

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**DERIVADOS ORGÁNICOS POTENCIALIZADORES DE LA
GERMINACIÓN Y VIGOR EN SEMILLA DE
SANDÍA (*Citrullus lanatus*)**

Por:

LAYNER ROBLERO VELASCO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**DERIVADOS ORGÁNICOS POTENCIALIZADORES DE LA
GERMINACIÓN Y VIGOR EN SEMILLA DE
SANDÍA (*Citrullus lanatus*)**

Por:

LAYNER ROBLERO VELASCO

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 PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. René A. De la Cruz Rodríguez

SINODAL

SINODAL

Dr. Mario E. Vázquez Badillo

MC. José A. Daniel González

SINODAL

Ing. Modesto Colín Rico

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

MC. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2006

ÍNDICE

Contenido	Páginas
Índice de Cuadros.....	i
Índice de Figuras.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Dedicatorias.....	Vi
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen geográfico e historia del cultivo de sandía.....	4
Características generales.....	4
Importancia del cultivo.....	5
Importancia en México.....	5
Concepto de semilla.....	6
Calidad de las semillas.....	7
Germinación.....	7
Procesos más comunes en la germinación.....	8
Factores que afectan a la germinación.....	9
Imbibición.....	10
Deterioro de la calidad de la semilla.....	11
Manifestaciones del deterioro de semillas.....	11
Materiales orgánicos (Agricultura orgánica).....	12
Importancia.....	13
Biodigestados líquidos.....	14
Características y beneficios.....	14
La composta.....	14
Importancia y/o beneficios.....	16
La materia orgánica del suelo.....	16
Características y funciones.....	17
Lombricomposta.....	17
Funciones que desempeña en las plantas.....	18
El humus de lombriz.....	18
Hormonas reguladoras de crecimiento.....	19
Auxinas.....	20
Giberelinas.....	21
Citocininas.....	23
Etileno.....	24
Ácido abscísico.....	25
Trabajos de investigación realizados.....	26
Utilizando composta.....	26
Utilizando productos orgánicos.....	26

MATERIALES Y METODOS.....	27
Ubicación del experimento.....	27
Material genético.....	27
Descripción de tratamientos.....	28
Metodología del trabajo.....	36
Preparación de tratamientos (en laboratorio).....	36
Proceso de siembra.....	38
Parámetros a evaluar.....	39
Preparación de tratamientos (en invernadero).....	41
Proceso de siembra.....	43
Parámetros a evaluar.....	44
Análisis estadístico.....	46
RESULTADOS.....	47
En laboratorio.....	47
Germinación estándar.....	49
Plántulas anormales.....	50
Semillas sin germinar.....	51
Longitud media de plúmula.....	52
Longitud media de radícula.....	53
Peso fresco de plántula.....	54
Peso seco de plántula.....	55
En invernadero.....	56
Emergencia total.....	58
Longitud media de plúmula.....	59
Longitud media de radícula.....	60
Peso fresco de plántula.....	61
Peso seco de plántula.....	62
DISCUSIÓN.....	63
En laboratorio.....	63
En invernadero.....	65
CONCLUSIÓN.....	67
RECOMENDACIONES.....	70
LITERATURA CITADA.....	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Actividad biológica de productos orgánicos (GBM 2005).....	34
3.2	Cantidades en partes por millón de microelementos, así como pH y densidad en productos derivados de lombricultura y composteo de la UAAAN (GBM 2005).....	34
3.3	Dosis de aplicación por kilogramo de semilla de los tratamientos utilizados en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>).....	35
3.4	Dosis de aplicación de productos orgánicos y comerciales para 400 semillas de sandía.....	37
3.5	Dosis de aplicación de productos orgánicos y comerciales para 80 semillas de sandía sembradas bajo condiciones de invernadero.....	42
4.1	Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio con productos orgánico – hormonales en el cultivo de sandía.....	47
4.2	Comparación de medias (Tukey) de las diferentes variables evaluadas en laboratorio en semillas de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) con productos orgánico – hormonales.....	48
4.3	Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en invernadero, con productos orgánico – hormonales en el cultivo de sandía.....	56
4.4	Comparación de medias (Tukey) de las diferentes variables evaluadas en invernadero en semillas de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) con productos orgánico – hormonales.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Porcentaje de germinación de semilla de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) tratada con productos orgánico – hormonales.....	49
4.2	Porcentaje de plántulas anormales de semilla de sandía (<i>Cirullus lanatus</i>) tratada con productos orgánico – hormonales.....	50
4.3	Porcentaje de semillas sin germinar de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) tratada con productos orgánico – hormonales.....	51
4.4	Longitud media de plúmula (centímetros) de plántula de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) tratada con productos orgánico – hormonales.....	52
4.5	Longitud media de radícula (centímetros) de plántula de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) tratada con productos orgánico – hormonales.....	53
4.6	Peso fresco de plántula de sandía (miligramos) tratada con productos orgánico – hormonales.....	54
4.7	Peso seco de plántula de sandía (miligramos) tratada con productos orgánico – hormonales.....	55
4.8	Porcentaje de emergencia total de semillas de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) tratadas con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.....	58
4.9	Longitud media de plúmula (centímetros) de plántula de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.....	59
4.10	Longitud media de radícula (centímetros) de plántula de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.....	60
4.11	Peso fresco de plántula de sandía (miligramos) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero	61
4.12	Peso seco de plántula de sandía (miligramos) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.....	62

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Gracias te doy infinitamente con todo mi corazón, porque siempre estuviste conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, de igual modo me diste la oportunidad de ser feliz y cumplir un anhelo y un sueño inmenso que con tu ayuda pude lograr, gracias por tu bendición y la fuerza que me brindaste durante el transcurso de mi carrera y de toda mi vida.

A La Virgen de Guadalupe

Porque tu amor y compañía de madre siempre estuvo conmigo, eres grande porque nunca abandonas a tus hijos cuando te necesitamos, gracias de igual manera por tu bendición.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

Por abrirme las puertas del conocimiento, brindándome una oportunidad de superación, así como de permitirme formar parte del grupo de emprendedores que con tus años de experiencia y con la excelente preparación de tus maestros has logrado por toda la eternidad.

Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Por formar parte de este trabajo de investigación como asesor, además de su buena amistad que me brindó durante mi estancia en la Universidad, y también por sus valiosos consejos.

Al Ing. Ángel Ramón Rivera Muñiz

Infinitamente te agradezco porque siempre conté con tu apoyo y valiosos consejos que me brindabas durante el tiempo que me demostraste ser un buen amigo, además de ser mi asesor del presente proyecto de investigación, también porque siempre me tuviste paciencia para la revisión del mismo y gracias a ello pude culminar satisfactoriamente.

Al Ing. René Arturo De la Cruz Rodríguez

Por darme la oportunidad de ser un alumno más de usted , aprendiendo de sus conocimientos valiosos que lo caracterizan, por su gran amistad y confianza que me brindó siempre, lo cual me forjó a realizar y a alcanzar mis sueños, siendo un asesor de este trabajo de investigación.

Al Ing. Nelson Alonso Ruiz

Porque gracias a tu entusiasmo, alegría y buen sentido del humor que siempre te ha caracterizado, me motivaste a desempeñar un buen trabajo de investigación, y porque siempre estuviste al pendiente del mismo.

Al MC. José Ángel Daniel González

Por ser partícipe de mi trabajo de investigación como jurado, también por su gran confianza y amistad que me brindó durante me carrera y por sus valiosos conocimientos que me facilitó para mi formación.

Al Ing. Modesto Colín Rico

Por participar de igual forma como jurado en mi proyecto de tesis, por ser una gran persona que siempre influyó en mi formación académica, ya que me guió por el sendero de la sabiduría con sus conocimientos.

A la Ing. Martina De la Cruz Casillas

Por su apoyo incondicional que me brindó revisando este trabajo de investigación, logrando de esa forma un mejor enfoque de redacción.

A todos mis Maestros de la Universidad

Porque pude adquirir de ellos numerosos conocimientos valiosos, que me ayudaron a superarme en el ámbito profesional y que gracias a eso me siento forjado a enfrentar la realidad en un futuro.

A la Lic. Sandra Roxana López Betancourt

Por su valioso apoyo que me brindó durante toda mi estancia en la Universidad, por su amistad, y también por haberme apoyado incondicionalmente en la realización de este trabajo de investigación.

A mis compañeros de generación

Daniela, Mayeli, Fabiola, J. Jesús, Mayolo, Juan Luis, Francisco, Edilberto, Feliciano, Sergio, Carlos, Ernesto P, Roberto, Guillermo, Uriel, Cuellar, Samuel, Ismael, Antonio, Chepetla, Altunar, Gaudith, Carlos E, Pedro, Alberto, Andrés, Jeremías, José Noe, Gerardo, Julio, Alfredo, a todos ellos por sus compañía, amistad y confianza que me depositaron durante el tiempo que convivimos como compañeros de generación.

A todos mis amigos

J. Luis, Joel, Nelson, Aimer, Antonio, Peña, Rigoberto, Pacheco, Angel, Luis, Orvelio, Marcos, Galileo, Floriberto, Oni, Coqui, Roberto, Jorge L., Rogelio, Elmer, Arimael, Samuel, Lisandro, Cesir, Daladier, Osman Ivoner, Asalia, Hilda, Angélica, Gabriela, Mareli, Cheli, Yadira, Wendi, Marisela, Irene, Lupita, Valeria, Laura, Analí, Juanita, Remedios, Luz, Margarita, Zaira, Raquel, Martín, Armando, Gerardo, Julio, Ernesto J., Caballero, Ivonne, Juanita, Karla, Yanet, Marisol, Lurdi, Elvira, Layleni, Raquel M., Daniel, Enrique, Roselin, Roque, Nolberto, Melvin, a todos ellos por la valiosa amistad que me brindaron durante mi estancia en la Universidad.

A todos mis Maestros de la Preparatoria (CECyTECH)

Porque gracias a sus conocimientos y divinas enseñanzas que aprendí de ustedes en el nivel Medio Superior, tuve la capacidad de elegir una carrera y de enfrentar los retos para llegar a ser alguien en la vida.

A la Familia Torres González

Por brindarme cobijo y una gran amistad durante toda mi estancia en Saltillo, además de comportarse como una gran Familia que con su apoyo me permitían no sentirme solo en los momentos difíciles de mi vida.

A la Familia Coronado Velázquez

A Don José, Doña Gloria, Natalí, Orquídea, Cecilia, Pati, Juan, Cheli, Poncho, Porque desde el primer día que llegué a Saltillo me brindaron una gran amistad y confianza que me permitía ver la vida de otra manera en los días de dolor y tristeza al sentirme lejano de mi familia, “muchas gracias”.

A la Familia González González

Por que siempre me brindaron una gran amistad y confianza dentro del seno de su Familia, por ser grandes personas que me fortalecieron con su apoyo incondicional cuando yo mas lo necesitaba, en especial a ti Diana, porque eres una gran mujer digna de admirar que realmente sabe lo que quiere y lucha por tenerlo, por todo esto “gracias”.

DEDICATORIAS

A Mis Padres

Candido Roblero Aguilar
Candelaria Velasco Morales

Por ser ustedes lo mas valioso y lo mas querido de toda mi vida, por brindarme la oportunidad de vivir y enseñarme el don y los principios de la sabiduría, gracias por el inmenso cariño, amor y confianza que depositaron en mí para poder alcanzar mi meta y realizar mi sueño, por ser los principales pilares de la hermosa Familia Roblero Velasco, por sus bendición, porque sin el apoyo de ustedes no hubiese alcanzado esta alegría de terminar una profesión, infinitamente se los agradezco papitos con todo mi corazón y por lo mismo les deseo que Dios nuestro señor me los bendiga siempre y recuerden que “los Amo”.

A mis Hermanos

Rubio Magdiel Roblero Velasco

Porque siempre estuviste conmigo en los momentos más difíciles de mi vida apoyándome y dándome consejos para poder salir adelante y lograr mis sueños, también porque contigo compartí muchos momentos de alegría y de buen humor, que hacía sentirnos bien durante nuestra estancia en Saltillo, de verdad que te quiero y te aprecio mucho hermano, eres una gran persona a quien admiro, que Dios te proteja y te bendiga siempre.

Landy Yosely Roblero Velasco

A ti hermanita querida porque eres única de admirar por tu inteligencia, sabiduría y la fuerza que te caracteriza para lograr tus objetivos y metas, además por tu gran cariño y amor que siempre me has demostrado por toda la vida, lo cual me fortalece a seguir por el camino del bien, te quiero muchísimo eso nunca lo dudas, y pase lo que pase siempre estarás en mi corazón, que Dios te bendiga siempre y recuerda que “te quiero mucho”.

Leticia Roblero Velasco

A ti mi chiquita linda, preciosa, por ser tan tierna, dulce y amable digna de admirar también, y por demostrarme un gran amor y cariño que sientes por mí, te juro que te quiero muchísimo y te querré por toda la eternidad, eres la cosita mas hermosa y el lucero mas brillante que hay en la familia Roblero Velasco, eres inmensamente un tesoro dentro de mi corazón que nunca quisiera abandonar, cuídate amorcito y que la bendición de Dios nuestro señor caiga sobre ti y ayude a fortalecerte en tu largo caminar, “te quiero mucho”.

A mis estimados Abuelitos

Martiniano Roblero Herrera (+)
Candelaria Aguilar Zamora

Porque gracias a la lluvia de bendiciones y al inmenso cariño que han arrojado sobre mí, me he sentido protegido por el cobijo de sus entrañas y me han forjado a salir adelante logrando mis metas trazadas, los quiero mucho y les deseo que Dios los bendiga siempre, sobre todo a ti abuelito que ya descansas en el cielo, deseo de todo corazón que de allá arriba arrojes tus bendiciones hacia nosotros y que dios nuestro señor te tenga en su gloria por siempre.

Fidelio Velasco Velasco
Antonia Morales Rodríguez

Porque me han demostrado siempre cariño y amor que me ha servido de protección de las malas tentaciones y de esa manera he podido salir adelante, también por sus bendiciones que me han brindado y por el gran apoyo incondicional que siempre depositaron en mí, de igual forma les deseo, que dios nuestro señor los proteja y los bendiga siempre.

A mis Tíos y Padrinos

Por que siempre he disfrutado de sus compañía y de gratos momentos que me han servido para realizarme como persona, y que gracias a eso me he forjado como gente de bien para sobresalir en el futuro.

A mis Tías y Madrinas

Por el gran apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi estancia en la Universidad, con lo cual logre salir adelante y alcanzar el anhelo que tanto deseaba.

A todos mis Primos (as)

Por convivir con ellos siempre, compartiendo cosas bellas que ofrece la vida, siendo de esa manera como se valora todo lo hermoso que hay en este mundo.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la agricultura orgánica, dentro de un sistema de producción, es el uso de productos naturales procedentes del medio ambiente, como son: abonos verdes, compostas, rotación de cultivos, lombricultura etc., en labores de campo, lo cual garantiza la calidad del producto a generar, como también eleva el porcentaje de germinación y la calidad de semillas que presentan cierto grado de deterioro causado por el tiempo, del mismo modo realza la salud de los agroecosistemas logrando de esta manera la mejoría de la diversidad y ciclos biológicos del mismo (estructura, mayor aireación, retención de humedad, etc.).

Lo anterior se debe a que los productos orgánicos son ricos en minerales y proteínas, además de poseer hormonas de crecimiento (auxinas, giberelinas, citocininas), lo cual beneficia ampliamente la calidad al ser incorporados al suelo y a la planta, mejorando la apariencia física de la planta, biomasa, velocidad de desarrollo, grosor y mayor vigor, la obtención y/o generación de los productos orgánicos son muy fáciles, ya que proviene de la naturaleza y por lo consiguiente su costo es bajo, lo que genera un beneficio al productor en la obtención de un producto de mejor calidad.

En México, en los últimos años se ha presentado un incremento en el uso de productos orgánicos utilizados en la agricultura, por ejemplo, en el año 2000 se registro un total de 102,802 hectáreas de cultivos bajo este sistema predominando el cultivo de café. Los principales Estados productores en este sistema son Chiapas y Oaxaca con un 70% del total nacional, siguiendo entre otros: Michoacán, Chihuahua, Guerrero etc. generando así mayor numero de empleos debido a la excesiva mano de obra requerida y a la demanda de cultivos producidos bajo estas condiciones en los mercados internacionales, trayendo como consecuencia mayor ingreso económico.

Dentro de la utilización de los productos orgánicos se encuentra el tratamiento de semillas, en donde se han realizado trabajos de investigación en la promoción de la germinación en diferentes especies, lo cual ha dado buenos resultados, incluso se ha superado a productos comerciales de características de producción no orgánicas, lo anterior se debe a que estos productos contienen cantidades importantes de hormonas y microelementos, los cuales mejoran la calidad del mismo, actuando estos como potencializadores fisiológicos dentro de la semilla.

Debido a lo anterior, la sección de agrotecnia, dentro de sus actividades en el uso y producción de productos orgánicos derivados de la lombricultura, ha trabajado en los últimos años en evaluar estos productos en la germinación de semillas en coordinación con el CCDTS, obteniendo resultados importantes, es por esto que el presente trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Conocer el efecto y comportamiento de los diferentes productos orgánicos, provenientes de composteo y lombricultura sobre la germinación de la semilla de sandía.

Objetivos específicos

- Determinar cual de los productos orgánicos, ya sea solo o en combinación con otro, potencializan la germinación en semilla de sandía.
- Comparar el efecto de los productos orgánicos contra el efecto de los productos comerciales, Biozyme TS, Biozyme PP y un testigo absoluto (agua).

Hipótesis

- Se asume que al menos uno de los productos orgánicos, ya sea solo o en mezcla, superara a los tratamientos testigo en cuanto a porcentaje de germinación.
- Los productos orgánicos pueden generar una respuesta mayor de la planta en cuanto a desarrollo radicular y vegetativo que los productos comerciales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen geográfico e historia del cultivo de sandía

García (1999), considera a la sandía (*Citrullus lanatus*), como una especie nativa de las regiones tropicales y subtropicales de África del sur, la cual se introdujo en 1629 en Estados Unidos de Norteamérica y de ahí se introdujo a México, en donde se cultiva en los ciclos de otoño-invierno y primavera-verano, actualmente esta especie se encuentra distribuida en todo el mundo en diferentes países debido a la gran diversidad de variedades que en la actualidad existen, por lo cual se siembra en cualquier época del año.

Características generales

Reche (1988), la describe como una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora, monoica con Zarcillos, divididos en 2 o en 3 filamentos, sus raíces presentan un notable desarrollo; propia de cultivos intensivos de secano y regadío. De acuerdo con el código alimentario español, la sandía esta clasificada como fruto carnoso, por tener en su parte comestible más del 50% de agua.

Denominaciones: Su nombre procede del Árabe “syndiyya”, propia o perteneciente al “sind” o Indostan. Se le conoce también por “guguria”, “Zandía”, “albudeca” o “albudega”. En los siglos XVI y XVII se distinguía con los nombres de “badea” y “bateca”; actualmente estas denominaciones están en desuso. En Portugal se llama “melancia” Pertenece a la familia de las cucurbitáceas y su nombre científico es *Citrullus lanatus*.

Importancia del cultivo

Ochoa (1998), cita que el cultivo de sandía es una de las hortalizas más favorecidas para el consumo como fruta fresca, tanto en el mercado nacional como internacional, apreciada por su pulpa azucarada y acuosa, estimándose en nuestro país que el consumo per cápita es de 5 kilogramos, mientras que en los Estados Unidos su registro es mayor; todo esto gracias a los esfuerzos que se han hecho para el desarrollo y divulgación de nuevos cultivares, que en un momento dado satisfagan las necesidades y gustos de los consumidores.

Importancia en México

El panorama económico agrícola de nuestro país ha evolucionado en su tecnología, obligando a los agricultores mexicanos a eficientar sus recursos, implementando técnicas avanzadas en los sistemas de producción, ya que es ampliamente cultivado y remunerativo por su importancia económica, al generar

una gran entrada de divisas, mientras que en el ámbito social es una fuente de empleo con una calificada mano de obra.

Los Estados que destacan con los mas altos rendimientos son: Coahuila y Durango con 25.1 y 29.4 toneladas/hectárea, respectivamente; entre otros estados encontramos a Chiapas, Sinaloa, Jalisco, Nayarit, Tamaulipas, Tabasco, Sonora, Veracruz.

Concepto de semilla

Botánicamente, una semilla es un óvulo maduro contenido dentro del ovario maduro o fruto; esta compuesta por tres partes básicas que son: el embrión, los tejidos de reserva y la testa o cubierta de la semilla. Por su parte 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 botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutricional y protegido por el episperma.

Villareal (1993), dice que la semilla es el óvulo maduro y fertilizado, el cual lo conforman las siguientes partes: Una cubierta o testa que protege las partes internas, el endospermo o tejido de reserva del alimento, que en muchas semillas rodea a los cotiledones y al embrión. En algunas semillas como en las leguminosas, la reserva de energía es almacenada en los cotiledones, en

cambio, en el embrión o planta en estado rudimentario es la que se origina del desarrollo del ovulo fecundado.

Calidad de las semillas

Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1991), la calidad de las semillas es el conjunto de cualidades genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas que dan su capacidad para dar origen a plantas productivas. Por su parte Garay *et al.*, (1992), afirman que la calidad de la semilla involucra cualidades básicas diferentes que están incluidas en cuatro componentes que son: físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios, por lo que concluye que el potencial productivo de la semilla estará en un máximo nivel cuando en ella estén todos y cada uno de estos componentes.

Andrews *et al.*, (1997), menciona que la semilla puede alcanzar una calificación de calidad determinada de acuerdo a su pureza, germinación, apariencia, uniformidad, contaminación de semillas de malezas, insectos, materia inerte, asociación con enfermedades, daño mecánico, grado de deterioro, estado de madurez, etc.

Germinación

Perry (1988), hace mención que la germinación es un criterio de calidad que se acepta a nivel general y que se determina por análisis de rutina en los

laboratorios de evaluación de semillas. Sin embargo, la información de la capacidad germinativa no siempre garantiza en forma confiable una adecuada emergencia en campo, por lo que hace necesario conocer el vigor de la semilla, que es un aspecto de calidad de semilla más allá de la germinación.

Por otro lado, 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.

Procesos más comunes en la germinación

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

- Imbibición de la semilla.
- Diseminación 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 la pentosa fosfatada 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 (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 citoquininas.
- Incremento en 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.

Factores que afectan a la germinación

Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos: a) Factores internos (intrínsecos): que son propios de la semilla; como lo es la madurez y viabilidad y b) Factores externos (extrínsecos): los cuales dependen del ambiente; agua, temperatura y gases que rodean a las semillas.

Imbibición

Copeland y McDonald (1985), dicen que la imbibición es el primer evento que ocurre durante la germinación, la cual consiste en la absorción de agua por la semilla. La composición de la semilla, la permeabilidad de la cubierta y la disponibilidad de agua, son factores que determinan e influyen en la extensión de la imbibición. Por otro lado Bewley y Black (1986), dicen que este proceso de imbibición finaliza con el inicio del crecimiento del eje embrionario, usualmente la radícula, incluyendo eventos como la hidratación de proteínas, cambios estructurales, subcelulares, respiración, síntesis macromolecular y crecimiento celular.

Tesar (1988), reporta que después de una imbibición inicial que principia a los diez minutos, se incrementa la respiración, incrementándose además la síntesis de varias enzimas y la actividad celular. Las enzimas formadas son las requeridas en la hidratación y en la acción de una hormona u otra enzima, las cuales son activadas en minutos o varias horas. La síntesis de proteínas ocurre treinta minutos después de la imbibición. La liberación de reguladores de crecimiento es estimulada posteriormente por la hidratación, los cuales inician la actividad enzimática, síntesis de nuevos RNA y nueva síntesis de DNA asociado con la división celular y crecimiento.

Deterioro de la calidad de la semilla

Mendoza (1985), asevera que el proceso de deterioro es inexorable, irreversible, mínimo en madurez fisiológica y el nivel de deterioro es variable entre especies, variedades, híbridos, lotes de semilla de una misma especie e inclusive, varia dentro de semillas individuales de un mismo lote.

De esa misma forma Miranda (1984), cita que el deterioro de la semilla es caracterizado como un proceso natural que envuelve cambios fisiológicos, bioquímicos y físicos en la semilla a medida que ella muere. Sin embargo, en un sentido amplio, el deterioro de la semilla incluye todo decrecimiento en la calidad de la semilla, desde el proceso de fecundación continuando hasta la germinación de la propia semilla.

Manifestaciones del deterioro de semillas

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

Otras consecuencias del deterioro de las semillas pueden ser la disminución de la tolerancia a factores ambientales adversos durante la germinación, pérdida de la organización de organelos y membranas, disminución de la actividad enzimática, cambios de la actividad respiratoria y alteraciones cromosómicas. La magnitud del deterioro esta fuertemente influenciada por los factores genéticos de la semilla, su historia previa de manejo en el campo y las condiciones ambientales después de madurez fisiológica.

Los principales factores que influyen en el nivel de deterioro en el campo son: la alta temperatura, humedad ambiental elevada, lluvias frecuentes y prolongadas, daño por plagas y enfermedades y el tiempo de exposición en que la semilla permanece en el campo después de madurez fisiológica, este ultimo factor es particularmente importante en el proceso de deterioro (Mendoza, 1985).

Materiales orgánicos (Agricultura orgánica)

Jeavons (1991), menciona que la agricultura orgánica sigue el ejemplo de la naturaleza, deben de regresarse al suelo y reutilizarse todos los residuos, nunca deben de tirarse o eliminarse, ya que el composteo es una forma de reciclar elementos como el N, P, K, Ca, Mg, S, C y los micronutrientes.

El mismo autor apunta que los materiales orgánicos son aquellos que provienen de los residuos vegetales y animales. Los restos vegetales se derivan tanto de los cultivos como de las plantas naturales y de los llamados “abonos verdes”. Los restos animales son provenientes de los animales muertos, tanto de la fauna en general como de la fauna edáfica; de las deyecciones y abonos orgánicos como el estiércol, el guano, harinas de sangre, etc.

Simpson (1991), dice que el termino estiércol se utiliza para designar a materiales orgánicos de gran volumen, principalmente residuos vegetales y excrementos animales que se incorporan de nuevo al suelo, directamente o después de algún tiempo de procesado.

Importancia

Los materiales orgánicos fueron los primeros productos que se utilizaron en la fertilización de los cultivos agrícolas. En México, la importancia de estos materiales fue conocida por las culturas prehispánicas, ya que en el Valle de México, los aztecas formaban las chinampas con suelos orgánicos o cieno, rico en materia orgánica, porque así obtenían mejores cosechas. En la agricultura, los abonos y los estiércoles se utilizan para suplementar los nutrimentos que las plantas son capaces de obtener del suelo por si mismas. El resultado de su empleo puede ser un aumento en el rendimiento de sus cosechas, algunas veces espectacular.

Biodigestados líquidos

Alonso (2004), menciona que el biodigestado líquido 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.

Características y beneficios

Del mismo modo, Alonso (2004), dice que el biodigestado líquido posee gran concentración de sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos), por lo cual se considera un fertilizante líquido orgánico concentrado y homogéneo que produce un aumento en el vigor de las plantas. Por su elevada carga microbiana contribuye a la protección del sistema radicular de bacterias y nemátodos; es de fácil manejo y es acumulativo, lo cual se ve reflejado a un mediano plazo, además de que puede aplicarse en el mismo sistema de riego.

La composta

Treviño (1987), menciona que se denomina composta al producto obtenido de la degradación aeróbica y termofílica de los materiales putrescibles de la basura por la acción de los microorganismos, compuesto hecho en su mayor parte por productos originados del suelo, y que al humificarse mediante

un proceso acelerado de descomposición bacteriana, den como resultado un mejorador orgánico de suelos cuyo valor energético y nutritivo es superior en general a cualquier tipo de estiércol; su contenido de nutrimentos suele fluctuar ampliamente.

Por otro lado, Rivera (2004b) asevera que composta es una forma importante de reciclar elementos como el nitrógeno, magnesio, azufre, calcio, fósforo y potasio y los micronutrientes. Se requieren todos los elementos para mantener los ciclos biológicos que existen en la naturaleza.

Noriega (2002), dice que como composta se entiende al material que se obtiene, producto de la acción microbiana controlada, teniendo como materia prima desechos orgánicos. La composta es materia orgánica de diversas fuentes, mineralizada por microorganismos que pueden ser inoculados.

Briz (1991), hace mención que el mecanismo para la elaboración de la composta incluye algunas variables que van desde la recepción y selección de la basura hasta la comercialización. Durante este proceso, uno de los factores más importantes es la biodegradación de la materia orgánica. Este método permite utilizar hasta un 80% de los desechos sólidos en un tiempo relativamente corto.

Importancia y/o beneficios

Es indudable que la aplicación adecuada de abonos orgánicos a los suelos aporta mayores beneficios que los fertilizantes químicos, ya que además de proporcionar elementos mayores, reintegran los elementos menores que de ellos son extraídos por las plantas y mejora otras características del suelo.

Hernández (2003), cita que una de las cualidades de la composta es el de tener un lento y sostenido flujo de sustancias nutritivas, que al ser aplicadas hace a las plantas fuertes y tolerantes de las plagas.

La materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo proviene de las raíces, residuos de plantas y organismos vivos o muertos del suelo. En forma general se ha indicado que los suelos minerales contienen menos del 20% de materia orgánica, mientras que los suelos orgánicos (turberas y mucks) contienen más del 20% de M.O. sin embargo, una diferenciación más específica debe considerar al contenido de arcilla.

Ortíz (1988), dice que la acumulación de la materia orgánica es favorecida en áreas de precipitación abundante o drenaje deficiente, baja temperatura y vegetación nativa de pastos. La proporción en que se descompone la materia orgánica es la clave de su acumulación en el suelo; por

ejemplo, los suelos de tundra acumulan una capa de materia orgánica, aunque la producción vegetal sea mínima debido a que el proceso de descomposición es lento por efecto de una baja temperatura.

Características y funciones

- Mejora la condición estructural tanto de los suelos arenosos como arcillosos.
- Permiten un laboreo eficiente, el cual se refiere a la operación de trabajar mejor el suelo.
- El bajo grado de cohesión y plasticidad de la materia orgánica afloja a los suelos de textura fina al compensar la alta cohesión y plasticidad de la arcilla.
- Los suelos arenosos que tienen muy poca cohesión y plasticidad son ligados por la M.O. un buen abastecimiento de M.O. también mejora la capacidad de retención de agua de los suelos arenosos (Ortiz 1988).

Lombricomposta

Lombricomposta, también conocida como vermicomposta o humus, es un abono 100% natural de excelente calidad, tiene las mejores cualidades y ninguna contraindicación, por lo que es aplicable a cualquier tipo de cultivo.

La lombricomposta es el resultado de la transformación por medio de la lombriz roja californiana, de los desechos orgánicos y convertidos en humus de aplicación agropecuaria en huertos y jardines. Su aplicación es a cultivos intensivos, cultivos extensivos y recuperación de suelos.

Moctezuma (2003), menciona que los países productores de lombricomposta son: Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, México, Nicaragua, Perú, Paraguay, entre otros.

Funciones que desempeña en las plantas

- 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 las plantas (Rivera, 2004a).

El humus de lombriz

Velasco (2005), define el humus de lombriz como un fertilizante bio-orgánico, de estructura coloidal, producto de la digestión que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro, similar a la borra del café. Es un producto terminado muy estable, imputrescible y no fermentable, posee una altísima carga microbiana, protegiendo las plantas de otros tipos de bacterias

patógenas y nemátodos, contra los cuales esta indicado especialmente. El humus de lombriz favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color, su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos, así como la resistencia a las heladas, su acción hace asimilable para las plantas nutrientes como fósforo, calcio, potasio, magnesio y también micro y oligoelementos.

Su riqueza en oligoelementos aporta a las plantas sustancias necesarias para su metabolismo; como tiene pH neutro puede utilizarse sin contraindicaciones, ya que no quema las plantas, ni siquiera las más delicadas. Además produce hormonas, sustancias reguladoras del crecimiento y promotoras de las funciones de las plantas. Está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características del sustrato utilizado en la alimentación de las lombrices.

Hormonas reguladoras de crecimiento

Riley (1997), menciona que las hormonas son sustancias que aparecen en forma natural, muy eficaces en pequeñas cantidades, que estimulan o inhiben el crecimiento, o regulan algunos programas de desarrollo. En muchos casos las hormonas son activadas en un tejido específico diferente a los tejidos donde se producen. Las auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y el

etileno son las hormonas que ejercen un efecto poderoso en algún aspecto de crecimiento y desarrollo de la planta. Es decir, las auxinas controlan la formación y el crecimiento de la raíz; las giberelinas regulan la síntesis de proteínas y alargamiento del tallo; las citocininas la diferenciación de órganos; el etileno la maduración de los frutos y el ácido abscísico el bloqueo de la germinación.

Los reguladores del crecimiento son una herramienta importante en la producción de una gran variedad de hortalizas y cosechas agronómicas. Sus efectos particularmente en una situación de dosis excesiva pueden ser bastante profundos, sin embargo, estos productos pueden usarse sutilmente en un proceso dado del crecimiento de la planta (por ejemplo: floración, crecimiento vegetativo, abscisión de frutos). El valor que presenta, particularmente en la producción de hortalizas puede ser bastante significativo y multidimensional.

Auxinas

Bidwell (2002), hace mención que el transporte polar de la auxina es responsable en gran parte de su especificidad de acción; las razones de que el transporte sea polar no están claras, pero pueden relacionarse con los gradientes eléctricos o iónicos y la permeabilidad diferencial de la auxina en forma iónica o como ácido libre. Las auxinas se producen casi continuamente por algunos tejidos de la planta; sin embargo no se acumulan en grandes cantidades; Esto significa que algún proceso o procesos de inactivación o de

destrucción deben ocurrir; de hecho, su inactivación es una parte importante del sistema, por el que se logran el control y la correlación del desarrollo, pues la concentración de auxina en un sitio dado es proporcional, tanto a la tasa de su producción o transporte como a la tasa de destrucción.

Efectos y usos:

- Fototropismo
- Promoción de la elongación celular y la de tallos jóvenes y coleoptilos
- Inhibición del desarrollo de las yemas laterales; promoción de la dominancia apical
- Promoción de la iniciación de las raíces adventicias
- Participación en las respuestas a la gravedad (gravitropismo o geotropismo)
- Regulación del desarrollo de los frutos
- Promoción de la síntesis del etileno, herbicidas selectivos como el ácido diclorofenoxiacético (2, 4-D).

Giberelinas

Estos compuestos se descubrieron cuando se encontró en el Japón que los extractos de un hongo patógeno (*Giberella fujikuroi*) que ataca el arroz duplica los síntomas de la enfermedad. La característica de esta es el

alargamiento excesivo de los entrenudos que causan el acame de los tallos; la acción principal de las giberelinas es promover alargamiento celular.

Bidwell (2002), menciona que las giberelinas parecen sintetizarse en muchas partes de la planta, pero más especialmente en las áreas en activo crecimiento como los embriones o los tejidos meristemáticos o en desarrollo; una parte considerable de las giberelinas de la planta puede encontrarse ligada o compartimentada e inactiva en un momento dado. La rápida producción de giberelinas que ocurre en las semillas en germinación es probablemente una liberación de giberelina ligada y que fue sintetizada mucho antes, quizá durante el periodo de frío que a menudo necesitan las semillas para germinar o poco después. Su síntesis esta controlada por retroacción, inhibiendo la giberelina, la oxidación del kaureno.

Hay más de 40 giberelinas conocidas, todas ellas tienen la misma estructura anillada básica derivada de la vía de síntesis de los isoprenoides. La distribución de las giberelinas es bastante específica, aunque muchos tejidos contienen dos, tres o varias conocidas. Además los tejidos difieren en su reactividad a las diferentes giberelinas; un compuesto que causa un rápido crecimiento en el maíz enano por ejemplo, puede ser inactivo en la promoción del crecimiento de los entrenudos del chícharo y viceversa.

De manera general sus efectos y usos son los siguientes:

- Elongación de los entrenudos de los tallos
- Promoción de la germinación de las semillas
- Promoción de la floración en las plantas bienales
- Promoción del desarrollo de los frutos partenocárpicos
- Germinación de las semillas de la cebada en la elaboración de la cerveza.

Citocininas

Bidwell (2002), cita que las citocininas, parte de la observación de que los compuestos que contienen adenina pueden modificar la expresión del desarrollo; esto llevo al descubrimiento de la 6 – furfurilaminopurina o cinética por Skoog y Millar en un hidrolizado de DNA de esperma de arenque. Todas las citocininas, tanto naturales como sintéticas son derivados de la adenina.

Efectos y usos:

- Promoción de la división celular y la diferenciación de los órganos vegetales
- Cultivo de células y tejidos vegetales (junto con las auxinas)
- Inhibición de la senescencia de hojas y flores
- Oposición a la dominancia apical.

Rojas y Vázquez (1995), mencionaron que las citoquininas interfieren con el ADN y tienen como síntoma típico el promover la división celular; y el retardar los síntomas de senectud en plantas se le conoce como una hormona juvenil.

Etileno

Estructura: $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ (un gas).

Sitios de producción

- Raíces y meristemo apical del vástago
- Flores senescentes y frutos maduros
- Tejidos heridos, o los que se encuentren infectados
- En las plantas inundadas.

Efectos y usos:

- Promoción de la epinastia foliar, los tallos hinchados y la abscisión foliar bajo condiciones de estrés.
- Promoción de la floración de las bromelias (como la piña; aplicación en forma de Etherel o etefón, ácido 2- cloroetilfosfónico) y del mango.
- Promoción de la maduración (el ablandamiento, la conversión de almidón a azúcares, la producción de los compuestos volátiles responsables del olor y del sabor) de los frutos carnosos (como la manzana y el guineo).

Ácido abscísico

Bidwell (2002), menciona que el ácido abscísico (ABA) es un inhibidor del crecimiento y su acción primaria parece ser la de inhibir la acción de la giberelina y estimular el letargo; los efectos del ABA sobre el letargo y la senescencia son paralelos a su influencia sobre la síntesis de proteínas y de RNA en general; por lo tanto, parece probable que gran parte de su acción inductora de letargo se deba a ellos. El ABA tiene una interesante importancia sobre las respuestas de floración, ya que su efecto es sobre las plantas de día corto.

Acción del ácido abscísico:

El mecanismo de acción del ABA parece, por lo tanto, seguir a su efecto sobre la traducción. Inhibe la síntesis de RNA, pero este podría ser un efecto secundario: si se reduce la traducción, normalmente decae la síntesis de RNAm. No parece afectar la desrepresión del DNA, pero incluso en situaciones en las que no ocurre síntesis de RNAm, inhibe la síntesis proteica. Esto es consistente con un efecto del ABA a nivel del ribosoma, sobre la traducción y síntesis de proteínas, pero no a nivel nuclear, donde se está formando el RNAm. Aun no se le conoce ningún mecanismo de operación, se necesitan más experimentos antes de poder adelantar mecanismos, incluso hipotéticos.

Trabajos de investigación realizados

Utilizando composta

Pacas (2002), En un trabajo de investigación realizado bajo condiciones de invernadero, con el fin de evaluar el efecto de la composta en su aplicación al cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) se concluye que: solo el uso de la composta puede ser no suficiente para cumplir los requerimientos nutricionales del cultivo, ya que lo que se aplica no esta totalmente mineralizado, si no solo una parte, por lo que la aplicación de composta tiene efecto acumulativo y su acción se observa aun en ciclos posteriores a su aporte.

Utilizando productos orgánicos

Velasco (2005), al experimentar con 15 productos orgánicos hormonales para estimular la germinación en semilla de avena (*Avena sativa*), concluyó que el biodigestado liquido mixto (BLM), fue el que presento mejor respuesta en la germinación, logrando una notoria diferencia en comparación con el resto de los tratamientos al presentar un incremento de 20% en comparación con el testigo absoluto. Con esto se deduce claramente que en términos generales, los productos orgánicos – hormonales superan notablemente a los productos comerciales (Biozyme TS y Biozime PP) usados actualmente, lo que indica que el uso de estos productos puede traer consigo un mejor desarrollo y establecimiento de plantas.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en dos áreas, una en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, y la otra bajo condiciones de invernadero, ambas pertenecientes a 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, ubicada en Buenavista a siete kilómetros al sur de Saltillo, Capital del Estado de Coahuila, México.

Material genético

El material utilizado para el presente trabajo de investigación en ambas áreas de siembra fue semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) que presentaba un porcentaje de germinación inicial de 68% de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en una prueba preliminar de germinación realizada en laboratorio.

Descripción de tratamientos

El presente trabajo de investigación consistió en 18 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, estos se describen a continuación:

Tratamiento 1: Líquido mixto

Este tratamiento es el resultado de combinar líquido de composta con líquido de lombricomposta, la dosis utilizada por kilogramo de semilla fue de 2.34 ml.

Tratamiento 2: Polvo mixto

Este producto se obtiene del resultado de combinar polvo de composta (PC) con polvo de lombricomposta (PL), la dosis utilizada por kilogramo de semilla fue de 1.66 grs.

Tratamiento 3: Polvo de composta

Este tratamiento es obtenido de la evaporación de agua del lavado de la composta, en este caso, la dosis utilizada por kilogramo de semilla fue de 3.74 grs.

Tratamiento 4: Líquido mixto + Líquido de composta

Si analizamos este tratamiento nos podemos dar cuenta que esta mezcla conlleva a tener ahora 2 unidades de líquido de composta, por una de líquido de lombriz; Para 1 kilogramo de semilla, la dosis que se utilizó fue de 4.25 ml.

Tratamiento 5: Líquido mixto + Líquido de lombricomposta

Este material es obtenido al mezclar líquido mixto con líquido de lombriz (LC+LL), este segundo es el resultado del riego que se le proporciona a la cama para que pueda liberar dicha sustancia por escurrimiento; lo que quiere decir entonces que por cada 2 unidades de líquido de lombriz hay 1 de composta; La dosis que se utilizó por kilogramo de semilla fue de 4.49 ml.

Tratamiento 6: Líquido mixto + Polvo de lombricomposta

Para la obtención de este material, el polvo de lombricomposta que es el resultado de la evaporación del agua del lavado de la lombricomposta se mezcló con el líquido mixto. La dosis que se utilizó fue de 4.02 mililitros por kilogramo de semilla.

Tratamiento 7: Líquido mixto + Lombricomposta

Para adquirir este material, se mezcló líquido mixto con lombricomposta, cabe mencionar que este segundo es obtenido por un estercolero que contiene lombrices (*Eisenia foetida*) en reproducción, que ayudan a degradar el estiércol, alimentándose y después excretando ya como humus rico en proteínas, siendo esto a lo que se denomina lombricomposta. Para un kilogramo de semilla, la dosis que se utilizó fue de 4.67 ml.

Tratamiento 8: Polvo mixto + Líquido de composta

Siguiendo la misma secuencia, en este caso para la obtención de este tratamiento se mezcló polvo mixto (PC + PL) con líquido de composta, en el cual la dosis que se utilizó por kilogramo de semilla fue de 3.11 grs.

Tratamiento 9: Polvo mixto + Líquido de lombricomposta

De la misma forma, al mezclar polvo mixto con líquido de lombriz obtuvimos este tratamiento, pero en este caso, la dosis aplicada fue de 3.23 gramos por kilogramo de semilla.

Tratamiento 10: Polvo mixto + Polvo de lombriz

Este tratamiento es resultado de la mezcla de polvo mixto (PC + PL) con polvo de lombriz. Para este caso, la dosis que se empleó para un kilogramo de semilla fue de 2.98 grs.

Tratamiento 11: Polvo mixto + Lombricomposta

Es el resultado de la combinación de polvo mixto con lombricomposta. Se usó una dosis de 3.32 gramos para un kilogramo de semilla.

Tratamiento 12: Polvo de composta + Líquido de composta

Tratamiento obtenido de la mezcla del polvo de composta con el líquido de composta, la dosis utilizada para un kilogramo de semilla fue de 6.45 gramos.

Tratamiento 13: Polvo de composta + Líquido de lombricomposta

Mezcla de materiales orgánicos como son polvo de composta con líquido de lombriz en cantidades iguales, la dosis empleada fue de 7.02 gramos para un kilogramo de semilla.

Tratamiento 14: Polvo de composta + Polvo de lombriz

Resultado de la mezcla de composta con polvo de lombriz, la dosis empleada fue de 5.93 gramos para un kilogramo de semilla.

Tratamiento 15: Polvo de composta + Lombricomposta

Resultado de la mezcla del polvo de composta con lombricomposta en porciones iguales; para este caso la dosis que se utilizó por kilogramo de semilla fue de 7.47 grs.

Tratamiento 16: Biozyme TS (Testigo relativo 1)

Producto comercial perteneciente al Grupo Bioquímico Mexicano (GBM) utilizado para tratar semillas; estimula la germinación y el principio de desarrollo de las plántulas, esto a través de que sus componentes como ingredientes activos son extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas como son: giberelinas (77.40 ppm), Ácido indolacético (33.00 ppm) y zeatina (128.70 ppm), además de ingredientes inertes como diluyentes y acondicionadores.

Tratamiento 17: Biozyme PP (Testigo relativo 2)

Es un producto comercial perteneciente al Grupo Bioquímico Mexicano, actúa de forma similar al Biozyme TS, además de que presenta uniformidad en la germinación de las semillas, mejor desarrollo del sistema radicular y una protección en las primeras fases de desarrollo de plántulas. Sus componentes como ingredientes activos son los mismos al anterior, pero difieren en cuanto se refiere a ppm., presentando la siguiente concentración: giberelinas (28.50 ppm), ácido indolacético (12.25 ppm) y zeatina (47.80 ppm), además de ingredientes inertes.

Tratamiento 18: Agua (Testigo absoluto)

Este consistió en la utilización únicamente de agua de la llave para ser aplicados lo más uniforme y adecuado al papel para los tacos con semillas en germinación, con la finalidad de ser fuente de comparación ante los demás tratamientos.

Análisis de productos orgánicos

Cuadro 3.1. Actividad biológica de productos orgánicos.

Muestra	Actividad biológica equivalente a partes por millón por litro o kilogramo de producto		
	GA ₃	Zeatina	AIA
Líquido de composta	0.02	5.50	0.27
Líquido mixto	0.01	55.00	0.29
Líquido de lombricomposta	0.002	2.30	0.12
Polvo mixto	0.09	77.27	0.24
Polvo de lombriz	1.20	9.00	3.33
Polvo de composta	0.14	34.38	0.27
Lombricomposta	0.04	0.07	2.92

Fuente: Laboratorio de investigación biológica de GBM (2005).

Cuadro 3.2. Cantidades en partes por millón de microelementos, así como pH y densidad en productos, derivados de lombricultura y composteo de la UAAAN.

Muestra	MG ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	pH (%)	Densidad g/ml.
LC	30	ND	32	ND	ND	8.50	0.995
LM	124	ND	55	ND	ND	8.59	1.038
LL	184	ND	78	ND	ND	8.56	1.080
PM	1300	43	398	28	64	10.25	-----
PL	1200	41	366	26	61	10.14	-----
PC	2100	56	686	99	107	9.98	-----
L	3500	37	2800	212	133	9.83	-----

Fuente: Laboratorio de investigación biológica de GBM (2005).

Cuadro 3.3. Dosis de aplicación por kilogramo de semilla de los tratamientos utilizados en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*).

Tratamientos	Dosis por kilogramo de semillas
T1. Líquido mixto	2.34 ml
T2. Polvo mixto	1.66 gr.
T3. Polvo de composta	3.74 gr.
T4. Líq. mixto + Líq. de composta	4.25 ml. + 4.25 ml.
T5. Líq. mixto + Líq. de lombricomposta	4.49 ml. + 4.49 ml.
T6. Líq. mixto + Polvo de lombricomp.	4.02 ml. + 4.02 gr.
T7. Líq. mixto + Lombricomposta	4.67 ml. + 4.67gr.
T8. Polvo mixto + Líq. de composta	3.11 gr. + 3.11ml.
T9. Polvo mixto + Líq. de lombricomp.	3.23 gr. + 3.23 ml.
T10. Polvo mixto + Polvo de lombriz	2.98 gr. + 2.98 gr.
T11. Polvo mixto + Lombricomposta	3.32 gr. + 3.32 gr.
T12. Polvo de comp. + Líq. de comp.	6.45 gr. + 6.45 ml.
T13. Polvo de comp. + Líq. de lombric.	7.02 gr. + 7.02 ml.
T14. Polvo de comp. + Polvo de lombriz	5.93 gr. + 5.93 gr.
T15. Polvo de comp. + Lombricomposta	7.47 gr. + 7.47 gr.
T16. Biozyme TS.	1 ml.
T17. Biozyme PP.	2.69 gr.
T18. Testigo (agua).	

Metodología del trabajo

Primeramente, se realizó una prueba de germinación del material genético seleccionado a utilizar (semillas de sandía), esto con el fin de conocer el porcentaje de germinación que esta traía, por lo que el día 20 de Enero del año 2006 se realizó la siembra, y el día 03 de Febrero se evaluó, obteniendo un porcentaje de germinación de 68%, lo cual equivale a 272 semillas germinadas de 400 que se sembraron como equivalentes al 100%.

Una vez ya tenido estos resultados se procedió entonces a fijar una fecha adecuada de siembra en laboratorio, considerando las condiciones y disponibilidad que tenía, ya que este fue el primer lugar de investigación, siguiendo posteriormente por el área de invernaderos.

Preparación de tratamientos (en laboratorio)

El día 18 de Febrero del 2006, se estableció el experimento, siendo estos 18 con cuatro repeticiones y 100 semillas sembradas por repetición; fue necesario entonces medir y pesar las dosis que se le aplicarían a las semillas por cada tratamiento, por consiguiente se usó la balanza analítica para pesar la dosis a aplicar para las sustancias sólidas y una pipeta graduada en mililitros para las líquidas. Para cada 400 semillas (16 gramos) se le aplicaron cierta dosis recomendada del producto que daría lugar a un tratamiento.

Cuadro 3.4. Dosis de aplicación de productos orgánicos y comerciales para 400 semillas de sandía.

Tratamientos	Dosis para 400 semillas
T1. Líquido mixto	0.03744 ml
T2. Polvo mixto	0.02656 gr.
T3. Polvo de composta	0.05984 gr.
T4. Líq. mixto + Líq. de composta	0.068 ml. + 0.068 ml.
T5. Líq. mixto + Líq. de lombricomposta	0.07184 ml. + 0.07184 ml.
T6. Líq. mixto + Polvo de lombricomp.	0.064 ml. + 0.064 gr.
T7. Líq. mixto + Lombricomposta	0.07472 ml. + 0.07472 gr.
T8. Polvo mixto + Líq. de composta	0.04976 gr. + 0.04976 ml.
T9. Polvo mixto + Líq. de lombricomp.	0.05168 gr. + 0.05168 ml.
T10. Polvo mixto + Polvo de lombriz	0.04768 gr. + 0.04768 gr.
T11. Polvo mixto + Lombricomposta	0.05312 gr. + 0.05312 gr.
T12. Polvo de comp. + Líq. de comp.	0.1032 gr. + 0.1032 ml.
T13. Polvo de comp. + Líq. de lombric.	0.11232 gr. + 0.11232 ml.
T14. Polvo de comp. + Polvo de lombriz	0.09488 gr. + 0.09488 gr.
T15. Polvo de comp. + Lombricomposta	0.11952 gr. + 0.11952 gr.
T16. Biozyme TS.	0.016 ml.
T17. Biozyme PP.	0.04304gr.
T18. Testigo (agua).	

Ya una vez pesados los 18 tratamientos, se colocó cada uno dentro de una caja petri que ya contenía cada una 400 semillas, las cuales eran las requeridas para formar un tratamiento, fue necesario utilizar como adherente agua con savia de zábila, esto con el fin de que las semillas tuvieran una mejor retención del producto, y también para ayudar a que las semillas no se deslizaran sobre el papel al estar sembradas. Se homogeneizaron entonces todas las cajas petri, quedando de esta manera las semillas con su respectivo tratamiento listo para ser sembrados.

Proceso de siembra

La fecha de siembra fue la misma en la que se prepararon los tratamientos (18 de Febrero del 2006), la metodología que se siguió fue de la siguiente manera:

En una charola de plástico se remojaron aproximadamente 144 hojas de papel especiales para germinación y después de un tiempo estimado que estas permanecieron ahí, se fueron sacando conforme se requería para llevar a cabo el proceso de siembra. En cada hoja de papel humedecida, se sembraron 100 semillas, estas fueron identificadas con la fecha de siembra, número de tratamiento, repetición y posición del embrión (hacia abajo), posteriormente se colocó otra hoja de papel encima, se enrolló como taco y fue puesta en bolsa de polietileno.

Cabe aclarar que esta misma secuencia de siembra, fue para todos los tratamientos, siendo 72 tacos en total que se realizaron para el trabajo de investigación, cubriendo 4 tacos por tratamiento y un total de 7200 semillas sembradas.

Ya para finalizar, las 18 bolsas de polietileno identificadas con cada tratamiento se colocaron en una cámara de germinación a una temperatura controlada de 25°C, y se incubaron durante 10 días manteniendo siempre con humedad hasta el final de la evaluación.

Parámetros a evaluar

Germinación estándar

La germinación fue evaluada a los 10 días posteriores de la fecha de siembra. Los puntos evaluados para este caso fueron los siguientes:

- ◆ Germinación (plántulas normales)
- ◆ Plántulas anormales (PA)
- ◆ Semillas sin germinar (SSG) dura y/o muerta.

Longitud media de plúmula (LMP)

Para la determinación de esta variable, las plántulas utilizadas fueron sacadas de la prueba de germinación estándar, de las cuales fueron

seleccionadas 5 de las plántulas normales por repetición de cada uno de los tratamientos; posteriormente las longitudes de plúmulas de estas plantas fueron medidas con una regla graduada en centímetros, después, los 5 valores obtenidos de las mediciones fueron sumadas y divididas entre 5 (número de plantas), esto con el fin de obtener el dato promedio de esta variable por repetición.

Longitud media de radícula (LMR)

Las plántulas utilizadas como evaluación fueron las mismas que para el parámetro longitud media de plúmula, se siguió de igual forma la misma metodología para su evaluación, ya que con una regla graduada en centímetros se tomaron los datos del tamaño de la radícula de cada una de las 5 plantas, estas también se sumaron y se dividieron entre 5, y de esta forma obtuvimos el dato requerido por repetición.

Peso fresco de plántula (PFP)

las plántulas que se utilizaron, también fueron las mismas que de las variables anteriores, estas consistieron en colocar las 5 plántulas seleccionadas en papel estraza, posteriormente, ya una vez que se tenía todas las plantas separadas por repetición con la ayuda del papel fueron pesadas en una balanza analítica expresada en miligramos; hay que tomar en cuenta que todo esto fue en un proceso rápido, esto con la finalidad de evitar pérdidas de la humedad de

la planta en el proceso de manejo que pudiera afectar en nuestro resultado para esta variable.

Peso seco de plántula (PSP)

Las plantas después de ser pesadas en fresco, se colocaron en bolsas de papel estraza con perforaciones, y posteriormente fueron colocadas en un horno con una temperatura controlada de 65°C., por un lapso de tiempo de 24 horas, después de este tiempo, las bolsas fueron sacadas del horno y puestas en un secador, prosiguiendo después a sacar las plantas de las bolsas con el cuidado debido para no dejar restos adentro, se llevaron a pesar en una balanza analítica expresada en miligramos, de igual forma sumando y dividiendo se sacó un promedio de las 5 plántulas como dato para dicho parámetro por repetición.

Preparación de tratamientos (en invernadero)

Se consideraron los mismos 18 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, pero cabe aclarar que para este caso, la siembra fue de 20 semillas por repetición, y de la misma forma que en laboratorio se midieron y se pesaron las dosis que se les aplicaría a las semillas por cada tratamiento, haciendo uso de igual forma de la balanza analítica (expresada en miligramos) y la pipeta graduada (en mililitros); por lo que de esta manera a cada 80 semillas

(equivalente a 3.2 gramos) se le aplicó la dosis recomendada del producto, el cual fue el que dio lugar a un tratamiento.

Cuadro 3.5. Dosis de aplicación de productos orgánicos y comerciales para 80 semillas de sandía, sembradas bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Dosis para 80 semillas
T1. Líquido mixto	0.007488 ml
T2. Polvo mixto	0.005312 gr.
T3. Polvo de composta	0.011968 gr.
T4. Líq. mixto + Líq. de composta	0.0136 ml. + 0.0136 ml.
T5. Líq. mixto + Líq. de lombricomposta	0.014368 ml. + 0.014368 ml.
T6. Líq. mixto + Polvo de lombricomp.	0.012864 ml. + 0.012864 gr.
T7. Líq. mixto + Lombricomposta	0.014944 ml. + 0.014944 gr.
T8. Polvo mixto + Líq. de composta	0.009952 gr. + 0.009952 ml.
T9. Polvo mixto + Líq. de lombricomp.	0.010336 gr. + 0.010336 ml.
T10. Polvo mixto + Polvo de lombriz	0.009536 gr. + 0.009536 gr.
T11. Polvo mixto + Lombricomposta	0.010624 gr. + 0.010624 gr.
T12. Polvo de comp. + Líq. de comp.	0.02064 gr. + 0.02064 ml.
T13. Polvo de comp. + Líq. de lombric.	0.022464 gr. + 0.022464 ml.
T14. Polvo de comp. + Polvo de lombriz	0.018976 gr. + 0.018976 gr.
T15. Polvo de comp. + Lombricomposta	0.023904 gr. + 0.023904 gr.
T16. Biozyme TS.	0.0032 ml.
T17. Biozyme PP.	0.008608 gr.
T18. Testigo (agua).	

Posteriormente ya pesados los 18 tratamientos, estos fueron puestos en cajas petri con las respectivas 80 semillas en cada una, cabe mencionar que también a estas semillas se les aplicó agua con savia de sábila para lograr mejor retención del tratamiento, estos se removieron y posteriormente utilizando papel aluminio se separó cada uno y se identificó llevándolo en seguida al área de invernadero para iniciar el proceso de siembra.

Proceso de siembra

Primeramente se preparó el material de siembra, que fue el promix, colocándolo sobre un nylon, a este se le aplicó agua y se removió esto con el fin de que el material tuviera la humedad necesaria para siembra; después este material fue colocado sobre ocho charolas de unisel con 200 cavidades cada uno hasta cubrir las por completo, después a estas se le empezaron a colocar con cuidado una semilla de sandía por cavidad, sembrando 20 por cada repetición y un total de 1440 por todo el trabajo de investigación.

Todas las repeticiones se identificaron utilizando abatelenguas, colocando en ellas el número de tratamiento y repetición al que pertenecía, y sobre las charolas se registró la fecha de siembra y estas fueron dejadas en el invernadero durante 18 días, manteniendo húmedas las charolas, proporcionando un riego cada tercer día.

Parámetros a evaluar

Las variables evaluadas fueron realizadas a los 18 días posteriores a la siembra, siendo estas:

Emergencia total (ET)

Las plántulas que se utilizaron fueron sacadas del total de las emergidas por cada repetición, estas fueron tomadas en cuenta cuando ya presentaban una altura de 4 a 5 centímetros sobre la superficie del sustrato, y fueron reportadas en porciento.

Longitud media de plúmula (LMP)

Las plántulas utilizadas para este parámetro, fueron sacadas del total de las emergidas por cada repetición, aclarando que fueron solamente plántulas normales y completas en cuanto a sus características generales; a cada planta se le midió su longitud de plúmula con una regla graduada en centímetros, posteriormente los 5 valores obtenidos se sumaron y se dividieron entre 5 (número de plantas), obteniendo de esta manera el dato promedio de esta variable por repetición.

Longitud media de radícula (LMR)

Las plántulas que se utilizaron para la evaluación fueron exactamente las mismas plántulas seleccionadas de las variables evaluadas anteriormente, la metodología fue la misma, ya que con una regla se midió la radícula de cada planta, se sumaron y se dividieron los 5 valores, obteniendo así el dato requerido para esta variable.

Peso fresco de plántula (PFP)

Las plántulas para la evaluación fueron las mismas que para las variables anteriores, esta consistió en colocar las cinco plántulas seleccionadas sacadas de la charola de germinación en papel con previa humedad para su selección, esto con el fin que del trayecto del área de invernaderos a laboratorio (lugar de evaluación) las plantas no perdieran humedad que perjudicara en nuestros resultados; una vez ya estando las plantas en el laboratorio se pesaron cinco (las seleccionadas) por cada repetición en una balanza analítica en miligramos, obteniendo de esta forma el dato promedio para evaluar esta variable.

Peso seco de plántula (PSP)

Después de ser pesadas como peso fresco se colocaron en bolsas de papel con perforaciones y fueron llevadas a un horno con una temperatura

controlada de 65°C permaneciendo ahí durante 24 horas, posteriormente estas bolsas se sacaron del horno, se colocaron en un desecador, las plantas se sacaron de las bolsas con cuidado para no dejar restos adentro y se colocaron sobre la balanza analítica para pesarlas, siendo así como se obtuvo nuestro dato de esta variable.

Análisis estadístico

El experimento fue conducido y analizado bajo un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, siendo el modelo lineal utilizado el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Denota la j-ésima medición del tratamiento i-ésimo.

μ = Es la media general.

T_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Es el error experimental en la j-ésima medición del i-ésimo tratamiento.

En las variables que presentaron significancia, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias Tukey.

RESULTADOS

En laboratorio

En el Cuadro 4.1. Se muestra los cuadrados medios, nivel de significancia y coeficientes de variación para todas las variables evaluadas, en este se aprecian diferencias altamente significativas para las variables: longitud media de plúmula, longitud media de radícula y peso fresco de plántula; y diferencias significativas se reportaron para las variables: plántulas anormales y peso seco de plántula, y las variables de germinación estándar y semillas sin germinar se registraron como no significativas. En cuanto a los coeficientes de variación, estos oscilaron entre 7.04 y 13.07%, con excepción de plántulas anormales que registró 20.36%.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio con productos orgánico – hormonales en el cultivo de sandía.

F.V.	VARIABLES EVALUADAS							
	G.L	GS (%)	PA (%)	SSG (%)	LMP (cm)	LMR (cm)	PFP (mg)	PSP (mg)
TRAT.	17	26.572	0.590*	0.217	4.675**	0.301**	16156.805**	2.646*
ERROR EXP.	54	26.226	0.297	0.311	1.583	0.111	2480.185	1.645
C.V. (%)		7.040	20.362	12.660	11.610	11.700	13.074	11.363

** Altamente significativo (0.01)

* Significativo (0.05).

Cuadro 4.2. Comparación de medias (Tukey) de las diferentes variables evaluadas en laboratorio en semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) con productos orgánico – hormonales.

Trat.	GS	PA	SSG	LMP	LMR	PFP	PSP
1	74.25	6.5 AB	19.25	11.365 ABC	6.505 AB	447.75 ABC	11.55
2	71.5	7.25 AB	21.25	9.44 BC	9.345 AB	296.86 E	9.6
3	74	6.25 AB	19.75	10.765 ABC	6.585 AB	390.66 BCDE	11.67
4	73.25	8.25 AB	18.50	10.395 ABC	9.14 AB	356.48 BCDE	10.725
5	73.75	7.5 AB	18.75	12.475 AB	10.86 AB	406.22 ABCDE	11.31
6	72.5	5.75 AB	21.75	10.945 ABC	7.805 AB	481.75 AB	12.55
7	70.5	5.75 AB	23.75	12.8 A	7.435 AB	401.01 ABCDE	11.175
8	68.25	8.25 AB	23.50	11.595 ABC	6.15 B	373.36 BCDE	12.325
9	72.5	11.75 A	15.75	11.38 ABC	9.65 AB	349.15 CDE	10.635
10	77.25	4.75 B	18	11.64 ABC	6.405 B	429.1 ABCD	12.585
11	75.5	5 B	19.50	10.725 ABC	6.045 AB	380.29 BCDE	10.965
12	76.75	5 B	18.25	9.485 BC	8.57 AB	365.53 BCDE	11.47
13	73	9.25 AB	17.75	11.555 ABC	11.35 A	328.78 CDE	12.2
14	73	7.5 AB	19.50	10.875 ABC	6.895 AB	398.83 BCDE	11.32
15	69.5	8.25 AB	22.25	11.215 ABC	8.125 AB	527.87 A	11.665
16	74.25	8.5 AB	17.25	10.38 ABC	10.48 AB	308.06 DE	10.55
17	71.5	8.75 AB	19.75	8.74 C	6.625 AB	286.87 E	10.435
18	68	11.5 A	20.50	9.33 BC	7.22 AB	327.81 CDE	10.455

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro de comparación de medias (Cuadro 4.2) para las diferentes variables evaluadas, los resultados que se encontraron, fueron los que se presentan a continuación

Germinación estándar

Para esta variable no se realizó una prueba de comparación de medias debido a que no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo se observan diferencias numéricas, siendo el tratamiento 10 (polvo mixto + polvo de lombriz) el que presenta mejores resultados con 77.25% de plántulas germinadas, seguido de los tratamientos 12 (polvo de composta + líquido de composta) con 76.75% y el 11 (polvo mixto + lombricomposta) con 75.50% respectivamente; por otra parte, el tratamiento 18 (testigo, agua) fue el que presentó menor respuesta para esta variable con 68% de germinación, seguido del tratamiento 8 (polvo mixto + líquido de composta) con 68.25% y el 15 (polvo de composta + lombricomposta) con 69.50 %.

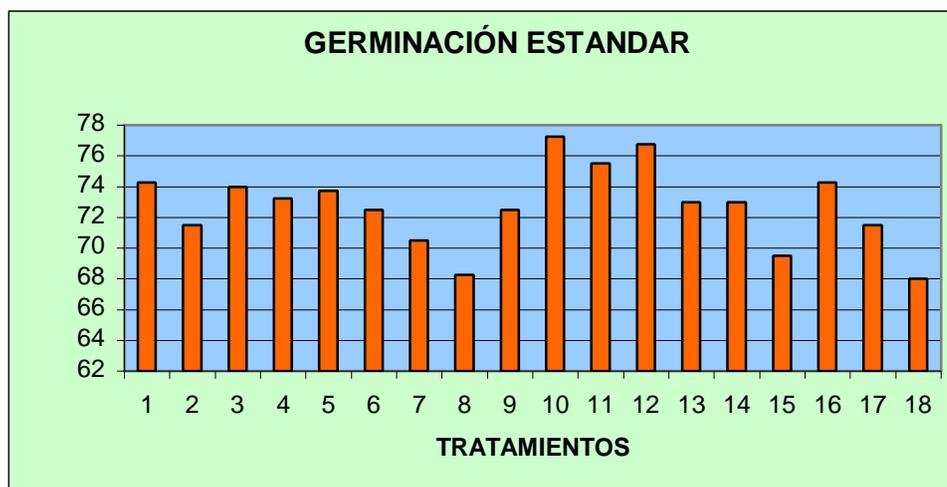


Figura 4.1. Porcentaje de germinación de semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) tratada con productos orgánico – hormonales.

Plántulas anormales

De acuerdo a la comparación de medias (Tukey), el tratamiento 9 (polvo mixto + líquido de lombricomposta) es el más alto, con 11.75% de plántulas anormales, seguido del tratamiento 18 (testigo, agua) con 11.50% y el 13 (polvo de composta + líquido de lombricomposta) con 9.25% respectivamente, por otro lado el tratamiento 10 (polvo mixto + polvo de lombriz) con 4.75%, el 11 (polvo mixto + lombricomposta) con 5% y al igual que el 12 (polvo de composta + líquido de composta) también con 5%, fueron los que registraron valores bajos para esta variable, esto quiere decir que estos últimos fueron los mejores, porque se deduce que estos dieron lugar a mayor número de plántulas normales.

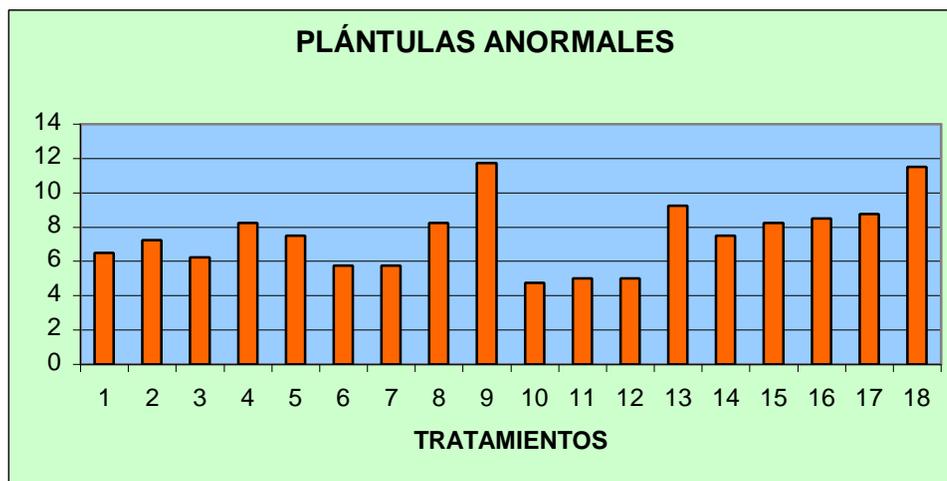


Figura 4.2. Porcentaje de plántulas anormales de semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) tratada con productos orgánico – hormonales.

Semillas sin germinar

No fue necesario realizar una prueba de comparación de medias, ya que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo al igual que en la variable de germinación estándar se observan diferencias numéricas, registrando el tratamiento 7 (líquido mixto + lombricomposta) como el más alto en cuanto a la respuesta para esta variable con 23.75%, seguido del tratamiento 8 (polvo mixto + líquido de composta) con 23.50% y el 15 (polvo de composta + lombricomposta) con 22.25%; caso contrario, en los tratamientos más bajos se registraron el 9 (polvo mixto + líquido de lombricomposta) con 15.75%, el 16 (Biozyme TS) con 17.25% y el 13 (polvo de composta + líquido de lombricomposta) con 17.75%, esto quiere decir entonces, que estos últimos tratamientos fueron los mejores, ya que dieron lugar a mayor número de plántulas germinadas (normales).

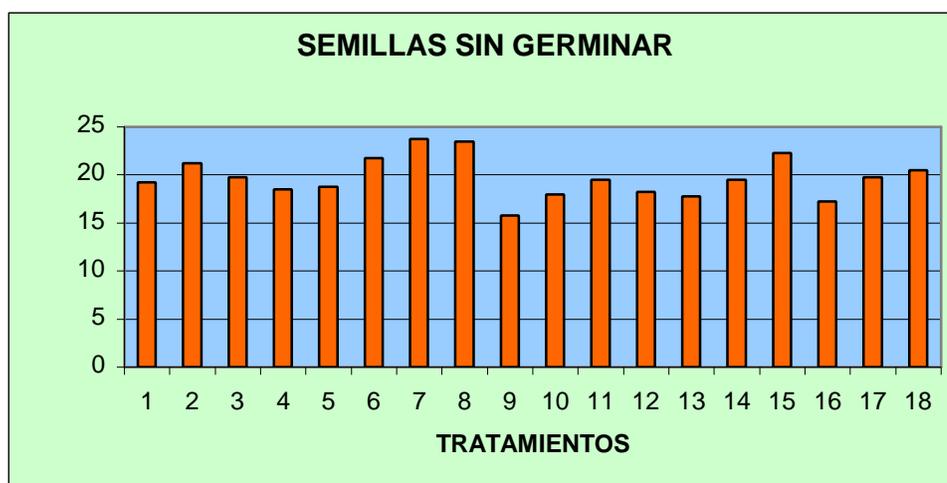


Figura 4.3. Porcentaje de semillas sin germinar de sandía (*Citrullus lanatus*) tratada con productos orgánico – hormonales.

Longitud media de plúmula

La prueba de comparación de medias, nos indica que el tratamiento que presentó mayor respuesta fue el número 7 (líquido mixto + lombricomposta) con 12.80 cm. de longitud de plúmula, siendo los otros dos mejores el tratamientos 5 (líquido mixto + líquido de lombricomposta) con 12.47 cm. y el 10 (polvo mixto + polvo de lombriz) con 11.64 cm. En contra parte, la semilla tratada con el 17 (Biozyme PP) registró el valor mas bajo, presentando 8.74 cm. de longitud, seguido del 18 (testigo, agua) con 9.33 cm. y del tratamiento 2 (polvo mixto) con 9.44 cm.

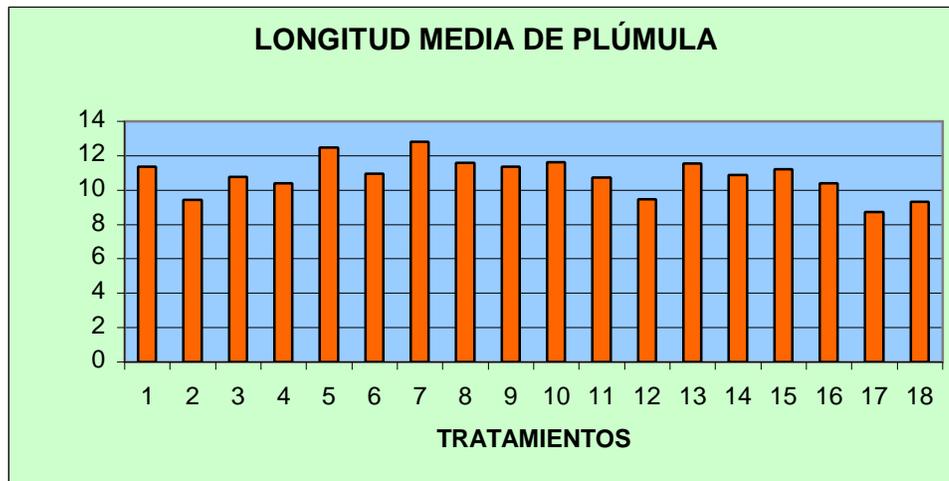


Figura 4.4. Longitud media de plúmula (centímetros) de plántula de sandía (*Citrullus lanatus*) tratada con productos orgánico – hormonales.

Longitud media de radícula

Considerando la prueba de comparación de medias que se realizó, se observó que el tratamiento 13 (polvo de composta + líquido de lombricomposta) fue el mejor, presentando 11.35 cm. de longitud, seguido nuevamente por el tratamiento 5 (líquido mixto + líquido de lombricomposta) con 10.86 cm. y el 16 (Biozyme TS) con 10.48 cm., por otro lado, el peor tratamiento fue el 8 (polvo mixto + líquido de composta) con 6.15 cm. siguiendo después el 10 (polvo mixto + polvo de lombriz) con 6.40 cm. y el 1 (líquido mixto) con 6.50 cm.

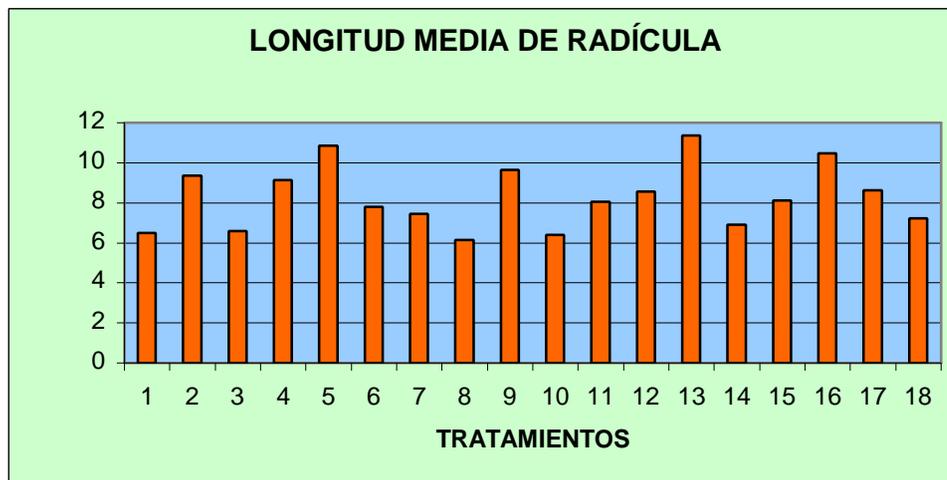


Figura 4.5. Longitud media de radícula (centímetros) de plántula de sandía (*Citrullus lanatus*) tratada con productos orgánico – hormonales.

Peso fresco de plántula

En la prueba de comparación de medias para esta variable, se observó que el tratamiento 15 (polvo de composta + lombricomposta) fue el que presentó mejor respuesta en cuanto a peso en miligramos, registrando 527.87 mg. seguido por el tratamiento 6 (líquido mixto + polvo de lombricomposta) con 481.75 mg. y el 1 (líquido mixto) con 447.75 mg., En caso contrario, los tratamientos mas pobres en bajo peso fresco de plántula fueron el 17 (Biozyme PP) con 286.87 mg., el 2 (polvo mixto) con 296.86 mg. y el 16 (Biozyme TS) registrando 308.06 mg.

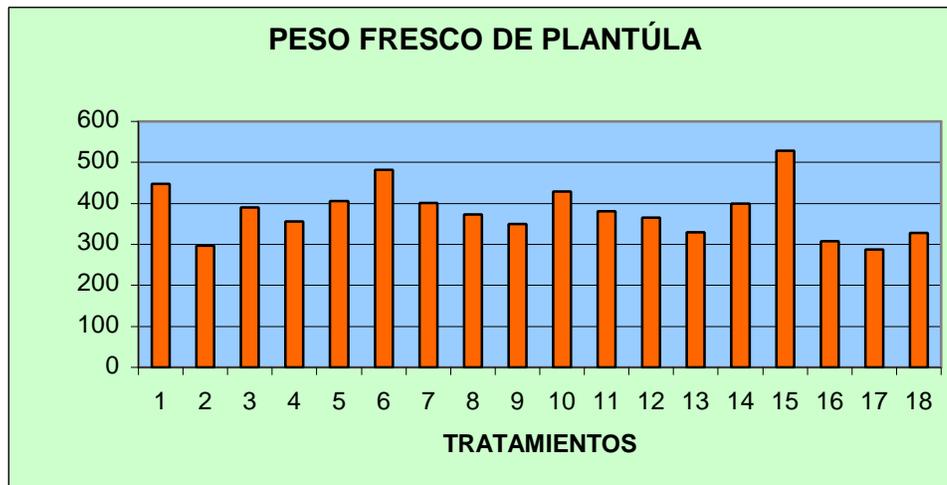


Figura 4.6. Peso fresco de plántula de sandía (miligramos) tratada con productos orgánico – hormonales.

Peso seco de plántula

La comparación de medias, visualiza que el tratamiento 10 (polvo mixto + polvo de lombriz) fue el mejor en cuanto a su respuesta, ya que presentó un peso de 12.58 mg. siguiendo después el tratamiento 6 (líquido mixto + polvo de lombricomposta) con 12.55 mg. y el 8 (polvo mixto + líquido de composta) con 12.32 mg., El peor tratamiento se registró el 2 (polvo mixto) con 9.60 mg. siguiendo después el tratamiento 17 (Biozyme PP) con 10.43 mg., el 18 (testigo, agua) con 10.45 mg., y el 16 (Biozyme TS) con 10.55 mg.

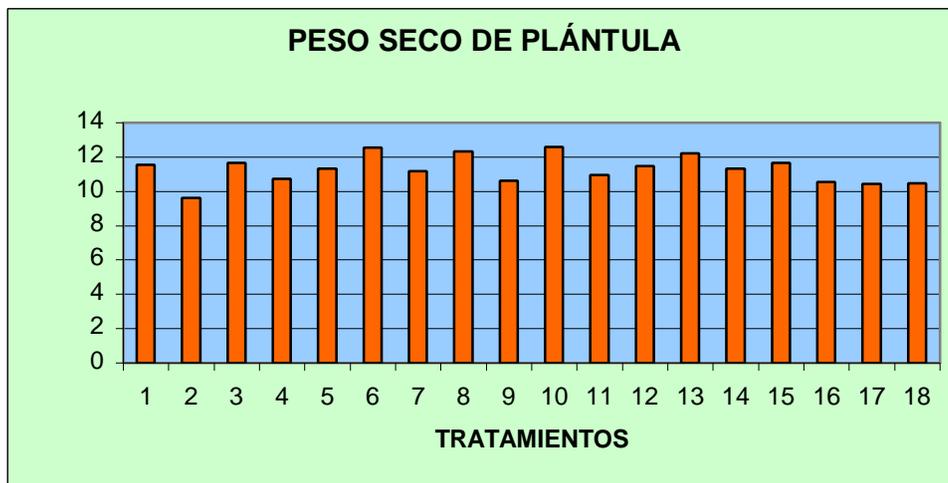


Figura 4.7. Peso seco de plántula de sandía (miligramos) tratada con productos orgánico – hormonales.

En invernadero

En el Cuadro 4.3. Se muestra de igual forma los cuadrados medios, nivel de significancia y coeficientes de variación para todas las variables evaluadas en el área de invernadero; en este caso se aprecia diferencia altamente significativa solamente para longitud media de plúmula; en lo que se refiere únicamente a diferencia significativa se encuentra peso fresco de plántula, y con lo que respecta a emergencia total, longitud media de radícula y peso seco de plántula se registraron como no significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre 13.098% y 20.941%.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en invernadero con productos orgánico – hormonales en el cultivo de sandía.

F.V.	VARIABLES EVALUADAS					
	G.L	ET	LMP	LMR	PFP	PSP
TRAT.	17	134.967	0.443**	0.920	1380.319*	6.662
ERROR EXP.	54	106.250	0.173	1.044	801.363	4.517
C.V. (%)		18.23	13.098	19.793	15.620	20.941

** Altamente significativo (0.01)

* Significativo (0.05)

Cuadro 4.4. Comparación de medias (Tukey) de las diferentes variables evaluadas en invernadero en semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) con productos orgánico – hormonales.

Tratamiento	ET	LMP	LMR	PFP	PSP
1	52.500	3.79 A	5.175	179.13 AB	11.440
2	61.250	3.64 A	4.30	187.80 AB	9.145
3	51.250	3.045 AB	5.185	191.51 AB	10.540
4	68.750	3.035 AB	4.795	178.08 AB	9.340
5	55.000	3.275 AB	5.50	189.15 AB	9.860
6	57.500	3.115 AB	4.95	169.45 AB	9.205
7	47.500	2.31 B	4.995	130.51 B	8.380
8	53.750	3.030 AB	4.885	172.47 AB	8.410
9	53.750	3.255 AB	5.580	172.55 AB	8.925
10	63.750	3.005 AB	5.305	165.07 AB	9.440
11	55.000	3.185 AB	5.275	186.93 AB	10.975
12	55.000	3.00 AB	4.990	161.81 AB	8.575
13	57.500	3.320 AB	6.330	194.59 AB	11.765
14	66.250	3.24 AB	5.110	192.25 AB	10.800
15	60.000	2.89 AB	5.925	203.57 AB	11.355
16	58.750	3.72 A	4.465	182.97 AB	10.440
17	51.250	3.155 AB	4.875	187.35 AB	11.430
18	48.750	3.215 AB	5.280	216.82 A	12.665

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro de comparación de medias (Cuadro 4.4) para las diferentes variables evaluadas en invernadero, los resultados que se encontraron fueron los que se presentan a continuación

Emergencia total

Para este parámetro evaluado, no era necesario realizar una prueba de comparación de medias, ya que no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo se aprecia diferencia numérica, el cual nos indica que el tratamiento que mejor se comportó fue el 4 (líquido mixto + líquido de composta) ya que presentó 78.75% de germinación total, seguido por el 14 (polvo de composta + polvo de lombriz) con 66.25% y el 10 (polvo de composta + polvo de lombriz) con 63.75%; caso contrario, los tratamientos que se registraron como mas bajos fueron el 7 (líquido mixto + lombricomposta) con 47.50%, el 18 (testigo, agua) con 48.75% y el 17 (Biozyme PP) con 51.25% respectivamente.

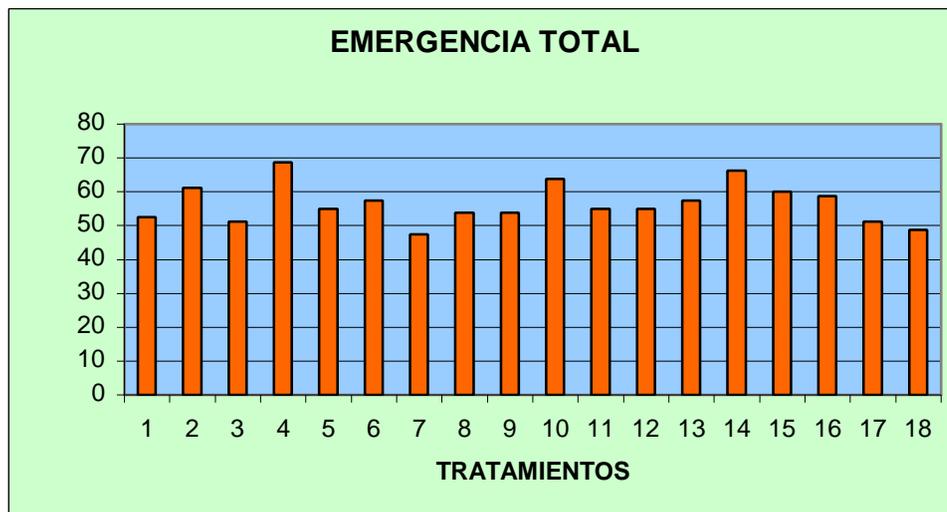


Figura 4.8. Porcentaje de emergencia total de semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.

Longitud media de plúmula

Para esta variable, la prueba de comparación de medias de Tukey nos indica que el tratamiento 1 (líquido mixto) fue el que mejor se comportó, presentando 3.79 cm. de longitud de plúmula, seguido del tratamiento 16 (Biozyme TS) con 3.72 cm. y del 2 (polvo mixto) con 3.64 cm., Por el contrario, el tratamiento que tuvo el comportamiento mas bajo fue el 7 (líquido mixto + lombricomposta) ya que presentó una longitud de 2.31 cm. siguiendo después de este el 15 (polvo de composta + lombricomposta) con 2.89 cm. y el 12 (polvo de composta + líquido de composta) con 3.00 cm. de longitud.

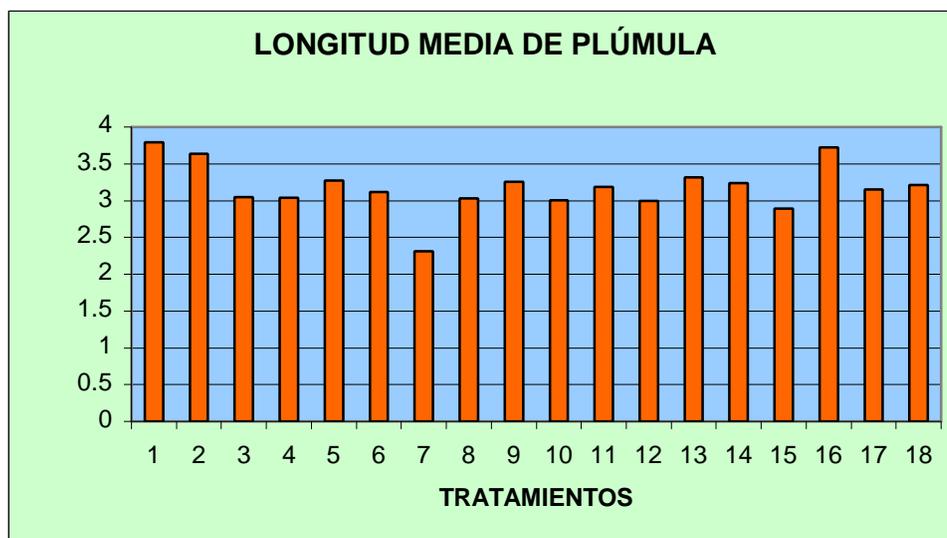


Figura 4.9. Longitud media de plúmula (centímetros) de plántula de sandía (*Citrullus lanatus*) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.

Longitud media de radícula

Para este caso, únicamente se observan diferencias numéricas, siendo el tratamiento 13 (polvo de composta + líquido de lombricomposta) quien tuvo 6.33 cm. de longitud, siguiendo el tratamiento 15 (polvo de composta + lombricomposta) con 5.92 cm. y el 9 (polvo mixto + líquido de lombricomposta) con 5.58 cm. de longitud. En los tratamientos con menor comportamiento fueron el 2 (polvo mixto) con 4.30 cm. seguido por el 16 (Biozyme TS) con 4.46 cm. y el 4 (líquido mixto + líquido de composta) con 4.79 cm. de longitud.

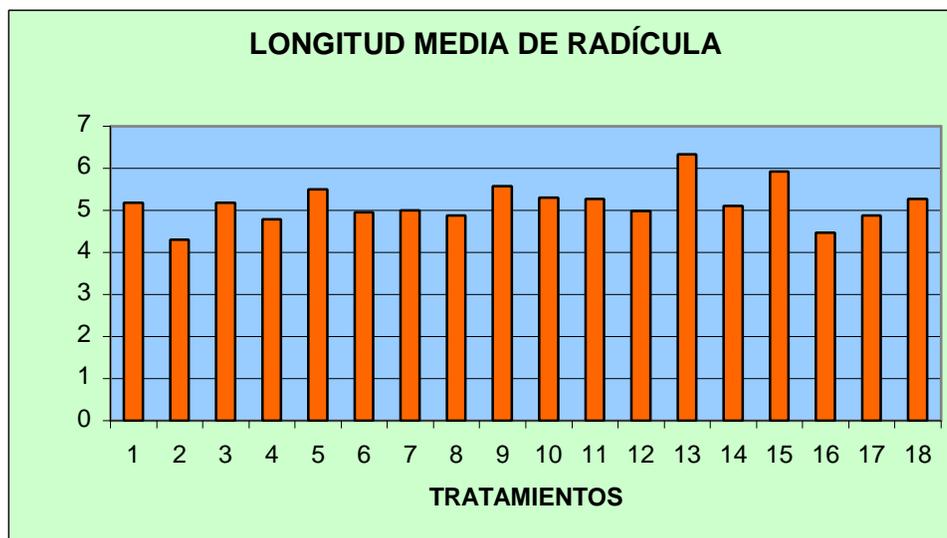


Figura 4.10. Longitud media de radícula (centímetros) de plántula de sandía (*Citrullus lanatus*) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.

Peso fresco de plántula

Para esta variable, se observó que el tratamiento 18 (testigo, agua) fue el que mejor se comportó, teniendo un peso de 216.82 mg. seguido por el tratamiento 15 (polvo de composta + lombricomposta) con 203.57 mg. y el 13 (polvo de composta + líquido de lombricomposta) con 194.59 mg., En los peores tratamientos se registró el 7 (líquido mixto + lombricomposta) con un peso de 130.51 mg., el 12 (polvo de composta + líquido de composta) con 161.81 mg. y el tratamiento 10 (polvo mixto + polvo de lombriz) con 165.07 mg.

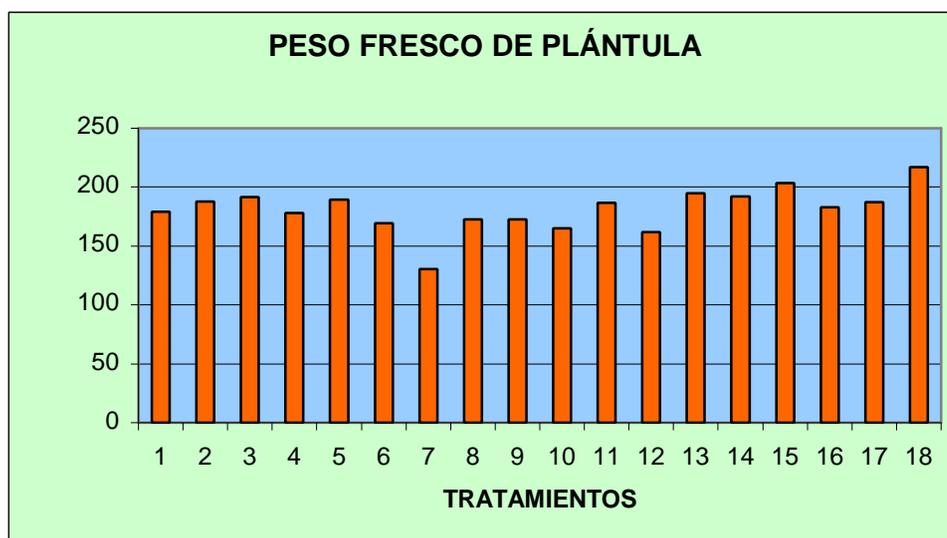


Figura 4.11. Peso fresco de plántula de sandía (miligramos) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.

Peso seco de plántula

Para esta variable se observa diferencia numérica, en donde el tratamiento 18 (testigo, agua) tuvo mejor comportamiento, reportando 12.66 mg. de peso, seguido del 13 (polvo de composta + líquido de lombricomposta) y el 1 (líquido mixto) con 11.76 mg. y 11.44 mg., caso contrario en los tratamientos con menor valor encontramos al 7 (líquido mixto + lombricomposta) presentando 8.38 mg. de peso, siguiéndole el tratamiento 8 (polvo mixto + líquido de composta) con 8.41 mg. y el 12 (polvo de composta + líquido de composta) con 8.57 mg.

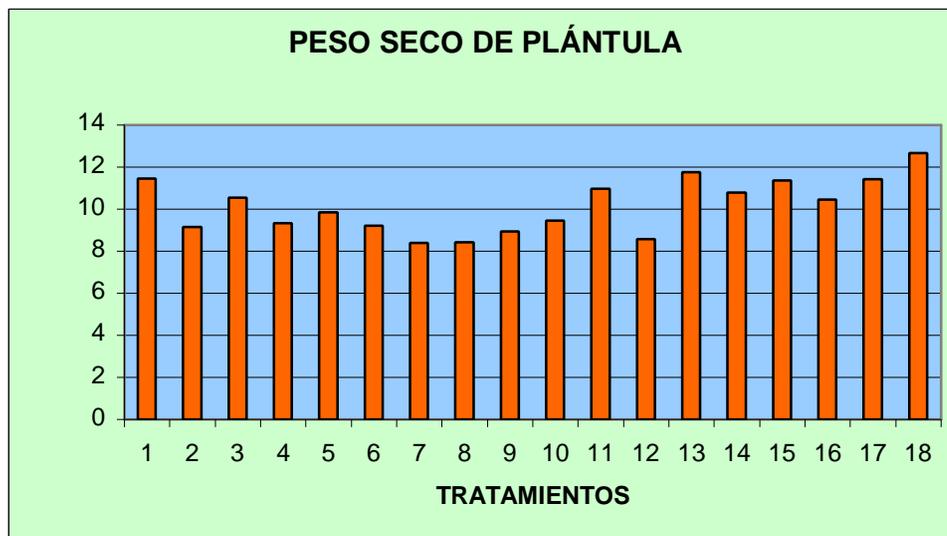


Figura 4.12. Peso seco de plántula de sandía (miligramos) tratada con productos orgánico – hormonales para el área de invernadero.

DISCUSIÓN

En laboratorio

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron de acuerdo a la comparación de medias en la experimentación de este trabajo, se pudo observar que hubo variabilidad en cuanto al comportamiento de cada tratamiento, dependiendo de la variable indicada, cabe mencionar que el **tratamiento 10 a base de polvo mixto + polvo de lombriz** fue el que con más frecuencia se presentó, arrojando los mejores resultados (principalmente para las variables germinación estándar, longitud media de plúmula y peso seco de plántula), esto se debe a que las concentraciones de hormonas y microelementos que conforman a este tratamiento son altos, de acuerdo al Laboratorio de Investigación Biológica de GBM (2005), el cual nos dice que el contenido de microelementos tanto como para el polvo mixto, como para el polvo de lombriz, el mas alto se encuentra en el magnesio (Mg) con 1300 y 1200 ppm, seguidos por el elemento fierro (Fe) que presenta para polvo mixto 398 ppm, y para el polvo de lombriz 366 ppm., es por eso que considerando las altas concentraciones que presenta este tratamiento se deduce que por ello tuvo la capacidad de comportarse mejor frente a los demás, porque gracias a su contenido nutrimental puede favorecer a la formación de micorizas, además de acelerar los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez sabor y color,

como también aumentar la resistencia al ataque de plagas y patógenos para cualquier cultivo en general.

En lo que se refiere a longitud media de radícula (LMR), el tratamiento que mejor se comportó fue el **13 (polvo de composta + Líquido de lombricomposta)**, las concentraciones para este tratamiento de acuerdo a GBM en microelementos son: de magnesio (Mg) para el polvo de composta , 2100 ppm., seguido del Fierro (Fe) con 686 ppm., contemplados estos dos elementos como los mas altos; por su parte, el líquido de lombricomposta reporta una concentración de 184 ppm para el magnesio (Mg), y 78 ppm para el Fierro (Fe), presentándose como no disponible para los demás elementos. De acuerdo a todo esto, se deduce que debido a que el polvo de composta en términos generales ayuda a mejorar las características del suelo y los biodigestados líquidos concentran gran cantidad de sustancias húmicas (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos), producen un aumento en el vigor de las plantas, esto se debe a que las sustancias húmicas se consideran principales promotores de la iniciación de las raíces ya que presentan una acción semejante las auxinas.

En peso fresco de plántula (PFP), el tratamiento mejor comportado fue el **15 (polvo de composta + lombricomposta)** esto se debe de igual forma, a que ambos componentes en su estado sólido contienen altos contenidos de microelementos, que ayudan a que la planta presente órganos vegetales de buenas características y de esta forma puedan tener un peso fresco alto. En lo

que se refiere a las concentraciones de los microelementos, tanto para el polvo de composta como para la lombricomposta, todos se encuentran disponibles, sobresaliendo para ambos el magnesio (Mg) con 2100 y 3500 ppm, seguido por el hierro (Fe) con 686 y 2800 ppm, entre otros.

En invernadero

Para el área de invernadero el tratamiento que mejor se comportó en forma general fue el **13 (polvo de composta + liquido de lombricomposta)**, esto se debe fundamentalmente a lo mismo que ya se había mencionado con anterioridad (en laboratorio), lo cual era que gracias a su contenido de microelementos que contienen, le ayudan a la planta a desarrollarse mas vigorosamente, influyendo en el buen desarrollo de las raíces de las plantas y la función de microorganismos; también estimulan la germinación y activan la flora microbiana.

Entre otros tratamientos, el que también se frecuentó nuevamente fue el **15 (polvo de composta + lombricomposta)**, de igual forma esto es debido a que la mezcla de estos 2 compuestos hacen un fertilizante biológico que mejora la estructura del suelo y de esa manera estimula el crecimiento de las plantas brindándoles entre otras características fuerza, robustez, vigor, etc.

Cabe mencionar que de acuerdo a los resultados y figuras, nos podemos dar cuenta que sorprendentemente, el tratamiento 18 (testigo absoluto, agua) arrojó los mejores resultados para las variables de peso fresco de plántula y peso seco de plántula; es importante aclarar que analizando la situación, esto pudo pasar porque durante la evaluación faltó unificar criterios, existiendo entonces una variabilidad en el peso, frente a las demás, al ser sometidas y sacadas del horno a temperatura de 65 °C.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados logrados en el presente trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

Visualizando el comportamiento general de los resultados del análisis de varianza y pruebas medias, como también las figuras descritas con anterioridad, quedan aceptados los objetivos planteados al principio y de esa misma forma las hipótesis, ya que definitivamente los productos orgánico – hormonales, debido a la gran cantidad de microelementos esenciales que contienen, ayudan a la planta a nutrirse favorablemente, logrando de esta forma tener un crecimiento y desarrollo vegetativo muy bueno, favoreciendo al vigor de todas las partes que la componen.

Hay que tomar en cuenta que las condiciones en que se realizó la experimentación para ambas áreas no fueron las mismas, ya que en laboratorio la temperatura estaba controlada, mientras que en invernadero era cambiante, debido al descuido en ocasiones de dejar libre el paso del aire frío o caliente al área, por parte de personas extrañas a la misma.

En el área de laboratorio, el mejor tratamiento comportado fue el **10 (polvo mixto + polvo de lombriz)**, ya que superó notablemente a los productos comerciales y al testigo absoluto (Biozyme TS, Biozyme PP y Agua), demostrándonos de esta forma que los productos orgánico – hormonales en forma general incorporan nutrientes minerales a la semilla, logrando de esta forma que la semilla pueda germinar favorablemente al activarse una enzima; cabe mencionar que así como este tratamiento superó a los productos comerciales y al testigo absoluto, todos los demás tratamientos también lo hicieron con valores importantes, reafirmando nuevamente la hipótesis y los objetivos comprobados y basados en hechos.

En el área de invernadero, como nos pudimos dar cuenta en la discusión, los mejores tratamientos comportados fueron el **13 (polvo de composta + líquido de lombricomposta)** y el **15 (polvo de composta + lombricomposta)**, esto es debido también a que gracias a su alto contenido de microelementos de estos productos orgánicos, ayudan a tener un alto grado de emergencia de las semillas, aunque estas sean viejas, ya que los nutrientes proporcionados a la semilla hace que se desarrolle una plántula normal con características deseables en cuanto a su morfología y fisiología.

Es importante mencionar que para las variables de peso fresco de plántula y peso seco de plántula, se visualizó que el testigo absoluto se presenta como el más alto, pero como se menciona en la discusión, esto se debe a algunos descuidos transcurridos durante la experimentación y

evaluación. Es importante también remarcar, que el contenido de zeatinas contenidas en las semillas pudo influir en la respuesta que tuvieron las plantas para comportarse de esa forma en las diferentes variables, sin embargo debido a que esta se estandarizó con los productos comerciales, se deduce que el efecto es principalmente por el contenido de microelementos.

En términos generales, gracias al trabajo de investigación realizado, utilizando productos orgánico – hormonales para estimular la germinación y vigor de la semilla de sandía, se deduce claramente que es recomendable utilizar estos productos como fertilizante y/o abono orgánico para cualquier tipo de cultivo como se ha experimentado en otros trabajos, ya que favorece ampliamente en cuanto a calidad, sanidad y rendimiento de la producción; además de que no contamina el suelo y el medio ambiente que nos rodea.

RECOMENDACIONES

Gracias a la experimentación con productos orgánicos – hormonales en semillas de sandía y a los buenos resultados obtenidos, es importante hacer las siguientes recomendaciones:

- Es importante que la mayoría de los agricultores, consideren como una herramienta principal la producción de sus cultivos con productos orgánicos, ya que estos aportan grandes cantidades de nutrientes a las semillas y de esa misma forma a las plantas, logrando rendimiento y sobre todo sanidad y calidad en ellas, además de considerar que son de fácil adquisición y aplicación por lo que se logra una relación de costo – beneficio muy favorable; esto principalmente para aquellos agricultores que no tienen suficientes recursos y se ven limitados en sus producción.
- Seguir trabajando en mas experimentos de investigación con aplicación de estos productos orgánicos – hormonales en otras diferentes especies de cultivos, ya que mientras mas resultados favorables se obtengan, mayor será la visibilidad hacia a los productos orgánicos como una base principal en la producción.

- Así como se ha experimentado en áreas de laboratorio y en invernadero con estos productos orgánicos que se derivan de la lombricultura y composteo y nos han dado magníficos resultados, sería conveniente experimentar con mayor énfasis en campo abierto, ya que la mayoría de los productores produce de esta forma, debido a los altos costos de inversión para las áreas antes mencionadas (laboratorio e invernadero); visualizando de esta forma el comportamiento de estos materiales para la obtención de buenos resultados.
- Es importante también, que al experimentar con estos productos orgánicos – hormonales ya sea para cualquier área de evaluación, se este muy pendiente de todos los factores que puedan influir en la producción, ya que como nos dimos cuenta con anterioridad cualquier factor por mínimo que parezca repercute en los resultados, sin embargo hay que estar conciente que por causas naturales hay cosas que no se pueden evitar; así mismo es recomendable también no exagerar en la utilización de semillas muy viejas o deterioradas para algún experimento con estos productos.

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. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 38.
- Andrews, T. S., C. E. Jones and R. D. Whalley 1997. Factors affecting the germination of giant parramatta grass. Australian J. of Experimental Agriculture. 37:4, 439-446. Australia.
- Bewley, J. D. and M, Black. 1986. Seed physiology of development and germination. Plenum press. New York and London. P. 1, 3-5.
- Bidwell, R. G. S. 2002. Fisiología vegetal. Primera edición en español. Editor A.G.T. México D.F. P. 600-601, 608, 610, 612-613.
- Briz, I., J. M. 1991. Evaluación de composta de basuras urbanas sobre características específicas de suelo y planta. Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de semilla. Editorial Trillas. México. P. 13-20.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1991. Elementos esenciales para el éxito de un programa de semillas. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia. P. 7-9.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed Science and Technology. 2da. Edición. Burgess publishing company. Minneapolis, Minnesota. U.S.A. P. 63-75.
- Duffus, C. y C. Slaughter. 1985. Las semillas y sus usos. Editorial AGT. México. P. 50, 84-89.
- Garay, A. E. S., P. R. Preton y J. L. Rosales. 1992. Desarrollo de sistema de semilla, el novedoso enfoque en Bolivia. Edit. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Bolivia. P. 5-10.

- García, R. J. S. 1999. Productividad de sandía (*Citrullus lanatus*) utilizando dos genotipos: sangría y muñeca; en tres densidades de siembra; bajo condiciones de riego por goteo, en la región de Anahuac, N. L. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 3.
- Grupo Bioquímico Mexicano. 1997. Sustancias húmicas y fúlvicas
- Hernández, H. A. 2003. La composta, su elaboración y beneficio. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 48 y 50.
- Jeavons, J. 1991. Cultivo biointensivo de alimentos. Mas alimento en menos espacio. Ecology Action of the mid – península. Editor en español. Impreso en U.S.A. P. 50-55.
- Mendoza, O. A. 1985. Causas y consecuencias de la deterioración de las semillas. Curso sobre calidad de semillas y control de enfermedades. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Calí, Colombia. P. 5.
- Miranda, F. 1984. Deterioro precosecha de semillas. VIII Curso de posgrado en tecnología de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Calí, Colombia. P. 42.
- Moctezuma, G. R. C. 2003. Evaluación de la nutrición, rendimiento y calidad del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) en diferentes fuentes de nutrición, bajo condiciones de invernaderos. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas. Tercera edición. UNAM. México. P. 113-122.
- Noriega, A. G. 2002. Producción de abonos orgánicos y lombricultura. Fundación PRODUCE Chiapas. Universidad Autónoma Chapingo. Chiapas, México.
- Ochoa, A. V. H. 1998. Producción de sandía. Cv. Yellow cutie injertada sobre cucúrbita ficifolia y en acolchado. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 1.
- Ortiz, V. B. 1988. Edafología. Sexta edición. Universidad Autónoma Chapingo. P. 117.
- Pacas, H. C. R. 2002. Efecto de la composta en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), en invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Perry, A. D. 1988. El concepto de vigor de la semilla y su relación con respecto a las técnicas de producción de semilla. Producción moderna de semillas. Editorial hemisferio sur. Tomo II. Escuela de Agricultura, Universidad de Nottingham. P. 693-716.
- Reche, M. J. 1988. La sandía. Tercera edición. Ediciones Mundi-prensa. Impreso en España. P. 29.
- Riley, J. M. 1997. Gibberellic acid for fruit set and seed germination. CRFG. Journal 19: 10–12.
- Rivera, L. O. 2004a. Efecto de los extractos orgánicos en la germinación y vigor de semilla deteriorada de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 36-37.
- Rivera, M. A. R. 2004b. Evaluación de la interacción entre dos tipos de acolchado plástico y diferentes fuentes de fertilización en el cultivo de calabacita (Cucúrbita pepo L.). Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 27.
- Rojas, G. M. y R. J. G. Vázquez. 1995. Manual de herbicidas y fitorreguladores. Tercera edición. Editorial Limusa. México. P. 157.
- Simpson, K. 1991. Abonos y estiércoles. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. P. 1-9 y 104.
- Tesar, M. B. 1988. Physiological basis of crop growth and development. American Society of America. Madison Wisconsin. U.S.A. P. 70-75.
- Treviño, G. A. 1987. Planta industrializadora de desperdicios sólidos y urbanos de la ciudad de Monterrey, N. L. Compost. Boletín Informativo.
- Velasco, P. L. 2005. Aplicación de productos Orgánico-Hormonales en la estimulación de la germinación en semilla de avena (*Avena sativa*, L.) Tesis de licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. P. 38–39.
- Villarreal, Q. J. A. 1993. Introducción a la botánica forestal. Segunda Edición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. P. 48-49.