0.636, 0.623, 0.612, 0.605. Y los tratamientos **T4** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. EOC), **T2** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SC + 0.2 gr. LP), **T8** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.8 gr. EOC) y **T5** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.2 gr. EOC) con 0.575, 0.534, 0.534 y 0.526 grs. los que tuvieron el peso mas bajo fueron **T1** (testigo) 500 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y **T10** (testigo absoluto) imbibición/2 hrs. en agua con 0.465 y 0.451 grs.

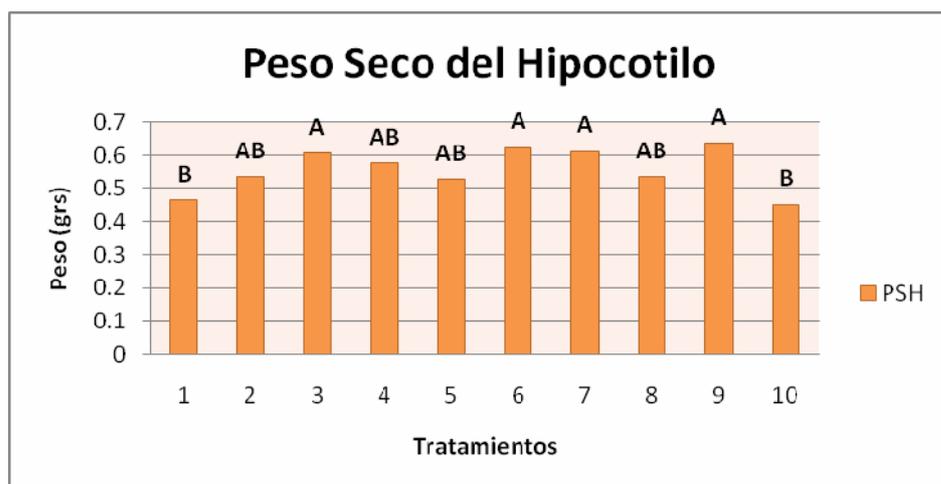


Figura 4.14 Peso seco del Hipocotilo de la plántula de papaya en grs.

### Peso Seco de la Raíz

En la Figura 4.15 se presenta el peso seco de raíz se observó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos donde se tienen que el mayor peso seco de raíz fue para el **T6** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC) con 0.495, seguido por los tratamientos, **T7** (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC), **T4** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. EOC) y **T3** (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP) con 0.466, 0.465 y 0.463 grs. Y los que tuvieron el peso más bajo fueron los tratamientos, **T1** (testigo relativo) 500 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y **T10** (testigo absoluto) imbibición/2 hrs. en agua con 0.358 y 0.321 grs.

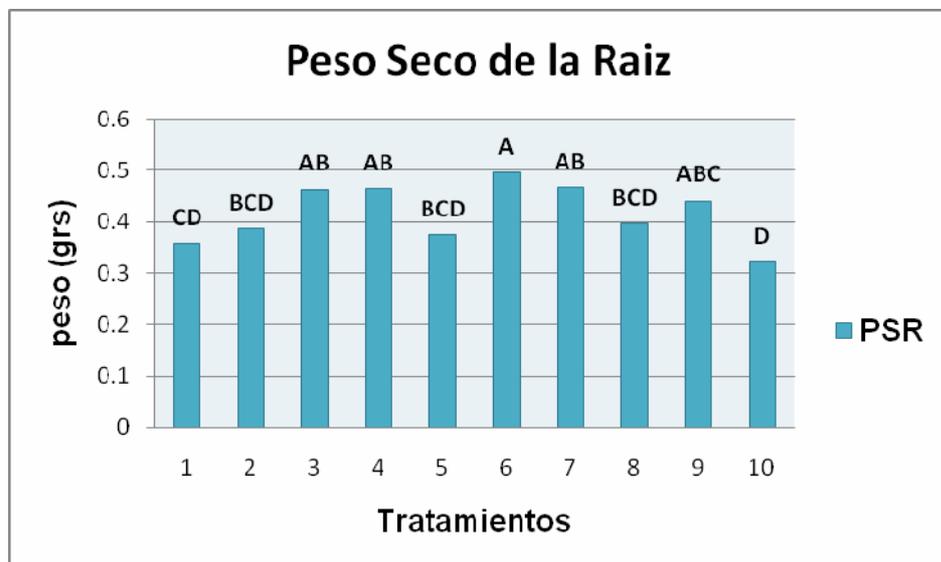


Figura 4.15 Peso seco de Raíz de la plántula de papaya en grs.

## DISCUSIÓN

Basándose en los resultados obtenidos se observa que en la variable porcentaje de germinación no existe diferencia entre los tratamientos incluso el testigo absoluto (T10) se encuentra entre los de más alto porcentaje de germinación, esto puede deberse a que la semilla se le eliminó el mucilago utilizando cloro al 5% dejando la semilla en reposo por media hora, lo cual pudo causar escarificación y que esto ayudara a que la semilla tuviera un buen porcentaje de germinación y no se detectara efecto de los tratamientos. Pero se observa en las figuras 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 que algunos tratamientos en donde se incluyó algún producto orgánico incrementaron la velocidad de germinación comparados con el testigo relativo (T1) y el testigo absoluto (T10).

Para la longitud media de hipocotílo el tratamiento con mayor respuesta fue el testigo relativo (T1) que fue la aplicación de Ac. Giberelico a 500 ppm, el cual incrementa la división celular, lo cual induce el alargamiento del tallo ocasionando que la plántula tenga mayor altura.

En la longitud media de radícula, el tratamiento que más longitud obtuvo fué el T3 el cual incluye la aplicación de 200 ppm de ac. Giberelico y 0.2 gr. Sedimento Mixto + 0.2 grs. de Lombricomposta.

Para las variables peso fresco de hipocotilo el mejor tratamiento fue el nueve (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC).

Para peso fresco de radícula el mejor tratamiento fue el seis (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC).

Para peso seco de hipocotilo los mejores tratamientos fueron el T9 (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 1.0 gr. EOC), T6 (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC), T7 (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.6 gr. EOC) y T3 (200 ppm AG<sub>3</sub> Imbibición/2 hrs. y luego adherir 0.2 gr. SM + 0.2 gr. LP), en ese orden.

Para peso seco de radícula el mejor tratamiento fue el seis (Imbibir/2 hrs. en agua y luego adherir 0.4 gr. EOC), se observa una tendencia positiva entre el peso fresco y el peso seco del hipocotilo y la radícula y una tendencia negativa entre la longitud de hipocotilo y longitud de radícula contra su respectivo peso fresco y peso seco, lo cual demuestra que no por ser más largo el tallo o la radícula la planta tendrá más biomasa.

## **CONCLUSIÓN**

Existe un efecto positivo de los extractos orgánicos sobre la germinación de la semilla, ya que aún y cuando no se reflejó en el porcentaje si se observó una mayor velocidad y uniformidad de la germinación.

También los extractos orgánicos propician una mejor calidad de plántula, ya que en los tratamientos en los que se incluyó un extracto orgánico se obtuvo una mayor cantidad de biomasa siendo el mejor tratamiento el número seis (extracto orgánico concentrado a razón de 0.4 gr para 150 semillas de papaya, aproximadamente 134 gr de extracto orgánico concentrado por kg de semilla).

## **RECOMENDACIONES**

Es recomendable aplicar extractos orgánicos para estimular la germinación y el desarrollo inicial de la plántula, con más biomasa tanto en la parte aérea como radicular, lo que propicia a que tenga más posibilidades de desarrollarse eficientemente y tolerar mejor las situaciones a las que se vea sometida como son: transplante, manejo, ataque de plagas y enfermedades etc. Lo cual nos dará la posibilidad de tener un mejor establecimiento y desarrollo del cultivo y por lo tanto un mejor rendimiento.

Además al hacer uso de productos orgánicos se tiene menor riesgo de contaminación o intoxicación por quién maneja el producto o por quién consume los frutos provenientes de este cultivo.

## LITERATURA CITADA

- Besnier. R. F. 1989. Semillas Biología Tecnología. Ed. Mund-Prensa, Madrid, España. p. 637
- Camacho, M. F.1994. Dormición de semilla. Ed. trillas. México. pp. 9,13
- Cunha. 2005. En línea: [http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed94/artigocapa94\\_sp.htm](http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed94/artigocapa94_sp.htm).
- Delbon. 2000. En línea: [http://www.delbon.com/biblio/gloss\\_tech\\_sp.htm](http://www.delbon.com/biblio/gloss_tech_sp.htm).
- Delouche. 2002. En línea: [http://www.Seednews.inf.br/espahol/seed66/artigocapa66\\_esp.shtml](http://www.Seednews.inf.br/espahol/seed66/artigocapa66_esp.shtml).
- Devlin R. (1982) Fisiología Vegetal. Editorial Omega, 4ª Edición, Barcelona. P. 517
- Duffs, C. y C. Slaughter. 1985. Las semillas y sus usos. Editorial AGT. México. pp. 50, 84 y 89.
- Esparza, M. J. H.1996. Origen y desarrollo de las semillas en las semillas en México. INIFAP-SAGAR.
- FAO, 1985. "procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de grano", directrices Técnicas, Italia, Roma. pp. 5, 7.
- Franco, J. A. y S. Bañón. 1997. En Línea: <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/sust-nut/ahumicos>. Html.
- Gómez Tovar Laura, Gómez Cruz Manuel Ángel y Rita Schwentesius Rindermann. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización. Editorial Mundi -Prensa- Universidad Autónoma Chapingo, 2001, México, pp. 123-124.
- Gonzales. A. M., M. Aguirre y J. S. Raciman. 1999. Hormonas Vegetales. En línea: <http://fai.unne.edu.ar/biología/planta/auxinas.htm>.
- Gonzales, J. F. Giner. y L. A. Fernández. 2004. Extracto de Artículo de la Revista "agrícola Vergel" n°269. pp. 264-269.

- Hamptón, J. G. 2001. What is seed quality? Revista internacional de la Semilla New Zealand Seed Technology Institute - P O Box 84 pp. 30, 1-10.
- Hartmann, H. T.; Kester, D. E. 1999. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. p.760
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity In: Kozlowski, T. T. (Ed) Seed Biology. Vol. III Academic Press New York. USA. pp. 145 -246.
- Haung R.T. (1995). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers. USA.
- Miranda, F. 1984. Madurez fisiológica de semillas. VIII curso de postgrado de tecnología de semillas. CIAT Cali, Colombia. p. 33
- Missio, C. 2002. El valor de las semillas. Seednews. La revista internacional de semillas. Año VI. N° 2. p. 12
- Moreno. M. F. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad nacional autónoma de México. pp. 345 -380.
- Reyna, B. B. 1996. Reducción de fertilizantes de fondo en papa (*Solanum tuberosum*) al aplicar bioactivadores húmicos y fertilizantes foliares, en Arteaga Coahuila. Tesis Maestria, " UAAAN", Buenavista saltillo Coahuila, México. pp. 23-32, 105-110.
- Salisbury, F., B. y W. Ross C. 1994. Fisiología Vegetal, Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. México. pp.395-449
- Sandoval, I. E. 2001. La revista internacional de semillas. Numero 6. Año V. pp. 9,10 y 11.
- Schnitman, G. 1992, Agricultura Orgánica ECO AGRO, Editorial. Planeta Tierra, Argentina. pp. 12-13
- Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. UPS. Fundagro. Quito – Ecuador, p. 654.
- Terenti, O. A. 1996. Estudios de los factores de manejo que inciden en la producción de semillas de *Poa ligularis* Nees ap. Steudel (poa). Tesis Magister. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, p. 90.
- Weaver, R. J. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas de la agricultura.8ª reimpresión. Ed. Trillas. México. pp. 19, 39, 81, 113 y 155.
- Woodstock, L. W. and D. F. Grabe. 1967. Relationships between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. Plant Physiology 42 (8) 1071-76

## INTERNET

Terenti, O. A. <http://www.inta.gov.ar/sanluis/contactos/cv/terenti.htm>.

<http://www.euita.upv.es>.

<http://www.virtual.unal>.

<http://www.personal.us.es/florido/agroqui2/tema9.doc>.

<http://www.html.rincondelvago.com/composta.html>.

<http://www.uaaan.mx/academic/horticultura/emhort05/aprov-residuos.pdf>.