

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Efecto de Extractos Orgánicos en la Germinación y Vigor de
Semilla Deteriorada de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*).**

**Por:
Omar Rivera Lara**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2004**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto de Extractos Orgánicos en la Germinación y Vigor de Semilla Deteriorada (*Lycopersicon esculentum Mill.*).

Por:

Omar Rivera Lara

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Producción.

Aprobada por el Comité de Tesis:

Asesor Principal

Ing. Rene de la Cruz Rodríguez

Sinodal

Sinodal

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Ing. José Ángel de la Cruz Bretón

Sinodal

M.C. Alberto Sandoval Rangel

Coordinador de la División de Agronomía

M.C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2004

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por ser quien guía mi camino, gracias por prestarme vida, por dejarme estar junto a mis seres queridos y por realizar una de mis metas.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por brindarme la oportunidad de realizar mi formación profesional. Gracias mi “Alma Terra Mater” por dejarme lograr una de las metas de mi vida.

Al Ing. René De la Cruz Rodríguez, por su gran esfuerzo y dedicación, durante la realización del presente trabajo, por sus conocimientos brindados, por su gran amistad como persona y maestro. Muchas gracias.

Al Dr. Mario E. Vázquez Badillo, por los conocimientos brindados en el aula de clase, por su valiosa participación en el presente trabajo y por su amistad. Muchas gracias.

Al Ing. José A. de la Cruz Bretón, por su valiosa participación en el presente trabajo, por la confianza brindada. Muchas gracias.

Al M.C. Alberto Sandoval Rancel, por su amistad brindada, por los conocimientos impartidos en el aula de clase y por su valiosa participación en el presente trabajo. Muchas gracias.

Al Ing. Martina de la Cruz Casillas, por su valiosa participación en la revisión ortográfica de este trabajo de investigación. Muchas gracias.

A la Lic. Sandra Roxana López Betancourt, por su gran ayuda brindada en el centro de cómputo de producción y por su valiosa participación en el presente trabajo. Muchas gracias.

A todos los maestros de la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” que intervinieron en mi formación profesional, inculcando conocimientos y a todos los que tuve la oportunidad de poder contar con su amistad, muchas gracias.

A mis compañeros y amigos de generación, en especial a: Raúl, Leonardo, Zafra, Christian, Gerardo, Nicolas, Meza y Yenny, por su gran amistad y apoyo, les deseo lo mejor, que logren todas sus metas y que contribuyan de manera integral al desarrollo agronómico de nuestro país.

DEDICATORIA

A mi Madre:

Nery Lara Garrocho, por su gran apoyo moral, por su amor y ternura, por su gran esfuerzo para realizar mi formación profesional y la superación como ser humano, por inculcarme el respeto hacía las personas. Gracias Mama. Que Dios te bendiga.

A mi Padre:

Epifanio Rivera Cruz, por ser una persona a quien admiro y respeto, por su amor y apoyo, por su gran esfuerzo por sacar adelante a la familia. Gracias Papa. Que Dios te bendiga.

A mis Hermanos:

Eleazar, Alejandro y Edgar, por tener la gran oportunidad de contar con su apoyo incondicional, por brindarme su amor y cariño. Gracias hermanos. Que Dios los bendiga.

A mi Sobrina:

Alexa Rivera Galindo, por ser la alegría de la familia, mi pequeña sobrina que Dios te bendiga.

A mi Novia:

Marbella Gabriel Rodríguez, por hacerme feliz, amor, cariño y comprensión. Por ser una persona admirable, respetable y parte imprescindible en mi formación profesional, por todo esto y mucho más te amo chaparrita. Que Dios te bendiga.

A toda mi Familia:

Por brindarme cariño, amor, por sus consejos, por su gran ayuda en mi formación personal y profesional. Que Dios los bendiga.

INDICE	Página
<u>INDICE DE CUADROS.....</u>	ix
<u>INDICE DE FIGURAS.....</u>	x
<u>RESUMEN.....</u>	xi
<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	1
<u>Objetivos.....</u>	2
<u>Hipótesis.....</u>	3
<u>REVISIÓN DE LITERATURA.....</u>	4
<u>Concepto de Semilla.....</u>	4
<u>Semilla de Calidad.....</u>	5
<u>Fisiología de las Semillas.....</u>	6
<u>Germinación.....</u>	6
<u>Latencia.....</u>	15
<u>Vigor.....</u>	19
<u>Deterioro.....</u>	21
<u>Fitohormonas.....</u>	24
<u>La Composta.....</u>	35
<u>Lombricomposta.....</u>	36
<u>Biodigestados Líquidos.....</u>	37
<u>Las Sustancias Húmicas.....</u>	38

<u>Investigaciones Realizadas con Biozyme PP, Composta y</u>	
<u>Lombricomposta para Promover la Germinación de</u>	41
<u>Semillas.....</u>	
<u>MATERIALES Y METODOS.....</u>	43
<u>Ubicación del Experimento.....</u>	43
<u>Material Genético.....</u>	43
<u>Descripción de los Tratamientos.....</u>	44
<u>Información General de los productos.....</u>	46
<u>Variables Evaluadas.....</u>	52
<u>Análisis Estadístico.....</u>	53
<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</u>	54
<u>CONCLUSIONES.....</u>	61
<u>RECOMENDACIONES.....</u>	63
<u>LITERATURA CITADA.....</u>	64

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	<u>Contenido de Nutrientes del Líquido de Composta.....</u>	47
3.2	<u>Contenido de Nutrientes del Líquido de Lombricomposta.....</u>	48
3.3	<u>Composición Porcentual del Biozyme PP.....</u>	49
3.4	<u>Dosis recomendada de Biozyme PP en algunos Cultivos.....</u>	51
4.1	<u>Resultados del Análisis de Varianza para las Variables Evaluadas.....</u>	54
4.2	<u>Prueba de Medias (DMS) para el % de Germinación.....</u>	55
4.3	<u>Prueba de Medias (DMS) para el % de Plántulas Anormales.....</u>	56
4.4	<u>Prueba de Medias (DMS) para el % de Semillas Muertas.....</u>	57
4.5	<u>Prueba de Medias (DMS) para Longitud de Plúmula en cm.....</u>	58
4.6	<u>Prueba de Medias (DMS) para Longitud de Radícula.....</u>	59
4.7	<u>Prueba de Medias (DMS) para Peso Fresco en miligramos.....</u>	60

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	<u>Clasificación de los Reguladores de Crecimiento.....</u>	24
2.2	<u>Estructuras de Hormonas Vegetales.....</u>	25
2.3	<u>Estructura de las Citocininas.....</u>	31

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se utilizó semilla de tomate deteriorada (Hayslip), que contenía una calidad baja de germinación, en donde el objetivo de trabajo fue el de evaluar el efecto de extractos orgánicos en la promoción de la semilla a incrementar la capacidad germinativa de la semilla y su relación con el crecimiento de plántula.

Los extractos orgánicos utilizados fueron Extracto de Líquido de Composta, Extracto de Líquido de Lombriz, Extracto del Humus de Estiércol y Extracto Humus de Lombricomposta, los cuales se compararon con el producto comercial conocido como el Biozyme PP.

En total fueron 12 tratamientos con tres repeticiones y se analizó bajo un diseño completamente al azar.

Los resultados obtenidos nos indican que el tratamiento 4 (Extracto del Humus de Estiércol) obtuvo la mejor germinación con 62.7%, seguido por el T2 (Extracto Del Líquido de Lombriz) y T10 (Extracto del Humus de Estiércol +

Biozyme PP) con 61.3% y 60%, superando al Biozyme PP quien tuvo 51.3%, mientras que en longitud de plúmula el mejor tratamiento fue el T3 (ELC + ELL) con 5.070 cm, seguido por el T11 (Extracto del Humus de Lombricomposta + Biozyme), T2 (Extracto del Líquido de Lombriz) y T10 (Extracto del Humus de Estiércol + Biozyme PP) con 4.6 cm y 4.2 cm.

En cuanto a longitud de radícula el T4 (Extracto del Humus de Estiércol) quien tuvo 16.8 cm siendo el mejor seguido por el T6 (Biozyme PP) y T5 (Extracto del Humus de Lombricomposta) con 13 cm y 12.8 cm. Y la variable de peso fresco de planta el mejor tratamiento fue el T9 (ELC + ELL + Biozyme PP) obteniendo 42.5 mg, seguido por el T10 (Extracto del Humus de Estiércol + Biozyme PP) y T11 (Extracto del Humus de Lombricomposta + Biozyme PP) con 32.4 mg y 30.5 mg.

De acuerdo a estos resultados, es factible realizar y cuantificar los efectos de los extractos organicos de una manera más puntual y sistemática en otros cultivo, tanto de hortalizas y cultivos básicos, así como determinar análisis bromatológicos respectivos.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas primordiales en la calidad de las semillas es el deterioro, el cual es un proceso irreversible e inexorable, demeritando la calidad fisiológica de estas, presentando un porcentaje bajo de germinación, principalmente en aquellas que han tenido un manejo inadecuado de poscosecha, lo cual ocasiona que se tenga poca emergencia y por consecuencia un bajo establecimiento de plántulas en campo, generando así una reducción en los rendimientos por unidad de superficie.

Las compañías semilleras año con año tienen fuertes demandas debidas principalmente al bajo porcentaje de germinación de sus semillas y por consecuencia el bajo numero de plántulas establecidas en campo.

El problema anteriormente mencionado ha sido investigado y los resultados de estas investigaciones han generado un buena alternativa el empleo de productos hormonales para eficientar el potencial fisiológico de la semilla y así evitar los problemas mencionados.

Es importante mencionar que en los últimos años se ha dado gran énfasis a la utilización de fitorreguladores sintéticos aplicados a semillas. Sin

embargo, los productos orgánicos pueden tener un papel importante en este rubro, solo que no existen muchos estudios en el efecto de estos en la promoción de la germinación de las semillas y no los hay, estos datan de hace muchos años era semilla que actualmente están en desuso, y están relacionados para romper latencia de algunas especies.

Actualmente existen una gran cantidad de resultados de investigaciones realizadas con la calidad de la semilla, aplicando bioestimulantes sintéticos con la finalidad de incrementar el porcentaje de germinación, así como reducir el tiempo de este proceso y así obtener una mayor uniformidad y/o emergencia en campo.

Cabe mencionar que algunos de estos productos, como el biosyme pp tienen años en el mercado sin ser sustituido o superado por otro producto. Por lo anterior se realizó el presente trabajo de estudio, para observar el efecto de extractos orgánicos en la semilla deteriorada de tomate, planteándose los siguientes:

Objetivos

- Evaluar la respuesta de germinación de semilla deteriorada con la aplicación de extractos orgánicos solos y combinados con biosyme pp.

- Evaluar el efecto de los extractos orgánicos en el vigor de la plántula a través de la respuesta en el crecimiento radicular y vegetativo.
- Comparar el efecto de los extractos orgánicos contra un producto comercial.

Hipótesis

- La semilla deteriorada puede presentar una respuesta favorable en su germinación debido a la aplicación de extractos orgánicos.
- Al menos uno de los extractos orgánicos tendrá una respuesta igual o mejor que el producto comercial Biosyme PP.
- Los extractos orgánicos pueden tener influencia en el crecimiento y desarrollo de la planta.

REVISIÓN DE LITERATURA

Concepto de Semilla

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. Y 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.

La FAO (1985) define a la semilla como la precursora de la siguiente generación en la vida de una planta.

Por su parte, 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.

Semilla de Calidad

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

Por otra parte, FAO (1985), reporta que las propiedades que determinan la calidad de la semilla son las siguientes:

Propiedades internas

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

Propiedades externas

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

Fisiología de las Semillas

Flores (2004), menciona que la semilla al encontrarse en contacto exterior empieza en sí el funcionamiento de la testa o pericarpio, cuya finalidad es proteger al embrión, en tanto esta se encuentre en forma latente (con una actividad metabólica baja); de esta manera, la semilla vive tanto tiempo como las condiciones externas (humedad, temperatura, concentración de CO_2 y O_2 , luz, ataque de hongos, insectos, bacterias, etcétera, y presencia de algunos componentes químicos) e internas (actividad enzimática, equilibrio químico, etcétera) lo permitan. Algunas semillas son capaces de germinar antes de terminar su desarrollo o inmediatamente después de cosechadas, mientras que otras pueden ser dormantes o latentes; en éstas se requiere un periodo de descanso de adicional desarrollo para que la germinación pueda ocurrir. Dependiendo de la especie este periodo puede ser de pocos días o de varios años.

Germinación

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.

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.

Por otra parte, la International Seed Testing Association (1996), define a la germinación de 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 desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables del suelo y clima.

Según Hartmann y Kester, (1982), dicen que para que la germinación de inicio se deben llenar tres condiciones: 1); La semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar. 2); Las condiciones internas de la semilla deben ser favorables para la germinación, esto es, deben de haber desaparecido las barreras físicas o químicas para la germinación. 3); La semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas, los requerimientos fundamentales son la disponibilidad de agua, temperatura apropiada, una provisión de oxígeno y a veces luz.

Jann y Amen, (1977), listan los sucesos más comunes en que se realiza la germinación de semillas, los cuales son:

- Imbibición de la semilla
- Disaminación de los aminoácidos del eje embrionario.
- Utilización en la glicólisis de los monómeros obtenidos a partir de los aminoácidos.
- Reducción de los nucleótidos de la piridina mediante las pentosas fosfatadas y la glicólisis.
- 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 (este paso es 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 predominantemente anaeróbica a una predominantemente 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.
- Replica del ADN y división celular en el embrión, lo que es inducido por las citocininas.

- Incremento de la respiración y síntesis de nuevas proteínas en el embrión, para que por último se inicie un crecimiento visible con la emisión de la radícula.

Tipos de Germinación

Hay básicamente dos tipos de germinación (que a veces presentan algunas variantes), la germinación epigea y la hipogea. En la germinación epigea, el hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo; en tanto que en la germinación hipogea, el hipocótilo no se desarrolla y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste. En este caso, las hojas cotiledonarias tienen sólo una función almacenadora de nutrientes, en tanto que en la germinación epigea, estas hojas también tienen con frecuencia color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula. La testa de la semilla puede permanecer cubriendo los cotiledones en el caso de la germinación hipogea, en tanto que en la epigea se desprende, lo cual permite la expansión de las hojas cotiledonarias (<http://omega.ilce.edu>) .

Factores que Afectan a la Germinación

Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos (<http://www.euita.upv.es>):

Factores internos (intrínsecos): propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas.

Entre los factores internos que afectan a la germinación estudiaremos la madurez que presentan las semillas y la viabilidad de las mismas.

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 la 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, como ocurre en las semillas de *Ginkgo biloba* o de muchas orquídeas, que presentan embriones muy rudimentarios, apenas diferenciados.

Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas. Lo normal es que requieran la pérdida de sustancias inhibitoras 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.

La madurez fisiológica se alcanza al mismo tiempo que la morfológica, como en la mayoría de las especies cultivadas; o bien puede haber una diferencia de semanas, meses y hasta años entre ambas.

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.

Salisbury (1992), 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, pueden 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 más 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): dependen del ambiente; agua, temperatura y gases.

Entre los factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación destacamos: a la humedad, temperatura y gases.

Humedad

La absorción de agua es el primer paso y el más importante que tiene lugar durante la germinación; porque 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

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 sólo 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.

La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce, y la máxima, aquella por encima de la cual se anula el proceso. La temperatura óptima, puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible.

Las temperaturas compatibles con la germinación varían mucho de unas especies a otras. Sus límites suelen ser muy estrechos en semillas de especies adaptadas a hábitats muy concretos, y más amplios en semillas de especies de amplia distribución.

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.

Por otra parte, se sabe que la alternancia de las temperaturas entre el día-noche actúan positivamente sobre las etapas de la germinación. Por lo que el óptimo térmico de la fase de germinación y el de la fase de crecimiento no tienen por que coincidir. Así, unas temperaturas estimularían la fase de germinación y otras la fase de crecimiento.

Gases

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O₂ y CO₂. De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas.

La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 21% de O₂ y un 0.03% de CO₂. Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de O₂ por debajo del 20%. Los casos mejor conocidos son: *Typha latifolia* (espadaña) y *Cynodon dactylon* (grama), que germinan mejor en presencia de un 8% de O₂. Se trata de especies que viven en medios acuáticos o encharcados, donde la

concentración de este gas es baja. El efecto del CO_2 es el contrario del O_2 , es decir, las semillas no pueden germinar si se aumenta la concentración de CO_2 .

Para que la germinación tenga éxito, el O_2 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 reduzcan la difusión del O_2 desde el exterior hacia el embrión.

Además, hay que tener en cuenta, que la cantidad de O_2 que llega al embrión disminuye 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_2 en el agua que absorbe la semilla, siendo menor la solubilidad a medida que aumenta la temperatura.

Latencia

Flores (2004), define a la latencia, 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 en un desafío para los investigadores y analistas de semillas.

Mientras que Salisbury (1992), define a la 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.

Causas de la Latencia

Según el origen de la latencia de las semillas, estas pueden ser incluidas en alguna de las siguientes categorías (<http://www.virtual.unal>):

- 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 al oxígeno: se da cuando las estructuras como el pericarpio o tegumento impiden el intercambio gaseoso. Esta forma de latencia es común en gramíneas.

- Restricciones mecánicas: 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 dormante: se caracteriza porque la causa de la latencia está en el embrión. Estas semillas presenta 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.

Métodos para Superar la Latencia

El método a seguir depende del tipo de latencia; las técnicas más empleadas son (<http://www.virtual.unal>) :

- Escarificación mecánica: Consiste en pasar las semillas por superficies abrasivas, con el fin de causar daño en la testa pero sin tocar el embrión.

- Escarificación ácida: Consiste en sumergir las semillas en H_2SO_4 por un tiempo determinado, luego se lavan con agua corriente y se dejan secar.
- Lavado en agua corriente: Algunas sustancias inhibidoras son solubles en agua y pueden ser removidas por el simple lavado de las semillas.
- Secado previo: Las semillas recién cosechadas pueden perder la latencia si se secan por algunas semanas en una cámara a $40^{\circ}C$.
- Preenfriamiento: Algunas semillas pierden la latencia sometiéndolas a bajas temperaturas.
- Estratificación: Este tratamiento se emplea con el fin de inducir procesos fisiológicos en el embrión, necesarios para la germinación.
- Imbibición en Nitrato de Potasio: Algunas semillas superan la latencia con este tratamiento de actividad aparentemente metabólica.
- Exposición a la luz: Las semillas pueden requerir de un determinado tratamiento de luz para poder germinar.

Vigor

Moreno (1996), menciona que en 1977 el comité de Pruebas de Vigor de la ISTA, definen vigor así: “El vigor es 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”.

Por otra parte, Copeland y McDonald (1985), menciona que en 1979, the Association of Oficial Seed Analyst's Vigor, define vigor de semilla como “Aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial para una rápida emergencia uniforme y crecimiento normal de semillas bajo un amplio rango de condiciones de campo”.

Moreno, (1996), menciona 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.

Factores que Influyen en el Vigor de la Semilla

El crecimiento de una semilla comprende una serie de importantes escenarios genéticos desde una fertilización, para la acumulación de nutrientes, semilla seca-abajo, dormancia. Cada uno de estos escenarios representa un cambio en la morfología y fisiología genética, donde estas pueden alterar el rendimiento potencial de la semilla. El pico en que la semilla alcanza su máximo peso seco es llamado madurez fisiológica. En este pico, esta el mayor potencial para tener una máxima germinación y vigor (Copeland y McDonald, 1985).

Copeland y McDonald (1985), menciona que entre madurez fisiológica y madurez de cosecha, la semilla es almacenada en la planta donde es posible exponerse a condiciones ambientales adversas que afecten la calidad de la semilla. Entre estos factores que influyen en el vigor de la semilla son de constitución genética, el medio ambiente durante el crecimiento de la semilla, y el ambiente de el almacén de la semilla.

Deterioro

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 en la disminución en el grado de la capacidad de desempeño de la semilla.

Flores (2004), define al deterioro de semillas como la incapacidad morfológica y/o fisiológica para la germinación y desarrollo normal de la plántula. El deterioro engloba todos los cambios progresivos negativos de la semilla hasta que esta muere.

Por su parte, Anderson (1973), menciona que después de haber alcanzado el máximo nivel de madurez fisiológica, la semilla inicia una serie de procesos degenerativos que ocasionan reducciones en la germinación y el vigor. A estos cambios se les ha denominado deterioro.

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 (<http://www.seednews.inf.br>).

Flores (2004), cita las características que distinguen al fenómeno de deterioro, las cuales son:

- Es inexorable
- Es irreversible
- Es mínimo el tiempo en que la semilla alcanza su madurez fisiológica
- Varía entre especie
- Lotes de la misma especie
- Semillas de un mismo lote

Copeland y McDonald (1985), menciona que el estado avanzado del deterioro de la semilla son evidentes 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.

Síntomas fisiológicos del deterioro (Copeland y McDonald, 1985):

- Baja actividad enzimática.
- Reducción en la respiración.
- Cambios de color asociados con el envejecimiento.

Síntomas del funcionamiento (Copeland y McDonald, 1985).

Eventualmente el deterioro de la semilla se observa en su bajo funcionamiento durante la germinación. Las plántulas que no germinan inmediatamente están entre los primeros síntomas, seguido por un lento crecimiento de la planta y un decremento en la germinación.

Delouche y Baskin (1973), han propuesto una secuencia del deterioro, el cual es:

- Degradación de las membranas celulares.
- Daños en los mecanismos de producción y síntesis de energía.
- Alteración en los procesos de respiración y biosíntesis.
- Disminución de la tasa de germinación (se puede observar desde el primer conteo).
- Disminución en la capacidad de almacenamiento.
- La tasa de crecimiento y desarrollo de la plántula disminuye.
- Disminuye la uniformidad.
- Disminuye la resistencia a condiciones adversas (incluye el ataque de plagas y enfermedades).
- Disminuye el rendimiento.
- Emergencia pobre y desuniforme.
- Incremento en plántulas anormales.
- Pérdida de germinación.

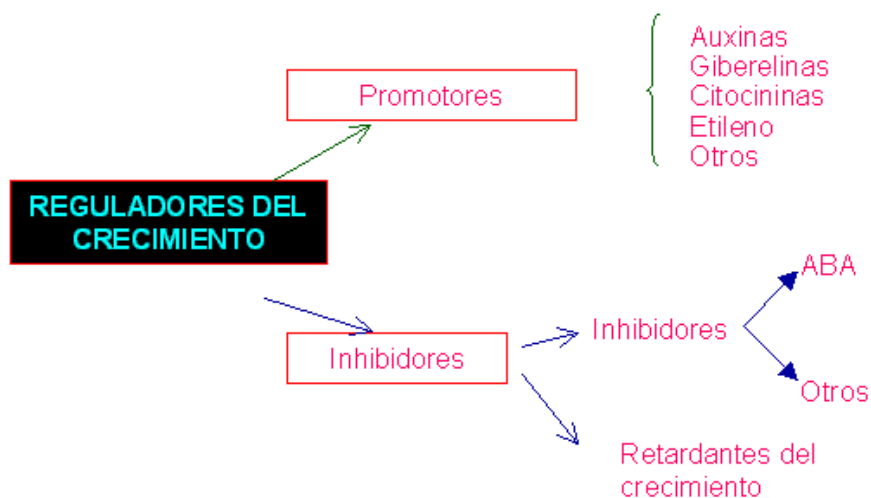
Fitohormonas

El desarrollo normal de una planta depende de la interacción de factores externos: luz, nutrientes, agua y temperatura, entre otros, e internos: hormonas.

Salisbury y Ross (1994) definen hormona vegetal como un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de una planta y que se transloca a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica.

Figura 2.1.- Clasificación de los reguladores del crecimiento

(<http://www.biologia.edu.ar/plantas>):

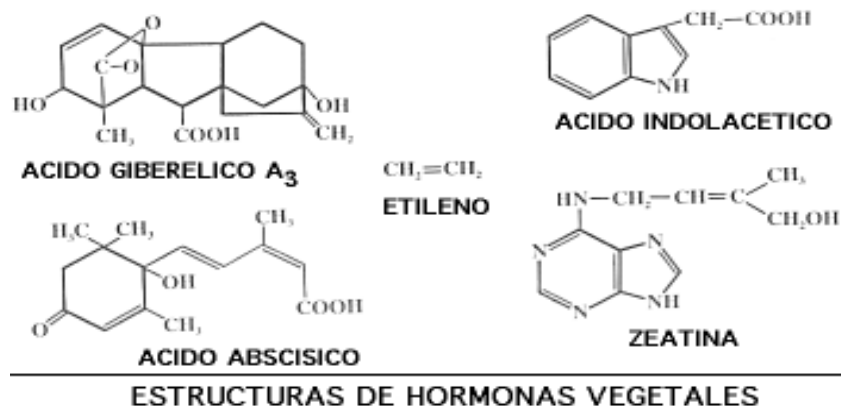


Las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos.

Dentro de las que promueven una respuesta existen 4 grupos principales de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe fuertes propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Se incluyen grupos principales: auxinas, giberelinas, citocininas y etileno.

Dentro de las que inhiben: el ácido abscísico, los inhibidores, morfictinas y retardantes del crecimiento, Cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta.

Figura 2.2.- Estructuras de hormonas vegetales



Auxinas

González et al., (1999), menciona que el nombre de auxina significa en griego 'crecer' y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación de las células.

Actualmente se han encontrado auxinas indólicas naturales en plantas, como son:

- El ácido indolacético (AIA) es la forma natural predominante.
- El IBA (ácido indol butírico).
- Ácido feniácetico.
- El ácido 4 cloroindolacético.
- El ácido indol propiónico (IPA).

Existe gran cantidad de auxinas sintéticas siendo las más conocidas:

- ANA (ácido naftalenacético).
- IBA (ácido indolbutírico).
- 2,4-D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético).
- NOA (ácido naftoxiacético).
- 2,4-DB (ácido 2,4 diclorofenoxibutilico).
- 2,4,5,-T (ácido 2,4,5 triclorofenoxiacético).

Aunque las auxinas se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas, las cuales están en crecimiento activo, siendo éste el sitio de síntesis.

Se le encuentra tanto como molécula libre que es la forma activa o en formas conjugadas (con proteínas solubles), inactivas. La forma conjugada es la forma de transporte, de almacenamiento en semillas en reposo, y de evitar la oxidación por acción de la AIA oxidasa. Este proceso de conjugación parece ser reversible.

La concentración de auxina libre en plantas varía de 1 a 100 mg/kg peso fresco. En contraste, la concentración de auxina conjugada ha sido demostrada en ocasiones que es sustancialmente más elevada.

Las acciones fisiológicas de las auxinas son:

- Actúan en la Mitosis.
- Alargamiento celular.
- Formación de raíces adventicias.
- Dominancia Apical.
- Herbicida.
- Partenocarpia.
- Gravitropismo.
- Diferenciación de xilema.
- Regeneración del tejido vascular en tejidos dañados.
- Inhibición del crecimiento radical en concentraciones bajas.
- Floración.

- Senectud.
- geotropismo.
- Retardan la caída de hojas, flores y frutos jóvenes.
- Dominancia apical.

Aplicaciones en la Agricultura.

- Herbicidas (2,4-D, 2,4-DB) y arbusticidas (2,4,5-T).
- Enraizamiento de estacas leñosas (IBA, ANA).
- Evitar la caída de frutos (ANA, 2,4-DP).
- Raleo de frutos (ANA).
- Partenocarpia.
- Inhibición de brotación lateral en forestales (ANA).
- Cultivo *in vitro* de tejidos.

Giberelinas

Salisbury y Ross (1994), mencionan que el Ácido giberélico GA3 fue descubierto en Japón como derivada de extracto del hongo *Giberella fujikuroi* que producía un crecimiento inusual de las plantas de arroz derivando de allí su nombre. Su designación es AG seguida de un número y al momento hay más de 150 formas conocidas de esta hormona.

Efectos fisiológicos

- Controlan el crecimiento y elongación de los tallos.
- Elongación del escapo floral, que en las plantas en roseta es inducido por el fotoperíodo de día largo.
- Inducción de floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada.
- Crecimiento y desarrollo de frutos.
- Estimulan germinación de numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula.
- Inducen formación de flores masculinas en plantas de especies diclinas.
- Reemplaza la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies (hortícolas en general).

Aplicaciones en la Agricultura

- En alcaucil para producir agrandamiento y alargamiento del escapo floral.
- En perejil para aumentar crecimiento (en épocas de frío principalmente).
- En cítricos retarda la senescencia de los frutos.
- En vid para alargar los pedúnculos florales para evitar enfermedades fúngicas, obtener bayas de mayor tamaño sin semillas.
- En manzano para aumentar tamaño y calidad de la fruta.

- En Coníferas, para incrementar la producción de semillas induciendo la floración precoz.
- En caña de azúcar para aumentar rendimiento en sacarosa.
- Romper latencia en tubérculos de papa y dormancia en semillas.
- En malterías para aumentar la hidrólisis del almidón del endosperma de cebada.

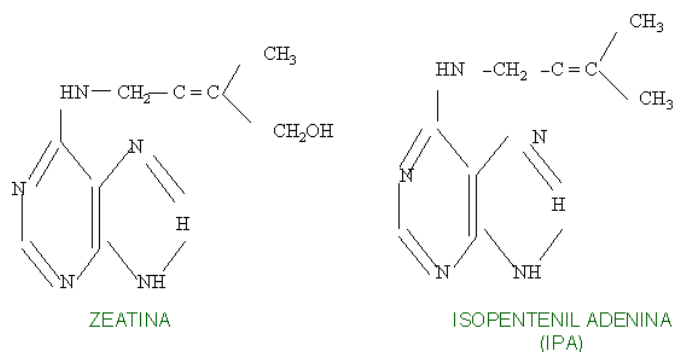
Citocininas

Las citocininas son hormonas vegetales naturales que derivan de adeninas sustituidas y que promueven la división celular en tejidos no meristemáticos (Weaver, 1996).

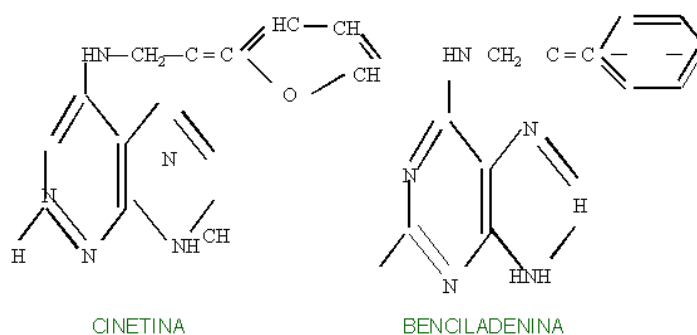
Las citoquininas inicialmente fueron llamadas cinetinas, sin embargo, debido al uso anterior del nombre para un grupo de compuestos de la fisiología animal, se adaptó el término citocinina (citocinesis o división celular). Existen citocininas en musgos, algas café, rojas y en algunas Diatomeas (<http://www.biologia.edu.ar/plant>tas).

Figura 2.3.- Estructura de las citocininas:

Naturales



Sintéticas



Efectos Fisiológicos

- La estimulación de la germinación de semillas.
- División celular y formación de órganos.
- Retardo de la senescencia (debido a su propiedad de generar alta división celular son fuente de nutrientes, por lo que realizan su efecto de retardo de la senescencia).
- Desarrollo de yemas laterales.

- Inducen partenocarpia.
- Floración de plantas de días corto.
- Reemplazo de luz roja en germinación de semillas fotoblásticas.

Aplicaciones en la Agricultura

- Retardo de la senescencia de flores y hortalizas de hojas, manteniendo por mas tiempo el color verde.
- En manzanos, rosas o claveles promueve la ramificación lateral.
- En combinación con giberelinas controla forma y tamaño de algunos frutos (manzano).
- Inducen partenocarpia en algunos frutos.
- Reemplazan la necesidad de luz roja en semillas de lechuga.
- Interrumpen dormancia en vid.
- Disminuyen contenido de alcaloides en plantas del género *Datura*.
- Promueven la formación de vástagos en el cultivo *in vitro*.

Etileno

El etileno, es una de las hormonas de estructura más simple, gaseosa, al ser un hidrocarburo, es muy diferente a otras hormonas vegetales naturales. Aunque se ha sabido desde principios de siglo que el etileno provoca respuestas tales como geotropismo y abscisión, no fue sino hasta los años

1960s que se empezó a aceptar como una hormona vegetal (Salisbury y Ross, 1994).

Efectos Fisiológicos

- Maduración de frutos.
- Senescencia de órganos.
- Epinastia.
- Tigmomorfogénesis o perturbación mecánica.
- Hipertrofias.
- Exudación de resinas, latex y gomas.
- Promoción o inhibición de los cultivos de callos *in vitro*.
- Inhibición de la embriogénesis somática.
- Apertura del gancho plumular.
- Inducción de raíces.
- Inhibición del crecimiento longitudinal.
- Inhibición del crecimiento longitudinal.

Aplicaciones en la Agricultura

- Maduración de frutos climatéricos.
- Evitar vuelco en cereales.
- Provocar abscisión de órganos y frutos.

- Estimula la germinación.
- Inducción de floración.
- Incremento del flujo de latex, gomas y resinas.
- Inhibición de la nodulación inducida por Rizhobium, de la tuberización y bulbificación.
- Promoción de la floración femenina en Cucurbitáceas.

El etileno se aplica como gas en ambientes cerrados o en forma líquida como pulverizaciones de Etephon que al ponerse en contacto con la planta libera etileno.

Ácido Abscísico

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

El ácido abscísico es un potente inhibidor del crecimiento que ha sido propuesto para jugar un papel regulador en respuestas fisiológicas tan diversas como el letargo, abscisión de hojas, frutos, estrés hídrico, y por lo tanto tiene efectos contrarios a las hormonas de crecimiento (auxinas, geberelinas y citocininas).

Funciones fisiológicas

- Promueve la latencia en yemas y semillas.
- Inhibidor en la germinación de semillas de muchas especies.
- Inhibe la división celular.
- Causa el cierre de los estomas.
- Antagónico de las giberelinas.
- Inhibe el crecimiento.

Hartmann y Kester (1995), determinaron que el ácido abscísico tiende a incrementarse con la maduración de la semilla y puede estar involucrado en la prevención de la viviparidad y en la inducción del letargo, también se ha aislado de las semillas en letargo, así como de las cubiertas de las semillas de durazno, nogal, manzano, rosal y ciruelo, pero desaparecen durante la escarificación.

La Composta

La Composta (del latín *compositus*, compuesto) es el producto de la degradación de desperdicios orgánicos. Con esto se intensifica y acelera el logro de humus natural, que es materia orgánica de fácil descomposición por integración en los sedimentos de las capas superficiales de tierra para enriquecer suelos para el crecimiento vegetal mejorado (<http://www.parque-ecologico-irapuato>).

Por otra parte Haug (1997), menciona que la composta es el proceso biológico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable, permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura.

Lombricomposta

Sanzo y Ruben (1999); Compagnioni y Putzolu (1985), menciona que la vermicomposta es un biofertilizante producto de la digestión de la lombriz, por su composición, en términos de contenido de materia orgánica y de población microbiana, constituye un "fertilizante biológico", que mejora la estructura de los suelos.

Bellapart (1988), menciona que las deyecciones de lombriz han demostrado ser muy útiles para estimular el crecimiento de las plantas, dándoles además fuerza y robustez.

Dentro de las funciones que desempeña la vermicomposta en las plantas, son (<http://dieumsnh.qfb.umich>):

- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plantas.

- Transmite directamente del terreno a la planta fitohormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta.

Biodigestados Líquidos

El biodigestado líquido es un compuesto líquido bioorgánico concentrado, natural, inocuo e inodoro, que se obtienen del escurrimiento generado al regar y/o lavado de la pila donde se encuentran las lombrices o el proceso de composteo, ya que es necesario mantener dichas pilas a una humedad de 70 a 80 %.

Alonso (2004), menciona que es uno de los pocos fertilizantes ecológicos con una gran flora bacteriana (40 a 60 millones de microorganismos por centímetro cúbico) capaz de enriquecer y regenerar las tierras. Aunque no sustituye totalmente a los nutrientes inorgánicos, su aplicación rebaja hasta en un 40 % la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

Se dice que los biodigestados líquidos son ricos en nitrógeno, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo. Se puede mencionar que estimulan el crecimiento de las plantas, ya que estos contienen los ácidos húmicos y fúlvicos encontrados en las mismas y además son líquidos concentrados.

Las Sustancias Húmicas

Franco y Bañom (1997), mencionan que la mezcla de compuestos orgánicos que se extrae del suelo mediante métodos bien establecidos, o por extensión de materiales orgánicos más o menos humificados puede denominarse: “sustancias húmicas solubles”. Estos materiales solubles constituyen una fracción importante del humus y están formados por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y algunos otros componentes no propiamente húmicos, como polisacáridos y péptidos.

Las sustancias húmicas son compuestos de color amarillento a negro, amorfos, muy polimerizados, con peso molecular muy elevado, naturaleza coloidal y que presentan núcleos de carácter aromático (benceno, naftaleno, furano, etc.). En estado natural todas estas sustancias están íntimamente ligadas unas con otras y con otros constituyentes orgánicos (hidratos de carbono, proteínas, etc.) y el papel de los distintos componentes del humus es difícil de determinar. De hecho, las diferentes fracciones húmicas representan un sistema de polímeros que varían en cuanto a su composición elemental, acidez, grado de polimerización y peso molecular (Stevenson, 1981).

Ácidos Húmicos y Fúlvicos

Ácidos Húmicos

Se presentan como sólidos amorfos de color marrón oscuro, generalmente insolubles en agua y en casi todos los disolventes no polares, pero fácilmente dispersables en las soluciones acuosas de los hidróxidos y sales básicas de los metales alcalinos, constituyendo un hidrosol que puede experimentar floculación mediante el tratamiento de los ácidos o los demás cationes.

Desde el punto de vista estructural, su molécula parece estar constituida por un núcleo de naturaleza aromática más o menos condensado, y de una región cortical con mayor predominio de radicales alifáticos, presentando en conjunto el carácter de heteropolímeros condensados.

Ácidos Fúlvicos

Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos.

Según Sparks (2000), las funciones y usos de los ácidos fúlvicos y húmicos son:

- Son sustancias que ejercen efectos físicos, químicos y biológicos en la calidad de los suelos al servir como acondicionadores, además son fuentes de nutrientes y substratos por microorganismos.
- Contribuyen al mantenimiento de una estructura adecuada y estable del suelo al actuar como agentes de unión en la formación de agregados de suelo, asegurando así la aireación satisfactoria y de agregados del suelo, previendo protección contra la erosión y realzando las propiedades mecánicas del suelo, además jugando un papel importante en la retención del agua.
- Actúa como fuentes y almacenes de N, P, S y de micronutrientes esenciales para las raíces de la planta y microorganismos.
- También pueden ejercer efectos fisiológicos directo en las plantas.
- Estimulan la germinación.
- Activación de la flora microbiana.

Investigaciones Realizadas con Biozyme PP, Composta y Lombricomposta para Promover la Germinación de Semillas.

Carballo (2001), al trabajar con reguladores del crecimiento para la estimulación fisiológica de semillas de maíz, trigo, sorgo y arroz, encontró que el Biozyme PP y GBM-044 en dosis altas provocaron los mejores efectos en maíz, trigo y sorgo e en el cultivo de arroz los productos Biozyme PP y Biozyme TS en sus dosis medias fueron los más eficientes en germinación.

Se realizaron pruebas de germinación y vigor de plántulas en invernadero con 15 cultivares de semillas de trigo y cinco de soya. Los tratamientos aplicados a semillas de trigo fueron: plaguicidas más Biozyme TS y en soya Biozyme PP. Todos los parámetros evaluados fueron afectados positivamente con los productos de Biozyme, incrementando la velocidad de emergencia, reduciendo el número de plántulas anormales y mejorando el vigor (González y Salas, 1989).

García (2002), en las pruebas de aplicación de reguladores del crecimiento para promover la germinación, en sus resultados con semilla de lechuga, el Biozyme TS en sus tres dosis (50,100 y 150 cc/1500 ml agua/100kg de semilla.) y el Biozyme PP en su dosis baja (0.25, 0.50 y 1.0 gr/100 gr de semilla.), estimularon la germinación.

Flores (2004), en sus trabajo realizado con abonos orgánicos y productos comerciales hormonales en el crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate, encontró que la lombricomposta y el liquido de composta son los abonos orgánicos con mejores resultados sobre la velocidad de germinación, emergencia y desarrollo de la plántula y en algunas variables que confieren calidad de plántula, como peso fresco del follaje y pesos seco del follaje.

Pimienta (2004), menciona que la combinación de sustancias húmicas de origen orgánico e inorgánico (fertilizantes químicos comerciables), permiten una mejor nutrición que es reflejada en el crecimiento, desarrollo y mejor calidad de plántula.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas 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 altura de 1743 msnm, ubicado en Buenavista a siete kilómetros al sur de Saltillo, capital del Estado de Coahuila, México.

Material Genético

La semilla utilizada en el presente estudio fue con la variedad Hayslip de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). La semilla fué previamente sometida a una prueba de germinación junto con otras variedades de tomate, para así seleccionar la variedad que tuviera el más bajo porcentaje de germinación, siendo la variedad Hayslip con 32 % de germinación de plántula normal.

Descripción de los Tratamientos

El presente trabajo consistió en 12 tratamientos con tres repeticiones cada uno, dichos tratamientos se presentan a continuación:

T1= Extracto del Líquido de Composta. Se aplicó 0.2 gr/1gr de semilla (300 semillas), se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T2= Extracto del Líquido de Lombriz. Se aplicó 0.2 gr/1gr de semilla (300 semillas), se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T3= ELC + ELL. Este fué previamente mezclado en su fase líquida y posteriormente en su fase sólida se aplicó 0.2 gr/1gr de semilla (300 semillas), se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T4= Extracto del Humus de Estiércol. Se aplicó 0.2 gr/1gr de semilla (300 semillas), se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T5= Extracto del Humus de Lombricomposta. Se aplicó 0.2 gr/1gr de semilla (300 semillas), se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T6= Biozyme PP. Se aplicó 0.02gr gr/1gr de semilla (300 semillas), se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T7= Extracto del Líquido de Composta+ Biozyme PP. Se mezcló 0.2 gr de ELC y .02gr de Biozyme PP, esto se aplicó a un gramo de semilla (300 semillas), después, se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T8= Extracto del Líquido de Lombriz + Biozyme PP. Se mezcló 0.2 gr de ELL y .02gr de Biozyme PP, esto se aplicó a un gramo de semilla (300 semillas), después, se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T9= ELC + ELL + Biozyme PP. Se mezcló 0.2 gr de ELC + ELL y .02gr de Biozyme PP, esto se aplicó a un gramo de semilla (300 semillas), después, se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T10= Extracto del Humus de Estiércol + Biozyme PP. Se mezcló 0.2 gr de EHE y .02gr de Biozyme PP, esto se aplicó a un gramo de semilla (300 semillas), después, se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T11= Extracto del Humus de Lombricomposta + Biozyme PP. Se mezcló 0.2 gr de EHL y .02gr de Biozyme, esto se aplicó a un gramo de semilla (300 semillas), después, se espolvoreó uniformemente a la semilla previamente humedecida. De tal forma que cada semilla quedara impregnada del producto.

T12= Siembra de semilla sin tratar. (Testigo).

Información General de los Productos

Líquido de Composta

Este líquido se obtiene al separar la parte humificada y mineralizada de la composta utilizando como medio para separar el agua, pero realizando éste proceso en forma aeróbica.

Contenido de Nutrientes del Líquido de Composta

Cuadro 3.1.- Contenido de nutrientes del líquido de composta.

Elemento	Contenido Nutricional
PH	7.8
CE	2.5 mmhos/cm.
Ácidos Húmicos	----
Ácidos Fúlvicos	2.15 %
	Ppm
Nitrógeno	No se ha evaluado
Fósforo	No se ha evaluado
Potasio	1260
Calcio	20000
Magnesio	7000
Manganeso	0.2
Fierro	0.7
Plomo	0.1
Sodio	40

Laboratorio de servicios generales UAAAN (2004).

El Extracto del Líquido de composta

Se obtuvo a partir del líquido, pasándolo a sólido.

Líquido de Lombricomposta

Proviene de las camas en donde se tiene la lombriz.

Este líquido es captado de los escurrimientos que se generan al regar las camas de siembra de las lombrices, dado que su hábitat debe tener una humedad alrededor de 80% y cuando se aplican los riegos, parte del agua aplicada se escurre arrastrando consigo humus y minerales además de otros compuestos, los cuales se recogen en una pileta al final de la cama.

Contenido de Nutrientes de Líquido de Lombricomposta

Cuadro 3.2.- Contenido de nutrientes del líquido de Lombricomposta.

Elemento	Contenido Nutritional
pH	8.1
CE	9.0 mmhos/cm.
Ácidos Húmicos	1.20 %
Acidos Fúlvicos	0.90 %
	Ppm
Nitrógeno	No se ha evaluado
Fósforo	No se ha evaluado
Potasio	6700
Calcio	20000
Magnesio	14000
Manganeso	0.4
Fierro	7.8
Plomo	0.4
Sodio	30800
Cobre	0.4

Laboratorio de servicios generales UAAAN (2004).

Extracto del Líquido de Lombricomposta

Se obtuvo a partir del líquido, pasándolo a sólido.

Humus de Estiércol

El proceso de la composta se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, estos seres microscópicos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica (Estiércol).

El resultado de esta descomposición es el humus de estiércol, el cual se secó y se tamizó hasta obtener un polvo de éste.

Humus de Lombricomposta

Es la excreta de la lombriz, la cuál se alimenta de desechos en descomposición, el cuál sufre una serie de procesos de descomposición para así dar origen a un humus rico en nutrientes, que benefician al suelo y por ende a las plantas que posteriormente crecerán en el.

El resultado de esta descomposición es el humus de lombricomposta, el cual es secó y se tamizó hasta obtener un polvo de éste.

Biozyme PP

Es un estimulante de germinación y principio de desarrollo

Polvo plus

Producto registrado

Cuadro 3.3.- composición porcentual del Biozyme pp

Composición porcentual:		Porcentaje en peso
Ingredientes activos:		
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas		27.5%
Giberelinas	28.50 ppm	
Ácido indolacético	12.25 ppm	
Zeatina	47.80 ppm	
Caldo del extracto (Equivalente a 272.44 g/kg)		27.24%
Materia orgánica del extracto (Equivalente a 2.5 g/kg)		0.26%
Ingredientes inertes:		
Diluyentes y acondicionadores		72.5%
Total:		100.0%

Manifestaciones generales

Los extractos de origen vegetal utilizados son fuentes naturales de citoquininas, auxinas y enzimas, cuya acción biológica de las mismas se puede observar a través de un bioensayo en tratamiento de germinación de semillas observándose una mayor velocidad de germinación, mejor desarrollo del sistema radicular y del talluelo.

Algunas funciones del Biozyme PP en las plantas:

- Estimula la división celular y activa la germinación de ciertas semillas.
- Hace que la semilla y la plántula, durante su primera etapa de crecimiento, manifiesten a su máximo su potencial genético natural que casi siempre se ve inhibido por condiciones adversas del medio.
- Proporciona una mejor germinación, un sistema radicular más abundante y una mejor resistencia de las plántulas a ciertas condiciones adversas durante su primera etapa de desarrollo.

Precauciones

Ligeramente tóxico

No es necesario agregarle agua, pues el producto en sí tiene ingredientes para lograr su adherencia. Este producto no es tóxico, por ser un

producto de origen orgánico, natural y mineral. Manténgase fuera del alcance de los niños

Dosis

Espolvorear uniformemente el producto a la semilla al momento de sembrar procurando obtener una mezcla homogénea de tal forma que cada semilla quede impregnada del producto, pudiendo utilizarse para este fin las manos libremente, ya que el producto es completamente orgánico y no es tóxico.

Almacénese en áreas con temperaturas menores de 40°C. Este producto debe utilizarse únicamente como polvo seco en el tratamiento de las semillas.

Cuadro 3.4.- Dosis recomendadas en algunos cultivos:

Cultivos	Dosis
Tomate, chile, berenjena, cebolla, cucurbitáceas y hortalizas en general	1 kg para 50 kg de semilla
Sorgo, cártamo, soya, frijol, maíz, algodón, cacahuete, café y cereales pequeños	De 0.5 a 1 kg para 100 kg de semilla
Papa	25 g para 100 kg de semilla

Variables Evaluadas

Germinación Estándar

Se llevó conforme a las reglas de la ISTA (1996), se realizaron tres repeticiones de 100 semillas cada una, sembradas en sanitas (papel higiénico) en cajitas de plástico transparente de largo 15 x 10cm de ancho y 6 cm de alto. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación a una temperatura de 25°C, registrándose los siguientes datos:

- Plántulas Normales (% Germinación).
- Plántulas Anormales.
- Semillas sin Germinar y/o Muerta

Longitud de Plúmula y Radícula

Las plántulas utilizadas para determinar la longitud media de plúmula y raíz provinieron de la prueba de germinación estándar, se midió la longitud de plúmula y raíz en cm, en forma independiente para cada tratamiento. Las longitudes de plúmula y radícula total, solo se tomaron de las plántulas normales y dividiéndose entre el número total (10 plántulas por repetición).

Peso Fresco de Plántula

Las plántulas utilizadas para esta prueba provinieron de las pruebas de germinación estándar, longitud de plúmula y longitud de radícula y se colocaron en bolsas de papel estraza perforadas, las cuales se pesaron en una balanza analítica de precisión de 0.0001gr, expresado en mg.

Análisis Estadístico

Para los tratamientos evaluados en este experimento se implementó un diseño completamente al azar y se analizó bajo él mismo., utilizando el paquete estadístico M-STAC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en el Cuadro de análisis de varianza (Cuadro 4.1), se detectó diferencia altamente significativa ($\alpha=0.01$) para todas las variables evaluadas presentando además un coeficiente de variación bajo en la mayoría de las variables, con excepción de plántulas anormales donde se detectó un coeficiente de variación de 26.67%.

Cuadro 4.1.- Cuadrados medios y significancia de análisis de varianza para las variables evaluadas, en semilla de tomate tratada con extractos orgánicos.

FV	VARIABLES					
	Germinación (%)	Plántulas Anormales (%)	Semilla Muerta (%)	Longitud de Plúmula (cm)	Longitud de Radícula (cm)	Peso Fresco de Plántula en mg.
Tratamiento	375.220**	44.414**	321.967**	0.687**	17.910**	117.962**
C.M Error	24.222	10.917	14.500	0.059	2.479	8.300
C.V.	10.27 %	26.67 %	9.59 %	5.96 %	13.95 %	10.46 %

** Nivel de Significancia (0.01 %).

* Nivel de Significancia (0.05 %).

NS No Significativo.

Al realizar la prueba de medias (DMS) para cada una de las variables, nos muestra los valores en porcentaje del comportamiento de cada uno de los tratamientos los sitúa de mayor a menor los cuales nos dicen cuales son diferentes y cuales son iguales entre sí, pero en las variables del porcentaje de germinación de plántulas anormales (Cuadro 4.3) y porcentaje de semillas

mueras (Cuadro 4.4) los valores más bajos son los que mejor resultado reportan para el experimento.

Para germinación, la prueba de medias (DMS) nos muestra que el tratamiento 4 (Extracto del Humus de Estiércol) sobresalió a los demás tratamientos con 62.7%, seguido por los tratamientos 2 (Extracto del Líquido de Lombriz) y 10 (Extracto del Humus de Estiércol + Biozyme PP) que se comportaron estadísticamente iguales entre sí al presentar valores de 61 y 60%, mientras que los peores tratamientos fueron el 8 (Extracto del Líquido de Lombriz + Biozyme PP), 12 (Testigo) y 7 (Extracto del Líquido de Composta + Biozyme PP) respectivamente con 37,34 y 30% de germinación, también se observa que los extractos orgánicos funcionaron mejor solos que con mezcla de Biozyme PP.

Cuadro 4.2.- Prueba de Medias (DMS) para el % de Germinación.

Tratamiento	Germinación (%)
4 (EHE)	62.667 A
2 (ELC)	61.333 AB
10 (EHE + B)	60.000 AB
9 (ELC + ELL + B)	53.667 BC
5 (EHL)	53.333 BC
3 (ELC + ELL)	51.333 C
6 (B)	51.333 C
1 (ELC)	40.000 D
11 (EHL + B)	39.667 D
8 (ELL + B)	37.000 DE
12 (T)	34.667 DE
7 (ELC + B)	30.000 E

En cuanto a los resultados bajos obtenidos en los tratamientos en que se mezclaron los extractos orgánicos con Biozyme PP, estos se pueden deber a una concentración excesiva de hormonas, ya que cuando se excede la dosis pueden actuar como inhibidores.

Plántulas Anormales

Para el porcentaje de plántulas anormales, se observa en el Cuadro 4.3 que el tratamiento 6 (Biozyme PP) y 7 (Extracto del Líquido de Composta + Biozyme PP) registraron los porcentajes más bajos de anomalías de plántulas con 6.3 y 8.0%, mientras que el tratamiento 8 (Extracto del Líquido de Lombriz + Biozyme PP) y 11 (Extracto del Humus de Lombricomposta + Biozyme PP) tuvieron mayor porcentaje de anomalía de plántulas con 19.3 y 16.6% numéricamente, sin embargo estos no difieren estadísticamente entre sí y con los tratamientos 1, 9, 12, 3 y 2..

Cuadro 4.3.- Prueba de Medias (DMS) para el % de Plántulas Anormales

Tratamiento	Plántulas Anormales (%)
8 (ELL + B)	19.333 A
11 (EHL + B)	16.667 AB
1 (ELC)	14.667 ABC
9 (ELC + ELL + B9)	14.333 ABCD
12 (T)	14.333 ABCD
3 (ELC + ELL)	14.000 ABCD
2 (ELL)	12.333 ABCDE
5 (EHL)	10.333 CDEF
10 (EHE + B)	9.333 CDEF
4 (EHE)	9.000 DEF
7 (ELC + B)	8.000 EF
6 (B)	6.333 F

Es normal que el porcentaje de plántulas anormales de el tratamiento 7 (Extracto Líquido de Composta + Biozyme PP) sea bajo, ya que tuvo el más bajo porcentaje de germinación y como se observa en el Cuadro 4.4 es el que tiene mayor porcentaje de semillas muertas.

También los T4(Extracto Humus de Estiércol) Y T10 (Extracto Humus de Estiércol + Biozyme PP) presentan porcentajes bajos de plántulas anormales ya que tienen un alto porcentaje de germinación (Plántulas normales).

Semilla Muerta

Para el porcentaje de semilla muerta (Cuadro 4.4), se muestra que el T7 (Extracto del Líquido de Composta + Biozyme PP) presentó el valor más alto de semilla muerta (62%), seguido por el T12 (Testigo) y T1 (Extracto de Líquido de Composta) quienes tuvieron 51 y 45.3% respectivamente, mientras que los T2 (Extracto del Líquido de Lombriz), T4 (Extracto del Humus de Estiércol) y T10 (Extracto del Humus de Estiércol + Biozyme PP) registraron el menor porcentaje de semilla muerta con 26.3, 28.3 y 30.6%.

Cuadro 4.4.- Prueba de Medias (DMS) para el % de Semillas Muertas

Tratamiento	Semillas Muertas (%)
7 (ELC + B)	62.000 A
12 (T)	51.000 B
1 (ELC)	45.333 BC
8 (ELL + B)	43.667 C
11 (EHL + B)	43.667 C
6 (B)	42.333 CD
5 (EHL)	36.333 DE
3 (ELC + ELL)	34.667 EF
9 (ELC + ELL + B)	32.000 EFG
10 (EHE + B))	30.667 EFG
4 (EHE)	28.333 FG
2 (ELL)	26.333 G

Los resultados de ésta variable es una respuesta lógica a las dos variables anteriores ya que los tratamientos que propiciaron un mayor porcentaje de germinación tienen menor porcentaje de semilla muerta y viceversa.

Longitud de Plúmula

La prueba de medias (Cuadro 4.5) muestra que el mejor tratamiento fue el T3 (Extracto Líquido de Composta + Extracto Líquido de Lombriz) con 5.07 cm, seguido por el T11 (Extracto Humus de Lombricomposta + Biozyme PP), T2 (Extracto Líquido de Lombriz) y T10 (Extracto Humus de Estiércol + Biozyme PP) reportando 4.6, 4.5 y 4.2 cm, por lo que se asume que éstos extractos contienen sustancias (Ac. húmicos y fúlvicos) que influyen en el crecimiento de las plantas además de influir en la germinación.

Cuadro 4.5.- Prueba de Medias (DMS) para Longitud de Plúmula en cm.

Tratamiento	Longitud de Plúmula (cm)
3 (ELC + ELL)	5.070 A
11 (EHL + B)	4.607 B
2 (ELL)	4.567 B
10 (EHE + B)	4.213 BC
9 (ELC + ELL + B)	4.113 CD
4 (EHE)	3.980 CDE
1 (ELC)	3.950 CDE
8 (ELL + B)	3.850 CDEF
5 (EHL)	3.793 DEF
12 (T)	3.620 EF
6 (B)	3.523 F
7	3.510 F

Longitud de Radícula

La prueba de medias Cuadro 4.6 muestra que el tratamiento 4 (Extracto Humus de Estiércol) fué el mejor con 16.8 cm, seguido por el T6 (Biozyme PP) y T5 (Extracto Humus de Lombricomposta) con 13 y 12.8 cm , siendo el peor tratamiento el T8 (Extracto Líquido de Lombriz + Biozyme PP) obteniendo 6.9 cm. Por lo que se asume que los extractos con tienen sustancias que influyen de manera positiva al sistema radicular.

Cuadro 4.6.- Prueba de Medias (DMS) para Longitud de Radícula en cm.

Tratamiento	Longitud de Radícula (cm)
4 (EHE)	16.800 A
6 (B)	13.020 B
5 (EHL)	12.800 B
1 (ELC)	12.147 BC
9 (ELC + ELL + B)	11.653 BCD
10 (EHE + B)	11.580 BCD
11 (EHL + B)	11.227 BCD
3 (ELC + ELL)	10.867 BCD
7 (ELC + B)	9.880 CD
2 (ELL)	9.267 DE
12 (T)	9.287 DE
8 (ELL + B)	6.953 E

Peso Fresco de Planta

La prueba de medias Cuadro 4.7 muestra que el tratamiento 9 (Extracto Líquido de Composta + Extracto Líquido de Lombriz + Biozyme PP) es el mejor para peso fresco con 42.54 mg, seguido por el T10 (Extracto Humus de Estiércol + Biozyme PP) y T11 (Extracto Humus de Lombricomposta + Biozyme PP) obteniendo 32.4 y 30.4 mg, siendo los peores tratamientos el 5, 1 y 6.

Cuadro 4.7.- Prueba de Medias (DMS) para Peso fresco en miligramos

Tratamiento	Peso fresco (mg)
9 (ELC + ELL + B)	42.540 A
10 (EHE + B)	32.403 B
11 (EHL + B)	30.470 BC
8 (ELL + B)	29.720 BC
12 (T)	28.153 BCD
4 (EHE)	28.107 BCD
2 (ELL)	27.130 CD
3 (ELC + ELL)	27.127 CD
7 (ELC + B)	23.590 DE
5 (EHL)	20.650 E
1 (ELC)	20.597 E
6 (B)	19.910 E

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del análisis de varianza y de las pruebas de medias se concluye lo siguiente:

Todos los extractos orgánicos influyen en la germinación de la semilla ya que todos superaron al testigo.

En donde el tratamiento 4 (Extracto de Humus de Estiércol) fue el mejor ya que se incrementó casi al doble el porcentaje de germinación (62.7%) que presentó el testigo (T12=34.7%) y generó un mayor crecimiento radicular, los tratamientos 2 (Extracto del Líquido de Lombriz) y 10 (Extracto del Humus de Estiércol + Biozyme PP) presentaron un excelente desempeño aún y cuando están debajo de el tratamiento 4.

Únicamente el extracto de líquido de composta (T1) presentó un comportamiento menor que el producto comercial Biozyme (T6) en el porcentaje de germinación.

Los extractos orgánicos mezclados con biozyme presentaron un comportamiento menor que actuando solos.

Algunos extractos orgánicos tienen potencial para ser usados como promotores de enraizamiento y de desarrollo vegetativo.

RECOMENDACIONES

Realizar un análisis de los productos orgánicos utilizados en el presente trabajo para determinar que tipo de hormonas y en que cantidad están presentes, así como de aminoácidos y otros compuestos, así como para prever el efecto con las diferentes partes de la plántula.

Realizar pruebas con mezclas específicas de hormonas y productos orgánicos, pero utilizando diferentes dosis para obtener el mejor resultado.

Realizar pruebas con otros tipos de semillas (gramíneas) así como con otras hortalizas.

Evaluar el efecto de la aplicación a la semilla de los abonos orgánicos, pero con respecto a las condiciones de la plántula en edad de transplante.

LITERATURA CITADA

- Alonso R, N. 2004. Efecto de la aplicación de Composta, Lombricomposta, y Biodigestados Líquidos en el Crecimiento, Rendimiento y Calidad de Follaje en el Cultivo de Cilantro (*Coriandrum sativum*, L.) Tesis de licenciatura UAAAN. 2004, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Anderson, J.D.1973.Physiological and Biochemical Differences in Deteriorating Barley Sedes. *Crop. Sci.* 10(1) 36 – 39. U.S.A.
- Bellapart, V. C. 1988. Agricultura Biológica en el equilibrio con la Agricultura Química. Edit. 1ª . Editorial Aedos. Barcelona, España
- Camacho, M.F. 1994. Dormición de Semillas.Ed. Trillas. México. p. 9,13.
- Carballo C.A. 2001. Reguladores de crecimiento en la estimulación fisiológica de semillas en cultivos básicos. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. Bed Burges Publishing Company. Mineapolis, Minnesota. U.S.A. p. 122,146,157,160.
- Delouche, J.C. and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. and Technology.* *Seed Sci. and Technology.* U.S.A. 1: 427 – 452.
- FAO, 1985. Procesamiento de Semillas de Cereales y leguminosas de grano. Directrices técnicas, Italia, Roma. p. 5,7.

Flores, H.A. 2004. Introducción a la Tecnología de las Semillas. 1era. Edición. Departamento de Publicaciones de la Dirección General de Difusión Cultural y Servicio de la UACH. UACH.México. p. 61 – 78.

Flores, N.A. 2004. Efecto de Abonos Orgánicos y Productos Comerciales Hormonales en el Crecimiento y Desarrollo de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Franco y Bañom (1997), <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/sust-nut/ahumicos.html>.

Garcia, V.A.P. 2002. Aplicación de Reguladores del Crecimiento para Promover la Germinación de Semillas de Hortalizas y su Efecto en el Almacenamiento. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

González, A. M., M. Aguirre y J.S. Raciman. 1999. Hormonas vegetales <http://fai.une.ar/biología/planta/auxinas.htm>.

González, V.J.A. y G. Salas D, 1989. Resultados de revalidación de efectividad de biozyme TS en semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) y soya (*Glicine mas* L.) VII Convención Internacional de Investigación y Desarrollo. Las fitohormonas, guía para el desarrollo vegetal, la convención, guía para la producción agrícola. Cuernavaca, Morelos. p.

Hartmann, H. y Kester, D. 1982. Propagación de Plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. p. 46

----- . 1995. Propagación de plantas. Ed. Continental. México. p. 130 – 165.

Haug, R. T. 1997. Journal of Composting Recycling Biocycle. Feedstock's, Conditioning and Fire Prevention. U. S. A.

<http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm#Fitohormonas>

<http://dieumsnh.qfb.umich.mx/TRANSS/servicios.htm#3.1.8.9.1.PROYECTO:%20PLANTA%20DE%20VERMICOMPOSTA:%20OBTENCIÓN%20DE%20COLÁGENO,%20PROTEÍNA%20Y%20BIOFERTILIZANTE%20A%20PARTIR%20DE%20RESIDUOS%20URBANOS>

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm

<http://www.parque-ecologico-irapuato.org.mx/COMPOSTA/Composta.htm>

http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/artigocapa66_esp.shtml

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap02/02_04_15.htm

International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rule for seed Testing. Rules 1996. Seed Sci & Technol. Zurich, Switzerland. 274: 1 – 333.

Jann, R.C. y Amen, D.R. 1977. "GAT is germination", en : Khan, A. A. (ed) Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination, Elsevier/North Holland Biomedical Press, Holanda. p. 7.

Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ra. Edición. Instituto de Biología. UNAM. México. p. 63,113,236.

Pimienta, R. A. 2004. Ácidos Húmicos y Fúlvicos de Origen Orgánico en el Crecimiento de Plantula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1992. Fisiología Vegetal. Ed. por Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V. México. p. 647 – 649.

-----, 1994. Fisiología Vegetal. Versión en Español Grupo Editorial Iberoamerica. Mexico.

Sanzo y Ruben(1999); Compagnioni y Putzolu (1985), <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/Investigacion.htm>

Sparks Donald L.. 2000. Advances in agronomy. Department of Plant and Soil Sciences. University of Delaware Network, Delaware. Volume 68 Academic Press.

Stevenson, F. L., and Schnitzer, M. 1981. Transmission electron microscopy of extracted fulvic and humic acids. Soil Sci. 133: 197-185p.

Weaver, J. R. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. 8^a. Reimpresión. Ed. Trillas. México. p. 113 – 155.