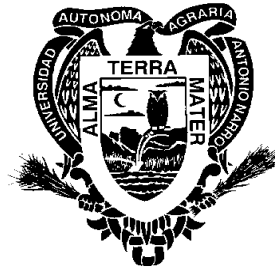


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERÍA



Porcentaje de Germinación Estándar y Características de Plántula de Melón  
(*Cucumis melo* L.) var. TopMark con Cinco Niveles de Humus Líquido de  
Lombriz

Por:

JEUEL BRAVO ROBLERO

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.  
Febrero de 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERÍA



Porcentaje de Germinación Estándar y Características de Plántula de Melón  
(*Cucumis melo* L.) var. TopMark con Cinco Niveles de Humus Líquido de  
Lombriz

Por:

JEUEL BRAVO ROBLERO

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.  
Febrero de 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Porcentaje de Germinación Estándar y Características de Plántula de Melón  
(*Cucumis melo* L.) var. TopMark con Cinco Niveles de Humus Líquido de  
Lombriz

Por:

JEUEL BRAVO ROBLERO

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL.

Aprobada por:

\_\_\_\_\_  
Ph. D. Ángel R. Cepeda Dovala  
Asesor

\_\_\_\_\_  
M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala  
Sinodal

\_\_\_\_\_  
M.C. Alejandra Escobar Sánchez  
Sinodal

\_\_\_\_\_  
Dr. Emilio Rascón Alvarado  
Suplente

\_\_\_\_\_  
Dr. Raúl Rodríguez García  
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Febrero de 2008

## ÍNDICE CONTENIDOS

	Página
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
COMPENDIO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Importancia.....	4
2.2. Semilla.....	5
2.3. Vigor de semilla.....	7
2.4. Factores que afectan el vigor.....	8
2.5. Importancia del vigor.....	9
2.6. Ensayos.....	10
2.6.1. Germinación estándar.....	10
2.6.2. Primer conteo de germinación.....	11
2.6.3. Velocidad de germinación.....	12
2.7. Caracterización y uso de humus líquido de lombriz.....	14
2.7.1. Características.....	15
2.7.1.1. Beneficios.....	15
2.7.1.2. Usos.....	15
2.8. Efectos en la germinación y en el crecimiento radicular.....	16
2.9. Densidad poblacional y la calidad de la semilla.....	18

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Localización geográfica.....	20
3.2. Materiales.....	21
3.2.1. Material vegetal.....	21
3.2.2. Material de laboratorio.....	21
3.3. Métodos.....	22
3.3.1. Caracterización de semilla.....	22
3.3.1.1. Contenido de humedad.....	22
3.3.1.2. Peso de mil semillas.....	23
3.3.1.3. Diámetro polar, diámetro ecuatorial y grosor longitudinal de la semilla.....	24
3.3.2. Preparación de las diluciones de humus líquido de lombriz....	24
3.3.2.1. Obtención de la mezcla.....	24
3.3.3. Caracterización de las diluciones de humus líquido de lombriz.....	25
3.3.4. Prueba de germinación estándar.....	26
3.3.4.1. Primer conteo.....	26
3.3.4.2. Segundo conteo.....	26
3.3.4.3. Longitud de plúmula y radícula.....	27
3.3.4.4. Grosor de plúmula y radícula.....	27
3.3.5. Arreglo experimental y análisis estadístico de los datos.....	27
3.3.5.1. Estadística descriptiva.....	27
3.3.5.2. Diseño experimental.....	29
3.3.6. Variables evaluadas.....	30
3.3.6.1. Número de semillas germinadas (NSG).....	30
3.3.6.2. Diámetro de radícula (DR).....	30
3.3.6.3. Longitud de radícula (LR).....	30
3.3.6.4. Diámetro de plúmula (DP).....	30
3.3.6.5. Longitud de plúmula (LP).....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Características de las semillas.....	32

4.2. Caracterización de las diluciones de humus líquido de lombriz.....	34
4.3. Germinación estándar.....	36
4.3.1. Número de semillas germinadas (NSG).....	36
4.3.1.1. Medidas de tendencia central (MTC).....	37
4.3.1.2. Medidas de variación (MV).....	38
4.3.1.3. Medidas de forma de la curva normal.....	38
4.3.2. Diámetro de radícula (DR), Longitud de radícula (LR), diámetro de plúmula (DP) y longitud de plúmula (LP).....	42
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. LITERATURA CITADA.....	48
VII. APÉNDICE.....	53

## *AGRADECIMIENTO*

*A Dios y Jesucristo por permitirme estar vivo, sano y ser parte de una familia excepcional.*

*A mi ALMA TERRA MATER, por ser quien me formara en el ámbito profesional, con el fin de poder servir a mi País y al Mundo.*

*Al Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semilla por proporcionarme el espacio de trabajo en el laboratorio de Ensayos de Semillas.*

*Al Dr. Ángel R. Cepeda Dovala Por la aceptación en la asesoría de la tesis, así como en la revisión de la misma, la facilidad y disponibilidad de los recursos para culminar el trabajo de campo y por la transmisión de conocimiento primordial en mi formación profesional.*

*Al M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala por brindarme de su tiempo para darle seguimiento a este proceso tan importante en mi formación como profesionista.*

*A la M. C. Alejandra Escobar Sánchez por aceptar formar parte de mi equipo de asesores y apoyarme con sus conocimientos en el transcurso de mi preparación como profesionista.*

*Al Dr. Emilio Rascón Alvarado Por la completa disposición en la formación de mi comité de asesoría, además por su valiosa aportación y revisión de la tesis.*

*Al Jurado Calificador por ser parte de este trabajo de Investigación.*

*Al Dr. Rubén López Cervantes por su colaboración, participación y proporcionarme el material evaluado en este trabajo.*

*Al Ing. René de la Cruz Rodríguez por transmitirme ideas, conocimientos y por ser una de las personas que empezara a trabajar sobre la agricultura orgánica en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN).*

*A la Lic. Sandra Luz García Valdez por proporcionarme los materiales que necesité en el transcurso de esta investigación, que me permitieron seguir adelante.*

*A la Lic. Blanca E. Rodríguez Pérez por el apoyo incondicional en trabajos de laboratorio.*

*A los Señores Lombricultores José Ángel Cepeda Ballesteros y Omar Osmin Garza Morales del Rancho el Refugio; y la M. A. Sonia Margarita Cepeda Ballesteros de la Empresa Atención Técnica Industrial, ATI, S. A. de C. V. Saltillo, Coahuila, México.*



## *DEDICATORIA*

*A los dos seres que con su amor y esfuerzo permitieron sentirme más orgulloso de ellos, mis padres. Por ser fuente inagotable de esfuerzo, ejemplo y amor.*

*Sr. Lucas Rolando Bravo Matul Por ser soporte rígido del hogar, gran amigo, humilde, sincero y trabajador; gracias por ser mi padre.*

*Sra. Viluvina Roblero Roblero Por ser el ejemplo de mi vida: humilde, honesta, amable, dedicada, sincera, luchadora y trabajadora; gracias por ser mi madre.*

*A quienes comparten conmigo este gran logro, que no solo es mio sino de ellos, mis hermanos. Por el cariño y armonía familiar que nos une.*

*Yemner Darwin*

*Freddy Ramiro*

*Nefy*

*y*

*Sandra Yuridia*

*A Paulina Ríos Anzures que estuvo en todo tiempo apoyándome, las palabras de aliento y motivación para la culminación de mis estudios de licenciatura.*

*A mi hijo porque todavía estar por venir al mundo y por darme tanta felicidad a mi vida.  
Se que tendría tu apoyo con la conciencia debida.*

*A todas aquellas personas que han depositado en mi su amistad y confianza. Mil gracias.*

*Y con gran cariño y especial reconocimiento a mi México Lindo y Querido.*

*A cada una de las personas que han intervenido en mi formación personal y profesional, a todos... ¡GRACIAS!*

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Composición del humus líquido de lombriz.....	14
Cuadro 2. Distribución de los tratamientos y los niveles aplicados.....	25
Cuadro 3. Estadígrafos descriptivos preliminares.....	28
Cuadro 4. Características iniciales de semilla de melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) var. TopMark.....	33
Cuadro 5. Algunas características de las mezclas elaboradas a base de agua (H <sub>2</sub> O) y humus líquido de lombriz (HLL) de origen bovino y ovino.....	36
Cuadro 6. Semillas germinadas y sus estadísticos descriptivos.....	40
Cuadro 7. Cuadrados medios, nivel de significancia y coeficiente de variación, para la variable número de semillas germinadas (NSG).....	40
Cuadro 8. Comparación de medias para las variable número semillas germinadas (NSG) en semillas de melón.....	42
Cuadro 9. Cuadrados medios y su significancia para las variables diámetro de radícula (DR), longitud de radícula (LR), diámetro de plúmula (DP) y longitud de plúmula (LP) en plántulas de melón.....	43
Cuadro 10. Comparación de medias para la longitud de radícula (cm) en plántulas de melón, evaluado al cuarto día y séptimo día.....	43
Cuadro 11. Contenido de humedad de las semillas.....	53
Cuadro 12. Determinación del peso de las semillas.....	53
Cuadro 13. Determinación de las mediciones del tamaño de las semillas en mm.....	54

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas (NSG) en semillas de melón.....	54
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable diámetro de radícula (DR) en mm evaluado al 7° día en plántulas de melón.....	54
Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable longitud de radícula (LR) en cm evaluado al 4° día en plántulas de melón.....	55
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable longitud de radícula (LR) en cm evaluado al 7° día en plántulas de melón.....	55
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable diámetro de plúmula (DP) en mm evaluado al 7° día en plántulas de melón.....	55
Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula (LP) en cm evaluado al 7° día en plántulas de melón.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de localización del sitio experimental.....	20
Figura 2. Longitud de radícula (LR) evaluado al 4° día en plántulas de melón.....	56
Figura 3. Longitud de radícula (LR) evaluado al 7° día en plántulas melón.....	56
Figura 4. Método de secado a la estufa.....	57
Figura 5. Peso de mil semillas.....	57
Figura 6. Midiendo el tamaño de las semillas con ayuda de un vernier.	58
Figura 7. Obtención de diluciones elaboradas a base de agua (H <sub>2</sub> O) y humus líquido de lombriz (HLL) de origen bovino y ovino.....	58

## COMPENDIO

### **PORCENTAJE DE GERMINACIÓN ESTÁNDAR Y CARACTERÍSTICAS DE PLÁNTULA DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) VAR. TOPMARK CON CINCO NIVELES DE HUMUS LÍQUIDO DE LOMBRIZ**

Por

**Jeuel Bravo Roblero<sup>1</sup>**

Asesores

Àngel R. Cepeda Dovala<sup>2</sup>

Alejandra R. Escobar Sánchez<sup>2</sup>

Juan Manuel Cepeda Dovala<sup>2</sup>

Emilio Rascón Alvarado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tesista de la carrera Ingeniero Agrícola y Ambiental. <sup>2</sup>Profesores e Investigadores del Departamento Ciencias del Suelo. División de Ingeniería de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

RESUMEN. El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) en Laboratorio de Ensayos de semillas del Departamento de Fitomejoramiento y en el Laboratorio de Planeación Ambiental y Edafología del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad

Autónoma Agraria Antonio Narro ubicado en Buenavista, a siete kilómetros al sur de Saltillo, Coahuila, en el periodo invierno del 2008. Se evaluó el uso del agua destilada y el humus líquido de lombriz en relación a la germinación en semillas de melón (*Cucumis melo* L.), var. TopMark. Evaluando las variables: número de semillas germinadas, diámetro de radícula, longitud de radícula, diámetro de plúmula y longitud de plúmula: considerando estadísticos descriptivos: media ( $\bar{x}$ ), moda (Mo), mediana (Me), varianza ( $s^2$ ), desviación estándar (s), coeficiente de variación (CV), coeficiente de asimetría (CA) y curtosis (k). Se empleó un diseño completamente al Azar y la significancia de medias mediante la prueba de Tuckey a ( $P \leq 0.05$ ). En número de semillas germinadas (NSG) (CV = 41.94 %); longitud de radícula (LR) (CV= 26.23 %); y no se encontraron diferencias significativas en las variables diámetro radicular (DR) (CV= 29.72 %), diámetro de plúmula (DP) (CV= 24.73 %) y longitud de plúmula (LP) (CV= 35.32 %); y al no haber diferencia estadística no hubo necesidad de emplear el procedimiento de Tuckey  $\alpha = 0.05$  para la comparación de medias de tratamientos. En semilla de melón tuvieron una caída de germinación considerables. EL humus líquido de lombriz 100HLL, fue el tratamiento con el peor comportamiento para porcentaje de germinación y el 50HLL + 50H<sub>2</sub>O que fue el de mejor respuesta. El 100H<sub>2</sub>O también manifestó un efecto estimulante en la germinación de la semilla y fue el que presentó mayor longitud de radícula.

**Palabras clave:** Por ciento de germinación, Humus líquido de lombriz y Semilla de melón.

## **ABSTRACT**

### **PERCENTAGE OF GERMINATION STANDARD AND CHARACTERISTICS OF SEEDLING MELON (*Cucumis melo* L.) VAR. TOPMARK WITH FIVE LEVELS OF HUMUS LIQUID EARTHWORM**

By

**Jeuel Bravo Roblero<sup>1</sup>**

Advisers

Àngel R. Cepeda Dovala<sup>2</sup>

Alejandra R. Escobar Sánchez<sup>2</sup>

Juan Manuel Cepeda Dovala<sup>2</sup>

Emilio Rascón Alvarado<sup>2</sup>

ABSTRACT: This research was developed at the Center for Training Technology Seed (CCDTS) Laboratory testing seeds from the Department of Plant Breeding and in the Laboratory of Soil Science and Environmental Planning, Department of Soil Sciences of the Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro located in Buenavista, seven kilometers south of Saltillo, Coahuila, in the period winter of 2008. We evaluated the use of water and liquid humus earthworm in relation to the germination of seeds in melon (*Cucumis melo*



L.), var. TopMark. Assessing the variables: number of sprouts, root diameter, root length, plumule diameter and plumule length: considering descriptive statistics: mean ( $\bar{x}$ ), mode (Mo), median (Me), variance ( $s^2$ ), standard deviation (s), coefficient of variation (CV), coefficient of asymmetry (CA) and kurtosis (K). We used a completely randomized design and the method Tukey, there were significant differences ( $P \leq 0.05$ ) in the variables: number of sprouts (NSG) (CV = 41.94 %); root length (RL) (CV = 26.23 %); And there were no significant differences in the variables root diameter (RD) (CV = 29.72 %), plumule diameter (PD) (CV = 24.73 %) and plumule length (PL) (CV = 35.32 %); and not seeing of statistical difference there was no need to use the procedure Tukey  $\alpha = 0.05$  for the comparison of means of treatment. In melon seed germination had a considerable drop, being the earthworm humus liquid 100HLL with the worst behaviour for percent germination and 50HLL + 50H<sub>2</sub>O that was the best answer. The 100H<sub>2</sub>O also expressed a stimulating effect on seed germination and was presented longest root.

**Keywords:** Percent Germination, Humus liquid earthworm, Melon seed.

## I. INTRODUCCIÓN

En México, las hortalizas tienen un significado especial para la economía nacional por la fuerte cantidad de divisas que anualmente generan. Son además, una actividad para la cual se destina una importante superficie de siembra, entre las cuales figuran especies como el tomate, pimiento, cebolla y el melón. Estos cultivos son de gran arraigo popular, ya que generan gran demanda de mano de obra durante todo su ciclo de producción.

La producción de hortalizas es además una actividad económica muy especializada que día con día demanda de innovación tecnológica. Para hacer frente a estas demandas, la semilla como insumo estratégico debe reunir una serie de atributos que determinan la conveniencia o aptitud de ésta para sembrarse, traduciéndose como semilla de la más alta calidad.

Dentro de los ensayos de laboratorio para evaluar la calidad de semilla, la prueba estándar de germinación ha sido el criterio de calidad comúnmente utilizado, sin embargo, la información obtenida en dicha prueba resulta de poca utilidad con relación al potencial de germinación utilizando otros fitorreguladores de crecimiento para estimular la germinación de semilla. En este sentido conviene buscar nuevas alternativas de utilizar estimuladores de germinación orgánica que no contamine al suelo principalmente, como el humus líquido de lombriz, que además de ser un estimulante, interviene en la actividad enzimática de las semillas y/o sobre el proceso de respiración celular, actuando en los procesos de transferencia de electrones (Csicsor et al., 1994).

Para evaluar la germinación de semillas, una serie de pruebas han sido desarrolladas para cultivos específicos, no obstante pocas investigaciones se han enfocado a determinar la adecuación de estas pruebas en el cultivo de melón, de lo cual resulta en la necesidad de evaluar el potencial de dicho ensayo en cultivos hortícolas. Así mismo, el uso de diversos insumos en exceso tales como fertilizantes y agroquímicos generan diversos problemas económicos y ambientales, por lo cual el uso de humus líquido de lombriz presenta varias ventajas, tales como; no contaminar el medio ambiente, nula o poca toxicidad a otros organismos y costos bajos, entre otros.

Gracias a la acción de los grupos funcionales de las sustancias húmicas, se incrementa la velocidad de germinación al actuar directamente en la multiplicación celular, debido a la aceleración en la actividad enzimática que se encarga del desdoblamiento de las sustancias de reserva en las semillas. Además aumentan la longitud de la plúmula al acelerar el proceso respiratorio, lo que redundará en la intensificación del metabolismo e inducen la proliferación de raíz, al acelerar el proceso de respiración, aumentan la permeabilidad celular y estimulación hormonal, las cuales incrementan la longitud de la planta debido a que las moléculas de las sustancias húmicas, proporcionan electrones y oxígeno a las células vegetales (Lulakis, 1995; Furter et al., 1996; Wang et al., 1996; Xu et al., 1997; Muñoz et al., 1999; Rodríguez y Cordeiro, 1999).

Es necesario buscar nuevos procesos y mejorar los existentes mediante la aplicación de fertilización orgánica en semillas; generar conocimientos en respuesta a las demandas socioeconómicas específicas mediante la biotecnología para la remediación de suelos y del

medio ambiente, aplicando humus líquido de lombriz para germinar semillas (Cepeda, 2007). Por ello que el objetivo del trabajo fue determinar la efectividad del humus líquido de lombriz en cinco niveles para comparar la germinación de semillas de melón, evaluado en germinación estándar.

Considerando lo anterior, los objetivos e hipótesis del presente estudio son:

### **1.1. OBJETIVO**

Comparar el porcentaje de germinación estándar en semillas de melón (*Cucumis melo* L.) var. TopMark en soluciones diversas de agua destilada y humus líquido de lombriz a partir de estiércoles de ovino y bovino.

### **1.2. HIPÓTESIS**

La aplicación de humus líquido de lombriz en distintos niveles de solución con agua, permitiría obtener mejores condiciones de germinación en semilla de melón (*Cucumis melo* L.) var. TopMark.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Importancia**

En la República Mexicana, en los últimos años, las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la superficie sembrada, e incremento en la dieta alimenticia (Valadez, 1997).

Dentro de las hortalizas, unos de los cultivos más importantes por la superficie cosechada es el melón con 20,381.35 has (SIAP, 2004).

León (1984) menciona que en la actualidad las áreas de cultivo de cada hortaliza, es el factor de mayor peso en la demanda de semillas para siembra. Se tiene que la mayor parte de la producción de esas semillas se origina y se distribuye por empresas de capital extranjero y algunas variedades de escala reducida por empresas agrícolas privadas de capital mexicano.

Por las demandas que se derivan de la siembra de estos cultivos, se destinan grandes cantidades de semilla, lo cual juega un papel importante como insumo estratégico, puesto que influye de manera más determinante en los demás insumos involucrados dentro del sistema de producción. Esto implica que se requiera en gran medida de una elevada calidad de semilla.

## **2.2. Semilla**

La siembra se realiza casi exclusivamente con semillas provenientes del exterior; sin embargo, siempre hay agricultores que obtienen su propia semilla, aún por sistemas rudimentarios. En el melón es posible que el agricultor obtenga su propia semilla para utilizar en la próxima siembra, sin perder las características genéticas y agronómicas de la variedad.

La semilla constituye el germen de la vida, sin ella muchas plantas no pudieran reproducir su genoma, ni dejar constancia de su paso por la naturaleza. Ella lleva dentro las potencialidades de altos rendimientos, resistencia a factores bióticos y abióticos. Defenderla es garantizar el futuro de la humanidad. Las próximas generaciones deben ver en la semilla el paso de una generación que existió y sobrevivió por la protección de ese rico patrimonio genético que ella encierra y que se expresa en frutos y plantas de mejores cualidades (Varona, 1999).

Por ello la evaluación de la calidad de la semilla continúa llamando la atención de la industria semillera, puesto que el obtener dicha información, permite al agricultor tomar decisiones económicas con respecto al costo de la semilla, época y densidad de siembra y predicción de la uniformidad de establecimiento de plántulas. En tanto que al productor cree que con la información de la calidad de la semilla le puede revelar dónde ocurre una pérdida de viabilidad y además localizar las características adversas que puedan ser controladas. Así, la evaluación de la calidad de semillas puede tener un impacto significativo en mejorar el funcionamiento de la misma, lo cual culminará en

consideraciones económicas importantes, tanto para el agricultor como para el productor de semillas (McDonald, 1991).

Un paso importante en el ensayo de semillas fue resultado de la uniformización de los procedimientos de los análisis, además del establecimiento de los criterios para evaluar las plántulas, En la mayoría de los países los lotes de semilla a la venta requieren para su comercialización un nivel de germinación mínimo, determinado por la rutinaria prueba de germinación, la cual ha sido aceptada y se utiliza universalmente para determinar la calidad fisiológica de un lote de semillas (Sayers, 1983). La certificación de estos lotes se basa en este parámetro.

Para las semillas de hortalizas, el porcentaje mínimo requerido para certificación se ubica alrededor del 80 por ciento (SAG, 1975), por lo que es comprensible la tendencia asumida de que todos los lotes mayores a dicho valor son igualmente buenos en la eventual prueba de calidad. Respecto a la emergencia en campo, trabajos en muchos cultivos y varios países han demostrado que no siempre es el caso (Matthews, 1981), lo cual es una grave desventaja frente al desarrollo de técnicas modernas como la siembra directa y siembra de precisión donde se requieren de porcentajes más altos. Además, a medida que el costo de la semilla aumenta hay una tendencia a reducir la densidad de siembra (Lees, 1980), y si ésta no cumple las expectativas del agricultor puede resultar en la insatisfacción, tanto del agricultor como el productor. Por ello, no cabe duda de que el semillista y el consumidor demandan más información acerca de la calidad de la semilla, información que hasta ahora sólo es provista por la prueba estándar de germinación. En relación a lo anterior, consecuentemente se ha puesto mucho interés en desarrollar

metodologías para estimar un parámetro complementario de calidad de las semillas, el cual se ha denominado vigor (McDonald, 1991).

### **2.3. Vigor de semilla**

El vigor de la simiente es la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla o del lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula. Las semillas de buen comportamiento se denominan de alto vigor y aquellas de pobre comportamiento serán consideradas semillas de bajo vigor (Perry, 1981).

El término “vigor de la semillas” se da con mucha frecuencia en la literatura del análisis de simientes y su origen puede ser ubicado en la historia del ensayo de semillas, al respecto Nobbe (1876) citado por Perry (1981), fue el primero en distinguir entre germinación y vigor de la semilla, al identificar que las propiedades de cada semilla, tales como velocidad de germinación y crecimiento de plántulas varían dentro de cada lote de semillas, así como las medias entre los lotes diferentes. A este fenómeno le dio el nombre de “triebkräft” literalmente fuerza conductora (Heydecker, 1972), por lo que esta propiedad de la semilla ha recibido varios nombres entre ellos: “valor de siembra”, “viabilidad de la semilla”, “energía de germinación” y “vigor”, siendo este último término el más ampliamente aceptado y usado (Lees, 1980).

El vigor de la semilla es aceptado ahora como un importante componente de la calidad de la misma. No obstante el tema es complejo, como lo demuestra el hecho de que



tomó el comité de ensayos de vigor de la ISTA 27 años en concordar en una definición de vigor (Hampton y Coolbear, 1990).

#### **2.4. Factores que afectan el vigor**

Todos los componentes de la calidad de la semilla comienzan a determinarse sobre la planta madre hasta que ésta alcanza su madurez fisiológica, la cual es el punto donde convergen el máximo peso seco, viabilidad y vigor de la semilla (AOSA, 1983). Sin embargo, el deterioro de la calidad se inicia casi inmediatamente después de formada la semilla y es seguida por una serie de acontecimientos, que de continuarse conducen en definitiva a la muerte de la misma, en éste sentido, una pequeña diferencia en el porcentaje de germinación representa una gran diferencia en el progreso del deterioro (Ellis y Roberts, 1993), por lo que en estas circunstancias, el ensayo del vigor se hace necesario.

Una serie de sucesos se involucran en el deterioro de la semilla. Al respecto, Roberts (1993) señala que un número de enzimas particularmente aquellas relacionadas con la actividad reductiva tienden a disminuir su actividad, en tanto que otras, particularmente algunas enzimas hidrolíticas tienden a incrementarse; esta secuencia de sucesos traen consigo el deterioro de las membranas celulares como un resultado de la actividad de la enzima peroxidasa. Estas reacciones causan la formación de radicales libres intermedios y peroxidasas inestables bajo la presencia de oxígeno, lo cual se refleja en una menor respiración, mayor exudado de electrolitos y un decremento de la actividad enzimática, todo aquello puede ser reflejado en una menor y más lenta germinación (Delouche y Baskin, 1973). Muchos factores afectan el desarrollo de la semilla, y así, el vigor de la misma; es por ello que el alto vigor en semillas está relacionado con las

condiciones genéticas ambientales bajo las cuales se producen, así como las condiciones de almacenamiento de la misma (Cantliffle, 1981).

Perry (1981) menciona la serie de factores que acontecen sobre las variaciones de vigor han sido clasificadas en: constitución genética, condiciones ambientales y nutrición de la planta madre, estado de madurez a la cosecha, tamaño de la semilla, peso y densidad, integridad física, deterioro, envejecimiento y presencia de patógenos.

## **2.5. Importancia del vigor**

Parámetros de la calidad fisiológica de semilla y plántula fueron investigado por Popinigis (1985), dentro de los cuales se destaca por su importancia el vigor de la semilla. El vigor de la semilla es una característica muy importante puesto que se ha detectado que es la principal causa sobre la discrepancias entre germinación y la emergencia en campo, particularmente cuando las condiciones de siembra son adversas (Mathews, 1980). Así lo demuestra el estudio realizado por la ISTA en 1988, donde el 83 por ciento de sus estaciones afirman que los métodos de vigor fueron necesarios para satisfacer las demandas de los clientes, de éstos, el 65 por ciento realizaron dichos ensayos (Hampton, 1993). En este sentido se estima que se realizan anualmente entre 600,000 y 700,000 pruebas de vigor solo en las estaciones de la ISTA (Venter, 2000). Por su parte, la AOSA señala que más del 75 por ciento de sus laboratorios afiliados realizan de manera rutinaria uno o más ensayos de vigor (McDonald, 1993).

Las pruebas de vigor pueden también revelar dónde ocurre una reducción de calidad, por lo que los diseñadores de plantas, compañías semilleros a los usuarios de

semillas pueden así establecer sus propios estándares de acuerdo con sus objetivos de calidad de semilla (AOSA, 1983). Además, pruebas de vigor pueden ser usadas para decidir que materiales pueden ser almacenados con seguridad (Powell y Matthews, 1984).

Es común que los resultados de las pruebas de vigor sean muchas veces reportados en escalas de vigor alto, medio o bajo; o bien, como vigor fuerte o débil, sin embargo, éstas categorías no proveen la información necesaria para agricultores o semillistas (Delouche, 1986).

## **2.6. Ensayos**

### **2.6.1. Germinación estándar**

Por definición y de acuerdo a la AOSA, germinación de semillas es la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales, las cuales para la especie de semilla en cuestión, son indicativas de su habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables (McDonald, 1993). Por ello, la prueba de germinación es el medio más objetivo para producir y evaluar el potencial de germinación de una simiente y ha sido aceptado universalmente para determinar la calidad fisiológica de un lote de semillas (Sayers, 1983).

La germinación estándar, nos sirve para ajustar la densidad de siembra de los cultivos y para evitar la comercialización de semillas con mínima germinación que conllevarían a fracasos en su establecimiento.

Considerando las condiciones favorables bajo las cuales se conduce el ensayo estándar de germinación y teniendo presente que dichas condiciones difícilmente son

encontradas al momento de la siembra, se dice que los valores de germinación estándar sobreestiman la emergencia real en campo, por lo que en muchos casos dicha emergencia es considerablemente menor (McDonald, 1993). No obstante Bekendam et al., (1987) al estudiar la relación entre la emergencia en campo y el vigor en lotes de semillas de cebolla, remolacha azucarera y lino encontraron una buena correlación entre la prueba de germinación estándar y la emergencia en campo, no así con la prueba de envejecimiento acelerado, concluyendo que para estas especies no se justifica la evaluación del vigor como una segunda herramienta para evaluar la calidad de la semilla adicional a la prueba de germinación. Así mismo, Makkawi et al., (1999) obtuvieron una exacta estimación de la emergencia en campo en semilla de lenteja por medio de la prueba estándar de germinación.

### **2.6.2. Primer conteo de germinación**

Considerando en la velocidad de germinación que el por ciento de plántulas normales registradas en el primer conteo representan a las semillas de rápida germinación y puede ser usado como un índice de vigor (Copeland y McDonald, 1985), la ISTA propuso utilizar el primer conteo en una prueba de germinación como un ensayo de vigor no oficial; sin embargo, el procedimiento fue eliminado posteriormente debido a inconsistencias en resultados entre laboratorios (McDonald, 1975). Así lo señalan Lovato y Cagalli (1992), quienes al comparar la prueba de germinación y varias maneras de evaluar el vigor en treinta lotes de semilla de remolacha azucarera con el establecimiento en campo no encontraron correlación entre el primer conteo de germinación evaluado al cuarto día y la emergencia en campo; sin embargo una de las variantes fue evaluar la germinación al séptimo día, encontrando una correlación significativa con la emergencia en campo. No

obstante al someter la semilla a estrés de agua encontraron correlaciones altamente significativas, tanto para la evaluación del cuarto como del séptimo día, con lo cual se reafirma la propuesta de utilizar más de una prueba o la combinación de éstas en el ensayo (McDonald, 1975).

### **2.6.3. Velocidad de germinación**

La velocidad de germinación es uno de los conceptos más antiguos de vigor (AOSA, 1983), encontrándose que lotes de semilla con idénticos porcentajes de germinación total pueden variar en su velocidad de emergencia y crecimiento. Por lo que se dice que el número de días que requiere un lote para alcanzar el 90 por ciento de germinación puede ser usado para medir la velocidad de germinación (AOSA, 1983), o bien, por medio de la sumatoria del número de plántulas de cada conteo entre el número de días respectivos después de la siembra, obteniéndose así un índice de vigor (Maguire, 1962). En este sentido se tiene que las semillas vigorosas, excepto cuando están latentes, es de esperarse que germinen rápida y uniformemente y emerjan bien en condiciones de campo, mientras que las de bajo vigor germinan desuniformemente y tienen una baja emergencia en campo (Powell y Matthews, 1994) y por un periodo más largo (Powell et al., 1991). Por lo tanto, se entiende que los efectos deletéreos se manifiestan en una lenta germinación y disminución de la velocidad de crecimiento de las plántulas, las cuales muchas veces son indicativas de carencia de vigor (Roberts, 1973). Dicha prueba puede efectuarse además en invernadero o en campo (Andrews, 1972), por lo que aún cuando las condiciones del subsuelo no permitan la germinación inmediatamente después de la siembra, las semillas vigorosas son capaces de sobrevivir y aún producir plántulas sanas, vigorosas y un buen cultivo (Heydecker, 1972).

Al respecto, McDonald (1975) menciona que la velocidad de emergencia fue sugerida como una prueba de vigor y como ventajas señala que la prueba es barata, rápida, no requiere equipo especializado y de entrenamiento adicional para su evaluación. Dentro de las desventajas se tiene que la humedad y la temperatura sino son controladas causan variabilidad al influir profundamente en la germinación, lo cual repercute en su estandarización; además, la habilidad del analista para interpretar el concepto claro de germinación exige uniformidad de criterio y no puede usarse en el caso de semillas latentes. Además en comparación con la prueba de germinación estándar requiere de poco trabajo adicional (Copeland y McDonald, 1985).

Por su parte Lafon y Baker (1986) manifiestan que la selección del vigor de plántula en semilla de trigo puede ser realizada por medio de la velocidad de germinación, conjuntamente con otros parámetros como el tamaño de semilla; no obstante, González y Martínez (1994) no encontraron diferencias estadísticas al evaluar la influencia del tamaño de la simiente de frijol sobre la calidad fisiológica, medida ésta mediante la velocidad de germinación.

Al respecto, Heydecker (1972) señala que bajo condiciones favorables, la velocidad de germinación no siempre será un componente esencial del vigor de la semilla. Sin embargo se ha encontrado que la reducción de la viabilidad de la semilla de cebolla de 95 a 85 por ciento se asocia a un aumento del tiempo medio de germinación de la semilla sobreviviente del 36 por ciento, mientras que en la semilla de col, ésta pérdida de viabilidad se asoció a un aumento del 75 por ciento en el tiempo medio de germinación de la semilla sobreviviente (Ellis y Roberts, 1993).

## 2.7. Caracterización y uso del humus líquido de lombriz

La Lombricultura es una biotecnología que utiliza la lombriz Roja de California para reciclar todo tipo de materia orgánica transformándola en humus. Ayuda al hombre a reciclar los restos de la mayoría de las materias orgánicas que produce tanto de origen animal como doméstico, poniendo a su disposición un producto totalmente ecológico y reconocido como ideal para el alimento de cualquier clase de plantas y germinación de semillas. Es un producto 100 % orgánico que se origina en el proceso de producción del humus por la acción de la lombriz de tierra *Eisenia foetida*, conocida como “roja californiana”. La composición del humus líquido de lombriz (Cuadro N° 1) requiere de distintos análisis (elementos nutrimentales) para su venta comercial.

Cuadro 1. Composición del humus líquido de lombriz.

Parámetros	Unidades	Símbolo	Contenido
<b>Nitrógeno</b>	%	N	0.65
<b>Fósforo</b>	%	P	0.01
<b>Potasio</b>	%	K	1.21
<b>Calcio</b>	%	Ca	1.87
<b>Magnesio</b>	%	Mg	1.06
<b>Sodio</b>	%	Na	1.51
<b>Ácidos húmicos</b>	%	AH	5.01
<b>Ácidos fúlvicos</b>	%	AF	1.48
<b>Hierro</b>	Mg kg <sup>-1</sup>	Fe	14
<b>Zinc</b>	Mg kg <sup>-1</sup>	Zn	2.3
<b>Manganeso</b>	Mg kg <sup>-1</sup>	Mn	3.1
<b>Cobre</b>	Mg kg <sup>-1</sup>	Cu	3.1
<b>Boro</b>	Mg kg <sup>-1</sup>	Bo	27
<b>Flora microbiana benéfica</b>	Ufc/ml	Fmb	1.1x10 <sup>6</sup>

Fuente: Planta de Lombricultura. Sección Agrotecnia. 2008.

## **2.7.1. Características**

### **2.7.1.1. Beneficios**

El humus líquido de lombriz es un bioestimulante para la germinación de semilla. Según Vivas (2001) es recomendado para todos los cultivos agrícolas y plantas ornamentales, muy eficaz para la germinación, anclaje y crecimiento de las plántulas de maíz, tomate, chile, caña de azúcar, frutales, papaya y leguminosas como frijol, garbanzo, etc. Influye en la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas, aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Además estimula el desarrollo radicular lo que permite eficientar la toma de agua y nutrientes, su aporte en la capacidad de intercambio catiónico radicular aportando nutrientes, contienen ácidos húmicos y fúlvicos que propicia la formación de quelatos con sus propios nutrientes, aumenta la resistencia de la planta a plagas y enfermedades y favorece la absorción radicular.

### **2.7.1.2. Usos**

Básicamente el humus líquido de lombriz es abono orgánico 100% natural. Además se utilizan para la aplicación de ciertos cultivos como tomate, chile, hortalizas, cucurbitáceas, frutales, cereales, maíz, áreas verdes y plantas de ornatos entre otros cultivos. La aplicación del humus la mayoría lo hacen por sistemas de riego (aspersión). El uso del fertilizante humus líquido de lombriz puede ser muy útil en la germinación de semillas de plantas del desierto, por mencionar, de las familias de las Mimosas: las del género Acacia (huizache) o del género Prosopis (mesquite), y de otros géneros y especies,



palma china (*Yuca filifera*), nopal (*Opuntia spp.*), maguey (*Agave sp.*), y Pino piñonero (*Pinus cembroides*) (Cepeda, 2007).

## **2.8. Efectos en la germinación y en el crecimiento radicular**

Uno de los efectos generalmente asumidos por el líquido lombri-humus es su influencia en la germinación de las semillas. Durante los últimos años en el Departamento de Agroquímica y Bioquímica de la Universidad de Alicante se han ocupado de los efectos directos de las sustancias húmicas, en especial de su influencia en la germinación de semillas de diferentes cultivos en medio salino. Ramos (2000) concluyó que la aplicación de sustancias húmicas de diferentes orígenes mejoraban el porcentaje de germinación de semillas de tomate cv. Daniela en condiciones *in vitro*, sin embargo la dosis máxima mejor que la germinación (dosis óptima), no solo era la misma en todos los casos, sino que dentro de un mismo grupo de sustancias húmicas con el mismo origen, dicha dosis variaba considerablemente según producto empleado.

Ramos (2000), después de comprobar el efecto bioestimulante de las sustancias húmicas sobre la germinación en condiciones ideales, estudió su efecto en condiciones salinas. Los resultados mostraron que el origen de las sustancias húmicas influía sobre la germinación de semillas de tomate cv Daniela; las procedentes de turba y residuos vegetales mejoraban el porcentaje y el índice de germinación en medio salino (3 y 6 mS/cm); sin embargo de las sustancias húmicas de lignito ensayadas muy pocas mejoraban la germinación de semillas y las que lo hacían eran en condiciones de salinidad no muy severas (3 mS/cm).

Vivas (2001) estudió los efectos de las sustancias húmicas de diferentes orígenes en la germinación de semillas de pimiento cv Roldán. Los resultados no mostraron ninguna mejoría en la germinación por la aplicación de compuestos húmicos Ayuso et al., (1996) han observado que los incrementos del índice de germinación en pimiento causados por las sustancias húmicas eran más significativos y homogéneos para las procedentes de materiales más humificados como la turba o leonardita. Las sustancias húmicas procedentes de compost o residuos urbanos inhibían para algunas dosis los procesos dependiendo del cultivo ensayado.

Las fracciones más eficaces en la mejora de la germinación parecen ser aquellas de mayor peso molecular (Dell'Ámica et al., 1994).

El aumento de la germinación producido por la acción de las sustancias húmicas ha sido justificado por autores como Smidova (1962) considerando que estos materiales influían en la actividad enzimática de las semillas y/o sobre el proceso de respiración celular, actuando en los procesos de transferencia de electrones (Csicsor et al., 1994). Este efecto puede ser atribuido a radicales semiquinónicos que siempre existen en los ácidos húmicos. Estos radicales se enlazan a oxígeno atmosférico y de este modo producen oxígeno activo (Jurcsik, 1994). En este proceso de transferencia de  $O_2^-/e^-$  se produce la formación de radicales superóxidos o hidrogenosuperóxido, responsables de los efectos fisiológicos de las sustancias húmicas. El electrón tomado por el oxígeno atmosférico es sustituido por un electrón de una molécula de agua debido a la radiación ionizante procedente de la luz solar.

## 2.9. Densidad poblacional y la calidad de la semilla

Las poblaciones siempre se han considerado importantes en producción tradicional y hay varios estudios para las distintas especies, pero son pocos los que existen para la producción de semillas. Desde este punto de vista se ha visto que la curva de rendimiento tradicional puede ser distinta cuando el objetivo de la producción es semilla, obteniéndose poblaciones óptimas mayores o menores que para la producción convencional. A continuación se citan algunos de los estudios existentes para la determinación de poblaciones óptimas cuando el objetivo es producción de semilla, en otros estudios si bien el objetivo no es la producción de semilla los efectos que se observan ocurren sobre el órgano que se ocupa como semilla.

En pimiento se ha visto efecto de la densidad de plantación sobre la calidad de la semilla, medida como porcentaje de germinación. Con el uso de mayores densidades (3,27 y 3,81 plantas/m<sup>2</sup>) se obtienen porcentajes altos de germinación cuyos valores son de aproximadamente 86 y 85 % respectivamente, mientras que con bajas densidades (2,86 plantas/m<sup>2</sup>) disminuye el porcentaje a aproximadamente 68,5 % (Barra, 1998).

En estudios realizados en melón (Nerson, 2002) se observó que en el cultivar TopMark el porcentaje de germinación en semillas provenientes de frutos pequeños aumentó al incrementarse la densidad poblacional con valores que van desde 65 % (2 plantas/m<sup>2</sup>) hasta 90 % (12 plantas/m<sup>2</sup>) en frutos < 500 g. Para frutos entre 500-1000 g aumentó de 85 % (0,5 plantas/m<sup>2</sup>) a 96 % (12 plantas/m<sup>2</sup>), para frutos entre 1000-1500 g aumentó de 83 % (2 plantas/m<sup>2</sup>) a 100 % (16 plantas/m<sup>2</sup>). Esta tendencia es propuesta en el cultivar 'Noy Yizre'el' para semillas cosechadas desde frutos que pesaron entre 500-1000

g, la germinación disminuyó de 61 % (0,5 plantas/m<sup>2</sup>) a 50 % (16 plantas/m<sup>2</sup>), en frutos que pesaron entre 1000-1500 g disminuyó de 78 % (0,5 plantas/m<sup>2</sup>) a 23 % (16 plantas/m<sup>2</sup>) y en frutos de 1500-2000 g disminuyó de 80 % (0,5 plantas/m<sup>2</sup>) a 36 % (12 plantas/m<sup>2</sup>). Las semillas de frutos grandes y pequeños tendió a tener más baja germinación que las de frutos de tamaño intermedio (Nerson, 2002).

A pesar que existen ventajas no se debe olvidar que aumentos en la densidad poblacional conllevan una mayor competencia entre plantas por luz y CO<sub>2</sub>, lo que alteraría el desarrollo de la planta a través de una mayor competencia en la planta por los nutrientes producidos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El apartado se presentan en dos partes: empezando por localización geográfica, materiales y métodos.

#### 3.1. Localización geográfica

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) del Departamento de Fitomejoramiento y en el Laboratorio de Planeación Ambiental y Edafología del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, con coordenadas  $25^{\circ} 23' 42''$  de latitud norte,  $100^{\circ} 50' 57''$  de longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm (Figura N° 1).

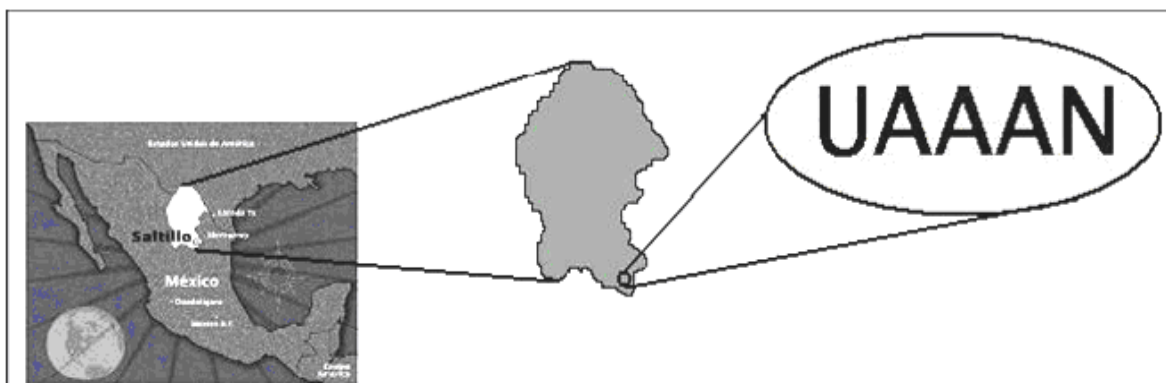


Figura 1. Mapa de localización del sitio experimental.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material Vegetal**

Se utilizó semillas de melón var. TopMark, con un 99% de pureza, 85% de germinación y 1% inerte.

### **3.2.2. Material de laboratorio**

- Agua destilada
- Humus líquido de lombriz de origen bovino y ovino
- Toallas de papel (sanitas) o sustrato
- Bolsas de polietileno
- Probeta de 250 mL
- Balanza
- Cajas de aluminio
- Estufa de secado
- Cámara germinadora con control de temperatura
- Atomizadores (spray) de 1 L
- Tambo de 100 L
- Botella de 500 mL
- Vernier
- Cinta métrica
- Calculadora
- Cámara fotográfica

- Lápiz especial
- Libreta de apuntes

En esta investigación se estudiaron las siguientes variables: número de semillas germinadas, diámetro de radícula, longitud de radícula, diámetro de plúmula y longitud de plúmula.

Para una caracterización más confiable de las semillas empleadas se le determinó: contenido de humedad, peso de mil semillas, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grosor longitudinal.

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Caracterización de semilla**

##### **3.3.1.1. Contenido de humedad**

El método utilizado para determinar el contenido de humedad fue el secado en estufa (Figura N° 4 del Apéndice). Se asume que solamente se elimina agua mediante el calor aplicado a la muestra; se pesa la materia seca y por diferencia de peso se calcula el contenido de humedad expresado en porcentaje. Existen dos formas de señalar el contenido de humedad: con base en peso húmedo y con base en peso seco. En el primer caso, se calcula por diferencia entre el peso original de la muestra (peso seco). Esta forma se usa en el comercio de granos y semillas (Moreno, 1996).

Se secaron las cajas de aluminio por una hora a 105 °C hasta peso constante (peso del recipiente solo), luego se agregó en ellos 4 g de semillas a contenido de humedad de envasado y se pesó de nuevo (peso del recipiente más semilla). Enseguida se introdujo el recipiente con semillas en la estufa de secado previamente calentada a 130 °C (ISTA, 1993) y permaneciendo las semillas en secado por una hora a partir de que la temperatura anterior se estabilizó. Después de ello, se retiraron los recipientes con semilla al desecador para poder manipularlos y obtener el peso de semilla más recipiente después del secado. Enseguida se restó del peso de semillas a envasado, el peso de semilla después de secado y se obtuvo el contenido de humedad.

### **3.3.1.2. Peso de mil semillas**

El objetivo de esta prueba fue determinar el peso de mil semillas de una muestra. Se contó el número de semillas en un determinado peso de semilla pura y se calculó el de mil semillas.

Primeramente se contó el número de semillas en un determinado peso de semilla pura. Esta semilla pura obtenida en el análisis de pureza se tomaron al azar ocho repeticiones de 100 semillas cada una; el conteo se hizo manualmente (Figura N° 5 del Apéndice). Cada una de las ocho repeticiones se pesaron en gramos con el mismo número de cifras decimales que en el análisis de pureza. Enseguida calculamos varianza ( $S^2$ ), la desviación típica (S) y el coeficiente de variación (CV) de la siguiente manera:



$$S^2 = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

en donde: x = peso en gramos en cada repetición

n = número de repeticiones

$\Sigma$  = sumatoria

$\bar{x}$  = media del peso de 100 semillas

### **3.3.1.3. Diámetro polar, diámetro ecuatorial y grosor longitudinal de la semilla**

En la Figura N° 6 del Apéndice se aprecia el momento de la determinación de estos parámetros, se utilizó el vernier para obtener las medidas promedio en mm de 20 semillas.

### **3.3.2. Preparación de las diluciones de humus líquido de lombriz**

#### **3.3.2.1. Obtención de la mezcla**

En un tambo de plástico de 100 Litros se mezclaron 20 litros de humus líquido de lombriz (HLL) obtenido a partir de estiércol de bovino y ovino. De este volumen se tomaron las porciones y se diluyeron con agua destilada en los porcentajes para los tratamientos marcados en el Cuadro N° 2.

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos y los niveles aplicados.

<b>Tratamientos</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	100 % HUMUS LÍQUIDO DE LOMBRIZ
<b>T<sub>2</sub></b>	75 % HUMUS LÍQUIDO DE LOMBRIZ + 25 % AGUA DESTILADA
<b>T<sub>3</sub></b>	50 % HUMUS LÍQUIDO DE LOMBRIZ + 50 % AGUA DESTILADA
<b>T<sub>4</sub></b>	75 % AGUA DESTILADA + 25 % HUMUS LÍQUIDO DE LOMBRIZ
<b>T<sub>5</sub></b>	100 % AGUA DESTILADA (testigo)

### **3.3.3. Caracterización de las diluciones de humus líquido de lombriz**

A las disoluciones se le determinó Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Hierro (Fe) que fueron analizados en el Laboratorio de Servicios Generales por el método de Absorción Atómica (Espectrofotómetro). Para la determinación de Potencial de iones hidrógeno (pH), Conductividad eléctrica (CE), tuvimos que hacer cuatro repeticiones para cada tratamiento y anotamos el promedio, dándonos lectura de contenido de sales al mismo tiempo. Además se le determinó Sólidos totales (ST) retomando el mismo procedimiento anterior, tuvimos que hacer cuatro repeticiones y anotamos el promedio de las lecturas. Estos análisis fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Planeación Ambiental y Edafología del Departamento de Ciencias del Suelo por el método de secado a la estufa. Con respecto a los ácidos húmicos (AH) y ácidos fúlvicos (AF) fueron analizados por el método modificado por López (2006). Además se analizó conductividad eléctrica (CE) por el aparato Puente de Wheastone y densidad.

### **3.3.4. Prueba de germinación estándar**

Para ello se hicieron unidades experimentales de 25 semillas de melón (*Cucumis melo* L.) var. TopMark y se acomodaron sobre toallitas de papel (sanitas), considerado como un sustrato que tiene la función de proveer humedad adecuada y sostén a las semillas durante su germinación (Moreno, 1996). Este fue humedecido con la dilución correspondiente y guardado dentro de una bolsa de polietileno e introducido en una cámara de germinación a temperatura constante de 25 °C (ISTA, 1993). Así mismo, las plántulas utilizadas para determinar la longitud de plúmula y raíz provinieron de la prueba de germinación estándar midiéndose en cm. Para el peso seco de plántulas se utilizaron las plántulas de las pruebas de germinación estándar y se colocaron en bolsas de papel estraza perforadas, se sometieron a un proceso de secado a 65 °C por 24 horas, el resultado se expresó en miligramos por planta.

#### **3.3.4.1. Primer conteo**

A los cuatro días se hizo el primer conteo de germinación, registrándose el número de plántulas normales, plántulas anormales. También se registró el número de semillas duras (sin germinar), procediéndose a calcular los porcentajes respectivos.

#### **3.3.4.2. Segundo conteo**

Según en las reglas de la ISTA (1993), se hizo el segundo conteo a los siete días registrándose plántulas normales, plántulas anormales y un registro de número de semillas duras (sin germinar), procediéndose a calcular los porcentajes respectivos. Enseguida se

evaluaron solo plántulas normales de cada tratamiento, midiéndose longitud de plúmula, longitud de radícula, grosor de plúmula y grosor de radícula.

#### **3.3.4.3. Longitud de plúmula y radícula**

Se midieron solo las plántulas normales detalladas por la ISTA (1993) clasificándolas en tres categorías: plántulas intactas, plántulas con ligeros defectos y plántulas con infección secundaria.

#### **3.3.4.4. Grosor de plúmula y radícula**

Al igual que la interior, se tomaron en cuenta las mismas reglas detalladas por la ISTA (1993).

#### **3.3.5. Arreglo experimental y análisis estadístico de los datos**

En el análisis estadístico de este experimento se realizó en dos partes; primero se llevó a cabo la estadística descriptiva y segundo se utilizó el diseño experimental completamente al azar.

##### **3.3.5.1. Estadística descriptiva**

Se empleó la estadística descriptiva, con el fin de conocer preliminarmente la respuesta que tuvieron los materiales a diferentes proporciones; 100 por ciento humus líquido de lombriz (100HLL), 75 por ciento humus líquido de lombriz más 25 por ciento

agua destilada (75HLL + 25H<sub>2</sub>O), 50 por ciento humus líquido de lombriz más 50 por ciento agua destilada (50HLL + 50H<sub>2</sub>O), 75 por ciento agua destilada más 25 por ciento humus líquido de lombriz (75H<sub>2</sub>O + 25HLL) y como testigo 100 por ciento agua destilada (100H<sub>2</sub>O), considerando las siguientes variables de estudio: número de semillas germinadas (NSG) (%), diámetro de radícula (DR), longitud de radícula (LR), diámetro de plúmula (DP) y longitud de plúmula (LP); se emplearon los siguientes estadígrafos: Medidas de tendencia central: media ( $\bar{x}$ ), moda (Mo), mediana (Me); Medidas de variación: varianza ( $s^2$ ), desviación estándar (s), coeficiente de variación (CV); además se obtuvo el coeficiente de asimetría (CA) y la curtosis (k), para conocer la forma de la curva normal (Cuadro N° 3).

Cuadro 3. Estadígrafos descriptivos preliminares.

<b>Estadígrafo</b>	<b>Ecuación (fórmula)</b>
Media	$\bar{x} = \sum xi / n$
Moda	Valor que se presenta con mayor frecuencia.
Mediana	Es el valor medio o la media aritmética de los dos valores medios.
Varianza	$S^2 = \frac{(x1 - \bar{x})^2 + (x2 - \bar{x})^2}{n}$
Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$
Coeficiente de variación	$CV = \frac{S}{\bar{X}}(100)$
Asimetría	Caracteriza el grado de asimetría de una distribución con respecto a su media.
Curtosis	Representa la elevación o achatamiento de una distribución, comparada con la distribución normal.

Fuente: Microsoft Excel, Windows Vista (2007).

### 3.3.5.2. Diseño experimental

Se evaluaron cinco variables de estudio en prueba de germinación en semillas de melón (*Cucumis melo* L.) var. TopMark con el uso de agua destilada y humus líquido de lombriz ordenados aleatoriamente en cinco tratamientos, a razón de 4 repeticiones por tratamiento. Se utilizó un diseño completamente al azar, y el modelo lineal considerando a Steel y Torrie (1993) se presenta a continuación:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ . Tratamientos;  $j = 1, 2, 3, 4$ . Repeticiones.

$\gamma_{ij}$  = Es la variable en estudio

$\mu$  = Media poblacional

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

$\varepsilon_{ij} \sim N I(0, \sigma^2)$  = El error experimental se distribuye normal, independientemente con media poblacional 0 y una varianza  $\sigma^2$  (Cepeda, 2004).

Se obtuvieron los coeficientes de variación expresado en porcentaje (%) y no se encontraron diferencias estadísticas por lo que no fue necesario realizar la comparación múltiples de medias con prueba Tuckey ( $P \leq 0.05$ ). Pero si fue recomendable hacer las

comparaciones de medias, cuando se encontró significancia estadísticamente, empleándose los métodos de Tuckey (Steel y Torrie, 1993).

### **3.3.6. Variables evaluadas**

#### **3.3.6.1. Número de semillas germinadas (NSG)**

Se hizo un solo conteo de las semillas germinadas a los siete días según la ISTA (1993) clasificándolas como plántulas normales a las que tenían estructuras esenciales bien desarrolladas.

#### **3.3.6.2. Diámetro de radícula (DR)**

Con ayuda de un vernier se evaluó al cuarto y séptimo día (ISTA 1993), se hizo esta medición para plantas normales, aquellas que presentaban un sistema radicular bien desarrollado.

#### **3.3.6.3. Longitud de radícula (LR)**

Evaluated también al cuarto y séptimo día en plántulas normales a las que tenían estructuras esenciales y una longitud de radícula superior a 5 cm.

#### **3.3.6.4. Diámetro de plúmula (DP)**

Fue evaluado también al cuarto y séptimo día, haciendo la medición para plántulas normales con tallos de la plántula bien desarrollados.

### **3.3.6.5. Longitud de plúmula (LP)**

Se tomaron también plántulas normales y una longitud del hipocotilo de 2 cm, con tallos intactos bien definidos evaluados al cuarto y séptimo día. Se midieron desde la base del tallo hasta la punta.

Los cálculos numéricos se realizaron considerando distintos procedimientos: calculadora, programa estadístico de Microsoft Office Excel (2007) para el Modelo Probabilístico de la Distribución Normal, el programa de la Universidad Autónoma de Nuevo León UANL (Olivares, 1994), y el programa de Statistics Analysis System (SAS, 2005), para el diseño experimental, con la finalidad de ser más exactos y precisos (Cepeda, 2007).



## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Características de las semillas**

A continuación en el Cuadro N° 4, se presentan los resultados de las características de las semillas evaluadas en el Laboratorio de Planeación Ambiental y Edafología del Departamento de Ciencias del Suelo.

Se hicieron los pesos de cuatro repeticiones en base a peso húmedo y peso seco del recipiente más semillas y el contenido de humedad expresado en porcentaje. Según los cálculos obtenido para la semilla húmeda fue de 3.9952 g y el contenido de agua es a 0.2724 g, entonces en 100 g obtenemos 6.82 % de humedad de las semillas. Como primer impresión se aprecia un contenido de humedad notoriamente por debajo del porcentaje de humedad comercialmente aceptado para las semillas de 14 %. Esto indica que no es aceptado para el comercio de granos y semillas. Dado que el contenido de agua de una muestra, que se traduce en pérdida de peso al desecarla según las instrucciones dadas en las Reglas Internacionales de Análisis de la ISTA (1993). Se expresa como porcentaje del peso de la muestra inicial.

Para el peso de semillas, tuvimos que anotar el peso promedio de 100 semillas en ocho repeticiones calculando el peso de mil semillas.

Como el coeficiente de variación (CV) excedió los límites mayor a 4 % recomendado para este cultivo (Moreno, 1996), tuvimos que contar y pesar de nuevo otras 8 repeticiones y calculamos la desviación típica (S) para las 16 repeticiones y descartamos la repetición 6 por que difería de la media, quedando solo 15 repeticiones para los cálculos. Se obtuvo una varianza ( $S^2$ ) de 0.002211, una desviación típica (S) de 0.04721 y un coeficiente de variación (CV) 1.7 %. Según Moreno (1996) menciona que si el coeficiente de variación (CV) es  $< 4.00$  es correcto y aceptado el peso de 1000 semillas. Tenemos que 100 semillas tuvieron un peso promedio de 2.77242 g y en 1000 semillas pesaron 27.724 g. Según los resultados arrojados se encontró 36 semillas por gramo. Lo cual, están dentro del límite estipulado por la ISTA (1993) donde señala que la cantidad de semillas por gramo varía según las variedades. De acuerdo a los melones del grupo Cantalupensis, encontramos de 30 a 40 semillas por gramo.

Respecto al diámetro polar se obtuvo un promedio de 10.56 mm, con diámetro ecuatorial de 4.38 mm y un grosor longitudinal de 1.66 mm. Estas medidas son imprescindibles, puesto que nos da una idea clara del tamaño de la semilla al momento de poderlos usar en investigación.

Cuadro 4. Características iniciales de semilla de melón (*Cucumis melo* L.) var. TopMark.

<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Contenido de humedad</b>	%	6.82
<b>Peso de 1000 semillas</b>	g	27.724
<b>Diámetro polar</b>	mm	10.560
<b>Diámetro ecuatorial</b>	mm	4.38
<b>Diámetro longitudinal</b>	mm	1.66

#### **4.2. Caracterización de las diluciones de humus líquido de lombriz**

En el Cuadro N° 5 muestra las características de las mezclas utilizadas durante el experimento. Se puede apreciar desde el pH fueron similares en los tratamientos 1, 2, 3, y 4 mayor a 8.41, mostrando una alcalinidad fuerte. Para el tratamiento cinco 100H<sub>2</sub>O registró un valor de 7.16, mostrando neutralidad.

Respecto a la conductividad eléctrica (CE), el tratamiento 1 y 2 se encontró una salinidad alta siendo mayores a 7 dS m<sup>-1</sup>. Sin embargo, para el tratamiento tres, tuvo una salinidad media de 5.71 dS m<sup>-1</sup>. En tanto que para el tratamiento cuatro, tuvo una salinidad ligera con 3.04 dS m<sup>-1</sup>. Mientras que para el tratamiento cinco no registró salinidad con 1.67 µS/cm.

La salinidad si afecta la germinación de las semillas con lo cual lo expresa Jiménez (2002) quien menciona que la salinidad puede afectar de manera diferente a la germinación de semillas de cualquier cultivo. En el caso del melón, la germinación se ve afectada con la salinidad alta pero no a concentraciones menores de cloruro de sodio, ya que la concentración de sales eleva la presión osmótica del suelo limitando el movimiento del agua hacia los tejidos. Según Ramos (2000) después de comprobar el efecto bioestimulante de las sustancias húmicas sobre la germinación en condiciones ideales, estudió su efecto en condiciones salinas. Los resultados mostraron que el origen de las sustancias húmicas las procedentes de turba y residuos vegetales mejoraban el porcentaje y el índice de germinación en medio salino (3 y 6 mS/cm); sin embargo de las sustancias húmicas de lignito ensayadas muy pocas mejoraban la germinación de semillas y las que lo hacían eran en condiciones de salinidad no muy severas (3 mS/cm).

Respecto a sólidos totales (ST), el tratamiento uno 100HLL, demostró tener más sólidos con un nivel de 18.16 g. Enseguida le siguió el tratamiento dos con un nivel de 13.62 g. En tanto que, el tratamiento cinco 100H<sub>2</sub>O, no registró niveles de sólidos.

En lo que respecta a los elementos nutrimentales, el tratamiento 1 y 2 registraron mayor contenido de potasio (K), con 128 y 126 mg L<sup>-1</sup> respectivamente. No así en tratamiento cinco 100H<sub>2</sub>O que registró 11 mg L<sup>-1</sup>. Para el elemento calcio (Ca), el tratamiento uno 100HLL registró 168 mg L<sup>-1</sup>, lo cual estuvo muy cerca el tratamiento dos con 152 mg L<sup>-1</sup> y el tratamiento tres con 120 mg L<sup>-1</sup>. En el tratamiento cinco 100H<sub>2</sub>O fue el que no registró contenido de calcio. Respecto al elemento magnesio (Mg), el más alto contenido lo registró el tratamiento uno (100HLL) con un nivel de 64 mg L<sup>-1</sup>, mientras que, para el tratamiento cinco 100H<sub>2</sub>O no registró contenidos de magnesio. En sodio (Na) el nivel más alto lo obtuvo el tratamiento dos con 60 mg L<sup>-1</sup>, mientras que, para el tratamiento cinco 100H<sub>2</sub>O tampoco registró contenidos de sodio. Para el hierro (Fe), el tratamiento uno 100HLL fue el que registró el más alto contenido con 7.3 mg L<sup>-1</sup>, en tanto que, para 100H<sub>2</sub>O no registró contenidos de hierro.

Respecto a los ácidos húmicos (AH), el tratamiento uno 100HLL obtuvo 2.12 %, mientras que, tratamiento cuatro registró 0.98 % siendo menor. Esto indica que estuvieron dentro del rango, reportados en otros trabajos de investigación. Respecto a los ácidos fúlvicos, también el tratamiento uno 100HLL obtuvo el mas alto porcentaje de 3.02 %, en tanto que, para el tratamiento cuatro registró 1.76 %. Lo que indica que también estuvieron dentro del rango, así como valores reportados en otros trabajos hechos anteriormente

(López, 2006). Para los valores de densidad, todos los tratamientos registraron un rango de 1.08 a 1.12 g cm<sup>-3</sup>.

Cuadro 5. Algunas características de las mezclas elaboradas a base de agua (H<sub>2</sub>O) y humus líquido de lombriz (HLL) de origen bovino y ovino.

<b>Tratamiento</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>
<b>Composición</b>					
<b>Ph</b>	8.47	8.47	8.48	8.51	7.16
<b>CE dS m<sup>-1</sup></b>	11.02	8.50	5.71	3.04	0.00167
<b>Sólidos totales (g L<sup>-1</sup>)</b>	18.16	13.62	10.215	4.54	0
<b>K (mg L<sup>-1</sup>)</b>	128	126	53	35	11
<b>Ca (mg L<sup>-1</sup>)</b>	168	152	120	50	0
<b>Mg (mg L<sup>-1</sup>)</b>	64	60	50	12	0
<b>Na (mg L<sup>-1</sup>)</b>	50	60	30	40	0
<b>Fe (mg L<sup>-1</sup>)</b>	7.3	5.8	4.1	2.3	0
<b>AH (%)</b>	2.12	1.96	1.26	0.98	0
<b>AF (%)</b>	3.02	2.36	2.18	1.76	0
<b>Densidad (g cm<sup>-3</sup>)</b>	1.12	1.11	1.12	1.08	0

### 4.3. Germinación estándar

A continuación se presentan los resultados de las variables evaluadas, los cuales son expuestos y discutidos.

#### 4.3.1. Número de semillas germinadas (NSG)

En el Cuadro N° 6, se muestran el número de semillas que germinaron en los cinco tratamientos con sus cuatro repeticiones, así como los estadígrafos descriptivos de las medidas de tendencia central y de variación, además del coeficiente de asimetría y la curtosis.

Tienen los valores observados de los cinco tratamientos con sus cuatro repeticiones, y a continuación los estadígrafos descriptivos. Aunque los estadígrafos pueden interpretarse dentro de cada tratamiento, es decir leerse por columna, se leerán renglón por renglón, para ir comparando el comportamiento de la variable de estudio número de semillas germinadas al aplicarse 100 % humus líquido de lombriz ( $T_1$ ), 75 % humus líquido de lombriz más 25 % agua destilada ( $T_2$ ), 50 % Humus líquido de lombriz más 50 % agua destilada ( $T_3$ ), 75 % agua destilada más 25 % humus líquido de lombriz ( $T_4$ ), y como testigo 100 % agua destilada ( $T_5$ ).

#### **4.3.1.1. Medidas de tendencia central (MTC).**

La unidad experimental (UE) fue de 25 semillas dentro de cada repetición por tratamiento, se puede intuir desde la sumatoria ( $\Sigma$ ) que la germinación fue mejor en el  $T_3$  en la aplicación de 50 % Humus líquido de lombriz más 50 % agua, al obtenerse el mejor promedio de semillas germinadas de 6, en relación al testigo  $T_5$  en la aplicación de 100 % agua que fue de 4.75. El tratamiento que menor promedio de semillas germinadas se obtuvo fue el  $T_1$  en la aplicación de 100 % humus líquido de lombriz con 1.25. La moda en el caso del  $T_1$  fue unimodal, con el valor de 1 semilla, el cual ocurrió tres veces, en la  $R_2$ ,  $R_3$  y en la  $R_4$ ; en  $T_2$  fue unimodal, con el valor de 5 semillas, el cual ocurrió dos veces, en la  $R_1$ , y en la  $R_3$ ; en  $T_3$  también fue unimodal, con el valor de 6 semillas, el cual también ocurrió dos veces, en la  $R_1$ , y en la  $R_3$ ; y  $T_4$  nuevamente fue unimodal, con el valor de 2 semillas, el cual también ocurrió dos veces, en la  $R_1$ , y en la  $R_3$ ; en tanto que, en el  $T_5$  la moda que se observó es también unimodal, con el valor de 4 semillas, el cual también ocurrió nuevamente dos veces, es decir, en la  $R_1$ , y en la  $R_3$  con relación a la variable en estudio.

#### **4.3.1.2. Medidas de variación (MV).**

La varianza ( $S^2$ ) fue mayor en  $T_2$  con 5.6666 por ende, la desviación estándar (S) fue mayor con 2.3804 que los demás tratamientos, seguido por el  $T_3$  con 2.6666 con respecto al testigo  $T_5$  con 0.9166 y el tratamiento que menor varianza obtuvo fue el  $T_1$  con 0.25 por ende, una desviación estándar (S) menor con 0.5 que los demás tratamientos; mientras que el coeficiente de variación (CV) se encontró en un rango de 68.01 % ( $T_2$ ), 55.92 % ( $T_4$ ), 40 % ( $T_1$ ), 27.21 % ( $T_3$ ), y 20.15 % ( $T_5$ ), considerándose que los valores están fuera de los límites establecidos, lo cual sugiere un manejo adecuado de los ensayos en laboratorio.

#### **4.3.1.3. Medidas de forma de la curva normal.**

En la asimetría. El comportamiento de la variable de estudio en el  $T_1$  tiene una asimetría positiva de 2, al igual en el  $T_4$  con 1.1293 y  $T_5$  con 0.8545 considerando un sesgo estadístico hacia a la derecha en tanto que en  $T_2$  tiene una asimetría negativa de -1.7791 con sesgo estadístico hacia la izquierda en la curva normal, mientras que en  $T_3$  es prácticamente simétrica con un valor igual a cero. La curtosis fue positiva en  $T_1$  con 4, al igual que el  $T_2$  de 3.1349, seguido por el  $T_4$  con 2.2271 y  $T_3$  de 1.5 lo que indica que la forma de la curva es leptocúrtica, mientras que el  $T_5$  fue negativa de -1.2892 lo que indica que la forma de la curva es platocúrtica. Al igual los reportados por Cepeda (2007) con el uso del agua en la germinación de semillas de maíz la forma de la curva fue platocúrtica

Como se puede apreciar en la determinación de los estadígrafos se da un acercamiento muy real sobre el comportamiento de las semillas de melón var. TopMark, detectando la ausencia de germinación en las semillas de manera general, se le puede atribuir a la alta salinidad y testa dura que limita el movimiento del agua hacia los tejidos ya que no germinaron. Estas determinaciones, ya se han aplicado años atrás en variables de estudio de otros cultivos, como el de Cepeda (2007) con fertilización orgánica en semillas de maíz, como el de Pimentel (2005), quien trabajó con genotipos de tomate procedentes de Israel. Si nos referimos al aspecto metódico ver: Cochran, W. G. y G. M. Cox (2003), Ostle, B. (2003) Snedecor, G. W. y G. W. Cochran (2000), Stell, R. G. D. y Torrie, J. H. (2001); y para los nutrimentos para la germinación de plantas de maíz en hidroponia, ver a Resh (2001), y en aspectos genéticos (Cepeda 2003 y 2005).

Los porcentajes de germinación dentro de cada tratamiento, se calculó fácilmente, considerándose la sumatoria ( $\Sigma$ ) del Cuadro N° 7, que representan las semillas germinadas, en donde se obtuvo un 5 % (T<sub>1</sub>), 14 % (T<sub>2</sub>), 24 % (T<sub>3</sub>), 9 % (T<sub>4</sub>), y un 19 % (T<sub>5</sub>), en tanto que, el porcentaje total de germinación fue del 14.2 %. Contrariamente los reportados por Zamora (2006) utilizando fertilizante orgánico, donde el ácido fúlvico en sus dosis bajas encontraron un porcentaje de germinación de 90.6 % en semillas de lechuga. Podemos mencionar también a los encontrados por Cepeda (2007) donde utilizó humus líquido de lombriz para germinar semillas de maíz, donde registró un porcentaje de germinación favorable de 96.67 %, mientras que con el agua reportó un porcentaje de 76 % de germinación.



Cuadro 6. Semillas germinadas y sus estadísticos descriptivos.

<b>Categoría</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>
<b>R<sub>1</sub></b>	2	5	6	2	4
<b>R<sub>2</sub></b>	1	4	4	1	6
<b>R<sub>3</sub></b>	1	5	6	2	4
<b>R<sub>4</sub></b>	1	0	8	4	5
<b>Σ</b>	5	14	24	9	19
<b>N</b>	4	4	4	4	4
$\bar{x}$	1.25	3.5	6	2.25	4.75
<b>Mo</b>	1	5	6	2	4
<b>Me</b>	1	4.5	6	2	4.5
<b>S<sup>2</sup></b>	0.25	5.6666	2.6666	1.5833	0.9166
<b>S</b>	0.5	2.3804	1.6329	1.2583	0.9574
<b>CV</b>	0.4	0.6801	0.2721	0.5592	0.2015
<b>CA</b>	2	-1.7791	0	1.1293	0.8545
<b>K</b>	4	3.1349	1.5	2.2271	-1.2892

El Cuadro N° 7, muestra el análisis de varianza del diseño completamente al azar para probar las hipótesis:  $H_0: T_1 = T_2$  -vs-  $H_1$ : Al menos un tratamiento es diferente. Se presentan los resultados obtenidos en la variable evaluada de melón, en donde el análisis de varianza (ANVA) detecta diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) para número de semillas germinadas (NSG).

En cuanto a los coeficientes de variación se consideran un valor alto de 41.94 % para condiciones de laboratorio, lo cual sugiere un manejo adecuado de los ensayos.

Cuadro 7. Cuadrados medios, nivel de significancia y coeficiente de variación, para la variable número de semillas germinadas (NSG).

	<b>Cuadrados medios</b>	
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>NSG</b>
<b>Tratamientos</b>	4	14.424999 *
<b>Error</b>	15	2.216667
<b>Total</b>	19	
<b>C.V. (%)</b>		41.94%

\* Significativo a  $P \leq 0.05$ ; F.V. = fuente de variación; g.l. = grados de libertad; C.V. = coeficiente de variación (%); NSG = número de semillas germinadas.

En la separación de promedios entre los tratamientos (Cuadro N° 8), podemos observar que para el tratamiento 50HLL + 50H<sub>2</sub>O, aún cuando el análisis de varianza (ANVA) detectó diferencias significativas, observamos de manera general una caída en los porcentajes de germinación. Se le atribuye a los efectos de las sales sobre la germinación, disminuyendo la disponibilidad del agua para que inicien los procesos de movilización de solutos necesarios para la germinación. La concentración de sales eleva la presión osmótica del sustrato limitando el movimiento del agua hacia los tejidos.

Aún con la caída en porcentajes de germinación, en la estratificación de promedios nos indican claramente al detectar al tratamiento 50HLL + 50H<sub>2</sub>O como aquel de mejor comportamiento para inducir la germinación, en tanto que el 100HLL fue aquel que tuvo el peor desempeño.

En nuestro país, la norma de certificación para semilla de melón, establece un mínimo de 80 por ciento (SAG, 1975), por tanto, ninguno de los tratamientos evaluados cumplen con dicho estándar tal como lo muestra anteriormente en el Cuadro N° 6.

En este sentido la germinación estándar nos permitió identificar los niveles de calidad en semillas de melón. Con lo cual fue conveniente corroborar su utilidad como un ensayo de vigor sacando peso seco de plúmula y radícula, puesto que representa a las semillas de rápida germinación (Copeland y McDonald, 1985). Lo cual confirma lo señalado por Besnier (1989), en el sentido que el ensayo estándar de germinación, realizado según las actuales normas nos permite de cierta manera identificar el vigor de las semillas. De las pruebas aquí citadas, se encontró que el mejor comportamiento de semillas

germinadas fue al que se le aplicó 50HLL + 50H<sub>2</sub>O (T<sub>3</sub>), confirmando lo señalado por Moreno (1996) en relación a que dicho ensayo es capaz de detectar pequeñas diferencias en el vigor de las plántulas.

Cuadro 8. Comparación de medias para la variable número de semillas germinadas (NSG) en semillas de melón.

<b>Categorías</b>	<b>NSG</b>
<b>100 % HLL</b>	1.2500 D
<b>75 % HLL + 25 % H<sub>2</sub>O</b>	3.5000 BC
<b>50 % HLL + 50 % H<sub>2</sub>O</b>	6.0000 A
<b>75 % H<sub>2</sub>O + 25 % HLL</b>	2.2500 CD
<b>100 % H<sub>2</sub>O</b>	4.7500 AB

Medias en una misma columna, con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ).

#### **4.3.2. Diámetro de radícula (DR), longitud de radícula (LR), diámetro de plúmula (DP) y longitud de plúmula (LP).**

Las plántulas que se utilizaron para determinar la longitud de plúmula y radícula provinieron de la prueba de germinación estándar midiéndose en cm. En el Cuadro N° 9, tenemos que según el análisis de varianza (ANVA), detectó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para longitud de radícula evaluado al séptimo día, en tanto que, para las variables DR, DP y LP no se mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ).

En cuanto a los coeficientes de variación (CV) no se consideran dentro del valor límite estipulado para condiciones de laboratorio lo que nos indican que hay que utilizar semillas certificadas por empresas reconocidas, trabajar con productos que no contengan cantidades altas de sales y sugiere un manejo adecuado en el ensayo.

Cuadro 9. Cuadrados medios y su significancia para las variables diámetro de radícula (DR), longitud de radícula (LR), diámetro de plúmula (DP) y longitud de plúmula (LP) en plántulas de melón.

Cuadrados medios					
FV	GL	DR	LR	DP	LP
<b>Tratamientos</b>	4	0.01669 <sup>NS</sup>	32.153519*	0.167599 <sup>NS</sup>	6.862015 <sup>NS</sup>
<b>Error</b>	15	0.039167	2.323405	0.1566	3.211605
<b>Total</b>	19				
<b>C.V. (%)</b>		29.72	26.23	24.73	35.32

\* Significativo a  $P \leq 0.05$ ; NS = no hay significancia; F.V. = fuente de variación; g.l. = grados de libertad; C.V.= coeficiente de variación (%).

Por lo anterior, en la comparación de medias realizada a la longitud de radícula al cuarto y séptimo día de evaluación (Cuadro N° 10), mostró al testigo 100H<sub>2</sub>O como aquel de mejor comportamiento con longitud mayor (5.77 y 9.37 cm), al igual que al 75H<sub>2</sub>O + 25 HLL evaluado al séptimo día (7.35 cm), junto con el tratamiento 50HLL + 50H<sub>2</sub>O de (6.48 cm). Sin embargo, el 100HLL evaluado al cuarto y séptimo día fue aquel que tuvo el peor desempeño y presentaron las menores longitudes de radícula (Figura N° 2 y Figura N° 3 del Apéndice). Así lo señala Zamora (2006) quien trabajó con productos orgánicos en semillas de lechuga y en su dosis baja registró las mayores longitudes de radícula reportando (3.43 y 3.34 cm) comparado con un producto comercial Biozyme PP en su dosis alta mostrando la menor longitud con 2.29 cm.

Cuadro 10. Comparación de medias para la longitud de radícula (cm) en plántulas de melón, evaluado al cuarto día y séptimo día.

Categorías	Día	
	4	7
<b>100 % HLL</b>	1.4823 B	2.8875 C
<b>75 % HLL + 25 % H<sub>2</sub>O</b>	1.8911 B	2.9613 C
<b>50 % HLL + 50 % H<sub>2</sub>O</b>	3.6976 AB	6.4823 B
<b>75 % H<sub>2</sub>O + 25 % HLL</b>	2.6571 B	7.3500 AB
<b>100 % H<sub>2</sub>O</b>	5.7712 A	9.3700 A

Medias en una misma columna, con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ).

Por lo anterior se considera que la aplicación de los tratamientos en semilla hortícolas como el melón con estos productos favorece en diferentes proporciones el estímulo fisiológico de la semilla no así en este caso, ya que la semilla no fue lo suficientemente de buena calidad según los resultados arrojados. De acuerdo a los resultados obtenidos y tratamientos evaluados en este estudio, se encontró una gran divergencia entre las proporciones utilizadas, productos y especie, esta divergencia esta dada principalmente por la anatomía y composición química de la semilla, así como al grado de deterioro y genotipo presentado por la misma, en donde se observó que en semillas de melón presentaron una respuesta no favorable en la germinación y por ende en el desarrollo radicular y de plúmula.

## V. CONCLUSIONES

Con base a los objetivos e hipótesis planteados y con relación al análisis y discusión de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

El producto utilizado a diferentes niveles tuvieron comportamientos diferentes para la especie y parámetros evaluados.

Según Cepeda (2007) el análisis descriptivo a través de las Medidas de Tendencia Central (media, moda, y mediana), las Medidas de Variabilidad (varianza, desviación estándar y coeficiente de variación), las Medidas de Forma (coeficiente de asimetría y curtosis), permiten un excelente acercamiento preliminar en las variables de estudio en la investigación agrícola sustentable.

De acuerdo a los resultados arrojados con los estadígrafos descriptivos, el 50HLL + 50H<sub>2</sub>O, se perfiló como el de mejor comportamiento al obtener el mejor número de semillas germinadas con un promedio de 6, se obtuvo una varianza de 2.66 y un coeficiente de variación (CV) de 27.21 %, mientras que el tratamiento 100HLL fue menor en número de semillas germinadas que obtuvo en promedio 1.25, una menor varianza, y un CV de 40 %.

En el coeficiente de asimetría la curva normal fue asimétrica positiva en tratamiento uno ( $T_1$ ), tratamiento cuatro ( $T_4$ ) y en tratamiento cinco ( $T_5$ ). En tanto que en tratamiento tres ( $T_3$ ) es prácticamente simétrica con un valor igual a cero. Solo en tratamiento dos ( $T_2$ ) tuvo una asimetría negativa considerando un sesgo estadístico de los datos hacia la izquierda. La curtosis fue positiva en todos los tratamientos lo que indica que la forma de la curva es leptocúrtica, mientras que solo el tratamiento cinco ( $T_5$ ) fue negativa lo que indica que la forma de la curva es platocúrtica.

Al realizar el análisis de varianza (ANVA) se encontró que la F calculada es mayor que F tabulada, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que al menos un tratamiento es diferente en cuanto a la variable de estudio número de semillas germinadas ( $P \leq 0.05$ ), al aplicarse 50HLL + 50H<sub>2</sub>O que resultó ser el de mejor comportamiento para la germinación de semillas con 24 % (Tukey), un CV = 41.94 %. Aún cuando el análisis de varianza (ANVA) detectó diferencias significativas, observamos de manera general una caída de porcentajes de germinación. En este caso, la semilla no tuvo respuestas considerables a los diferentes niveles de diluciones de humus líquido de lombriz señalándolo a la semilla de mala calidad y corroborado por investigadores en este ramo. Por lo tanto, al demostrar que hubo diferencias significativas en uno de los niveles utilizados, representa una alternativa de utilizar productos orgánicos en la agricultura donde agricultores se pueden beneficiar con el empleo de humus líquido de lombriz.

Sobre la longitud de radícula, según análisis de varianza (ANVA), arrojaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ). Lo cual el 100H<sub>2</sub>O fue el que manifestó el mejor comportamiento sobre la longitud de la radícula evaluado al cuarto y séptimo día. Sin embargo, el 100HLL evaluado al cuarto y séptimo día fue aquel que tuvo el peor

desempeño y presentaron las menores longitudes de radícula. En cuanto para las variables diámetro de radícula (DR), diámetro de plúmula (DP) y longitud de plúmula (LP) el ANVA no detectó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ).

Como resultados de esta investigación, para futuros estudios sobre la comparación de germinación en semillas hortícolas se recomendaría bajar la concentración de sales en líquido orgánico como el humus líquido de lombriz para obtener buenos porcentajes de germinación, utilizar semillas certificadas o de empresas mexicanas reconocidas. Es deseable que las futuras investigaciones sobre la fertilización orgánica se recomienda utilizar otros niveles, ya que es muy útil para estimular semillas hortícolas con el enfoque de la multidisciplinaria moderna.



## VI. LITERATURA CITADA

- Abdul-Baki, A. A. and J. D. Anderson.1972.** Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: Koslowsky T.T. (ed). Seed Biology. Vol II. Academic Press, New York. U.S.A. pp. 283-316.
- Anderson, J. D. 1973.** Physiological and biochemical differences in deteriorating barley seeds. U.S.A. Crop. Sci.10(1): pp. 36-39.
- Andrews, C H. 1972.** Vigor de la semilla, Laboratorio de Tecnología de Semillas. Mississippi State University. U. S. A.
- Association of Oficial Seed Analysts (AOSA). 1983.** Seed Vigor Testing Handbook. Contribution 32 to the Handbook of seed testing. Publicado por la Asociación. pp 88.
- Barra, B. L. 1998.** Efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento y calidad de la semilla híbrida de pimiento (*Capsicum annuum* L). Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de las Américas. Santiago, Chile, pp. 82.
- Bekendam, J., H. L. Kraak and J. Vos. 1987.** Studies on field emergence and vigour of onion, sugar beet, flax and maize seed. Acta Horticulturae. 215: 83-94.
- Bustamante, G. L. A. y R. Don. 1988.** Pruebas de lacidad de semilla de chícharo (*Pisum sativum* L.) y su utilidad como indicadores del potencial de emergencia. Rev. Fitotec. México. 11: 1-10, México.
- Cochran, W. G. y G. M. Cox. 1980.** Diseños experimentales. Trillas, México.
- Cantliffe, D. J. 1981.** Vigor in vegetable seeds. Acta Horticulturae. 111: 219-227.
- Cepeda Dovala, A. R.; Cepeda D. J. M. y Escobar S. A. R. 2007.** Desiertos, Biotecnología y Remediación de Suelos con Agricultura Orgánica. Profesores e Investigadores de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Cepeda Dovala, A. R. 2003.** Principios de la Ciencia Genética. 1ª Edición. Tópicos Culturales AΩ. A.R.C.D. Editor. Saltillo, Coahuila, México.
- Cepeda Dovala, Angel R. 2005.** De Mendel a Watson y Crick, 50 años después. N° 3. Segunda edición. Tópicos Culturales AΩ, en coedición con la Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro, Dirección de Investigación y Departamento Ciencias del Suelo. A.R.C.D.  
Editor. D. F.

**Cepeda Dovala, A. R. y Juan M. Cepeda D. 2004.** El Método Científico y el Significado de la Hipótesis Científica. Resumen. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Resumen. Sitio web: [www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx) al Centro de Información y Documentación (CID). UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Cepeda Dovala, Juan M. 2003.** Química de Suelos. Editorial Trillas. México D. F., México.

**Cochran, W. G. y G. M. Cox. 1980.** Diseños experimentales. Trillas, México.

**Copeland, L. O. 1976.** Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Company. Minneapolis, MN, pp. 369.

**Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985.** Principles of seed science and technology. 2nd. Editorial Burgess Publishing Company. U. S. A. pp. 121-144.

**Delouche, J. C., Still T. W., Raspet M. and Lienhard M. 1962.** The tetrazolium test for seed viability. Miss Agr. Exp. Sta Tech Bull. pp. 51.

**Delouche, J. C. and C. C. Baskin, 1973.** Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci. and Tech. 1 (2): 427-452.

**Ellis, J. M. y E. H. Roberts. 1993.** Hacia una base racional para evaluar la calidad de la semilla. EN: Hebblethwaite, P.D. (Ed.). Production moderna de semillas. Escuela de Agricultura, Universidad de Nottingham. Hemisferio Sur. Uruguay. pp. 693-701.

**Furter, M., J. Dekker and J. Henning. 1996.** Stimulation of Seedling Growth by Coal-derived Oxifulvic Acid. Part I. Journal of the Southern African for Horticultural Science. 6:2, 95-96.

**González, H. N. y J. Martínez S. 1994.** Influencia de tamaño de semilla sobre la calidad fisiológica de la simiente de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). XV Congreso de citogenética. SOMEFI. UANL. Monterrey, México. pp. 320.

**Hampton, J. G. 1993.** The perspective of seed vigor testing. J. of Seed Tech. 17 (2): 105-109.

**Hampton, J. G. and P. Coolbear. (1990).** Potential versus actual seed performance- can vigour testing provide an answer?. Seed Sci. and Techol. 18: 215- 228.

**Heydecker, 1972.** Vigour. In: E. H. Roberts (Ed.). Viability of seeds. Chapman and Hall. London. pp. 209-252.

**Internacional Seed Testing Association (ISTA). 1993.** Internacional Rules for Seed Testing. Rules Seed Sci Technol 21: pp. 1-288.

**Lafond, P. P. and R. J. Baker. 1986.** Effects of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigor in nine spring wheat cultivars. Crop. Sci. 26: 341- 346.

- Lees, P. 1980.** Vigor de las semillas. Clave de mejores cosechas. Rev. Agricultura de las Américas. 24 (8): 14, 15, 38 y 39.
- López C., R., A. Gallego del Tejo; E. Peña C., A. Reyes L., R. Castro F. y J. F. J. Chávez G. 2006.** Substancias húmicas de origen diverso en algunas propiedades física de un suelo franco-arcillo-limoso. Terra Latinoamericana. 24 (3): 303-309.
- Lovato, A. and S. Cagalli. 1992.** Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seed vigor compared in laboratory and field test. Seed Sci. and Technol. 21: 61-67.
- Lulakis, M. 1995.** Effect of Humic Substances from vine-canes Mature Compost on Tomato Seedling Growth. Bioresource Technology. 54:2; 179-182.
- Maguire, J. D. 1962.** speed of germination- Aid in selectin and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2 (2): 176-177.
- Makkawi, M.; El balla, M.; Bishaw, Z. and V. Gastel, A. J. G. 1999.** The relationship between seed vigour test and field emergence in lentil (*Lens culinarias Medikus*). Seed Sci. and Technol. 9: 543-551.
- Mathews, S. 1980.** Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: seed production. Hebblethwaite Ed. Butterworth and Co. Ltd. London. UK. pp. 647-660.
- Mattews, S. 1981.** Evaluation of techniques for germination and vigour studies. Seed SCI. and Technol. 9:543-551.
- Mattews, S. and A. Powell A. 1981.** Controlled deterioration test. In: D. A. Perry (Ed.). Handbook of vigor test methods. ISTA. Switzerland. pp. 49-56.
- McDonald, M. B. Jr. 1975.** A review and evaluation of seed vigor test. Proc. Assoc. Off. Seed Analyts. 65: 117-122.
- McDonald, M. B. Jr. 1993.** The history o f seed vigor testing. J.. of Seed Tech. 17 (2): 93-100.
- Microsoft Office Excel. Windows Vista Home Basic. 2007.** Professional Edition. USA.
- Miranda, F. 1984.** Madurez fisiológica de semillas. VIII curso de postgrado de tecnología de semillas. CIAT Cali, Colombia. pp. 33
- Moreno, M. E. 1996.** Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición. UNAM. Instituto de Biología. México. pp. 259-260; 270-271.
- Moreno, M. E. y Vidal G. G. 1981.** Preserving the viability of store Maite seeds with fungicides. Plant Disease 65: pp. 260.261.
- Muñoz, S., A. Jablonski, T. Gamboa, S. Santos y P. Luiz. 1999.** Producto de Alface Cultivado em Solucao Nutritiva Completa com Adicto a Substancias Húmicas Extraídas de Sete Carvoes Minerales. III. Encontró Brasileiro sobre Substancias Húmicas. Resumos de Palestras e Trábalos Apresentados em Postres. Universidad Federal de Santa María.

Programa de Pos-graduacao em Agronomía, Departamento de Solo: Grupo Brasileiro da Sociedade Internacional de Substancias Húmicas. Santa María, Brasil. pp. 343-345.

- Nerson, H. 2002.** Relation between plant density and fruit and seed production in muskmelon. *Journal of American Society Horticulture Science* 127(5):855-859.
- Olivares, S. E. 1994.** Paquetes de diseños experimentales. Versión 2.5. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- Orlov, D. S. 1995.** Humic Substances of the Soil and General Theory of Humification. A. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT. USA.
- Perry, D. A. 1980.** El concepto de vigor de semilla y su relevancia en las técnicas de producción. En: Hebblethwaite, P. D. (Ed.). *Producción Moderna de Semillas. Tomo II. Agropecuaria Hemisferio Sur.* Uruguay. pp. 693- 701.
- Perry, D. A. 1981.** Handbook of vigor test methods. The International Seed Testing Association. Switzerland. pp. 55.
- Pimentel, G. R. 2005.** Evaluación de Seis Genotipos de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en Tres Diferentes Colores de Acolchados, Blanco, Negro y Plata. Tesis Licenciatura Ingeniero Agrónomo en Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Planta de Lombricultura de la Sección Agrotecnia. 2008.** Líquido Lombri-humus de Lombriz Roja de California (*Eisenia foetida*) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Popinigis, F. 1985.** Fisiología de semillas. 2da. Ed. Brasil. pp. 289.
- Powell, A. A.; J. M. Thornton and J. A. Mitchell. 1991.** Vigour differences in brassica seed and their significance to emergence and seedling variability. *J. of Agricultural Sci., Cambridge.* 116: 369-373.
- Powell, A. A. and S. Mathews. 1984.** Prediction of the storage potential of onion seed under commercial storage conditions. *Seed Sci. and Technol.* 9: 633-640.
- Powell, A. A. and S. Mathews. 1994.** The role of seed size and the controlled deterioration test in determining seed quality in brassicas. *Acta Horticulturae.* 362: 263- 272.
- Resh, H. M. 2001.** *Hidroponic Food Production.* 6th. New Concept Press, Mahwah. NJ. USA.
- Roberts, E H. 1973.** Loss of viability: Ultrastructural and physiology aspect. *Seed Sci. and Tech.* 1: 529-545.
- Rodríguez, R. y C. Cordeiro. 1999.** Utilicacao de Ácido Fúlvico Extraídos de Agroindustria e Avaliado Atraves da Germinacao de Sementes de Caupi (*Vigna tinguiculata* L.). III. Encontro Brasileiro sobre Substancias Húmicas. Resumos de Palestras e Trábalos Apresentados em Postres. Universidad Federal de Santa Maria. Programa de Pos-

graduacao em Agronomía, Departamento de Solo: Grupo Brasileiro da Sociedade Internacional de Substancias Húmicas. Santa María, Brasil. pp. 349-351.

**SAS. 2005.** el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS). 8 edición. Cary N.C. United States of America. System. USA.

**Sayers, R. L. H. 1983.** Pruebas de germinación y vigor. Memorias del curso de actualización de semillas, 1982. UAAAN- AMSAC. México. pp. 129-136.

**Schnitzer, M. 1978.** Humic Substances: Chemistry and Reactions: in Soil Organic Matter (Ed.) Schnitzer and Khan. Soil Organic Matter. Elsevier, Amsterdam.

**Schnitzer, M. 2000.** Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed.). Advances in Agronomy, Academic Press. 98: 3-58.

**Snedecor, G. W. y G. W. Cochran. 1977.** Métodos Estadísticos. Ed. CECSA. México, D. F.

**Steel, R. G. D. y J. H. Torrie 2001.** Principles y procedures of statistics. A biometrical approach. 2a ed. MacGraw Hill Kogakusha, LTD. Tokyo, Japan.

**Stell, R. G. D. y Torrie, J. H. 2001.** Bioestadística. 2001 Principios y Procedimientos. Ed. McGraw-Hill. New York. USA.

**Stevenson, F. L. and M. Schnitzer. 1982.** Transmission Electron Microscopy of Extracted Fulvic and Humic Acids. Soil Sci. 133: 179-185.

**Stevenson, F. J. 1982.** Humus Cemistry. Wiley, New York.

**Stevenson, F. L. and M. Schnitzer. 1982.** Transmission Electron Microscopy of Extracted Fulvic and Humic Acids. Soil Sci. 133: 179-185.

**Varona Fuentes, Mileydis. 1999.** La Semilla del Tomate Aspectos Básicos y Tecnológicos. Reseña Bibliográfica. IIHLD. pp. 57.

**Venter, A. V. 2000.** Seed vigor testing. Germination. 5 (1): 30-32. Canadá.

**Xu, Y., Z. Wang, W. Wang, U. Peng, Y. Xu, Z. Wang, W. Wang and A. Peng. 1997.** Effect of Selenium and Fulvic Acid on Seed Germination of Wheat and its Physiological Properties. Chinese Journal of Applied Ecology, 8:4, 439-444.

**Zamora Villa V. M. 2006.** Reguladores de crecimiento para estimular la germinación en semilla de lechuga y su efecto en el almacenamiento. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

## VII. APÉNDICE

Cuadro 11. Contenido de humedad de las semillas.

	Húmedo		Seco			
	Bote (Lb)	Bote+Semilla (Lb)	Bote+Semilla (Lb)	Semilla (Lb)	Semilla (Lb)	Contenido de agua (Lb)
<b>R<sub>1</sub></b>	0.0464	0.0552	0.0546	0.0088	0.0082	0.0006
<b>R<sub>2</sub></b>	0.0472	0.0560	0.0554	0.0088	0.0082	0.0006
<b>R<sub>3</sub></b>	0.0480	0.0568	0.0562	0.0088	0.0082	0.0006
<b>R<sub>4</sub></b>	0.0474	0.0562	0.0556	0.0088	0.0082	0.0006
$\Sigma$	0.1890	0.2242	0.2218	0.0352	0.0328	0.0024
$\bar{x}$	0.0472	0.0560	0.0554	0.0088	0.0082	0.0006

Cuadro 12. Determinación del peso de las semillas.

Categoría	Peso de semilla (g)
<b>R<sub>1</sub></b>	2.8148
<b>R<sub>2</sub></b>	2.7240
<b>R<sub>3</sub></b>	2.8148
<b>R<sub>4</sub></b>	2.8148
<b>R<sub>5</sub></b>	2.8148
<b>R<sub>6</sub></b>	2.6332
<b>R<sub>7</sub></b>	2.7240
<b>R<sub>8</sub></b>	2.8148
<b>R<sub>9</sub></b>	2.7240
<b>R<sub>10</sub></b>	2.8148
<b>R<sub>11</sub></b>	2.7240
<b>R<sub>12</sub></b>	2.8148
<b>R<sub>13</sub></b>	2.7240
<b>R<sub>14</sub></b>	2.7240
<b>R<sub>15</sub></b>	2.8148
<b>R<sub>16</sub></b>	2.7240
$\Sigma_{15}$	41.5864
$\bar{x}$	2.7724

Cuadro 13. Determinación de las mediciones del tamaño de las semillas en mm.

Número de semillas	D. Polar (mm)	D. Ecuatorial (mm)	Grosor longitudinal (mm)
1	10.4	4.3	1.7
2	11.0	4.7	2.0
3	9.7	4.3	1.2
4	10.9	4.0	2.0
5	10.7	4.4	1.6
6	9.6	4.0	1.5
7	10.7	4.6	1.7
8	11.0	4.3	1.3
9	10.8	4.5	2.0
10	10.3	4.5	1.8
11	10.5	4.1	1.9
12	11.3	4.5	1.8
13	11.0	4.6	1.7
14	10.0	4.5	1.1
15	10.5	4.0	1.4
16	11.3	4.5	1.3
17	10.5	4.5	2.0
18	10.5	4.5	1.5
19	9.7	4.2	2.0
20	10.8	4.6	1.8
$\Sigma_{20}$	211.2	87.60	33.3
$\bar{x}$	10.56	4.38	1.665

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable número de semillas germinadas (NSG) en semillas de melón.

FV	GL	SC	CM	F	F (0.05)	F (0.01)
TRATAMIENTO	4	57.699997	14.424999	6.5075*	3.06	4.89
ERROR	15	33.25	2.216667			
TOTAL	19	90.949997				

\* Significativo a  $P \leq 0.05$ ; F.V. = fuente de variación; g.l. = grados de libertad.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable diámetro de radícula (DR) en mm evaluado al 7º día en plántulas de melón.

FV	GL	SC	CM	F	F (0.05)	F (0.01)
TRATAMIENTO	4	0.066759	0.01669	0.4261 <sup>NS</sup>	3.06	4.89

ERROR	15	0.587501	0.039167
TOTAL	19	0.65426	

NS = no hay significancia; F.V. = fuente de variación; g.l. = grados de libertad.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable longitud de radícula (LR) en cm evaluado al 4° día en plántulas de melón.

FV	GL	SC	CM	F	F (0.05)	F (0.01)
TRATAMIENTO	4	47.069077	11.767269	4.4267*	3.06	4.89
ERROR	15	39.873734	2.658249			
TOTAL	19	86.94281				

\* Significativo a  $P \leq 0.05$ ; F.V. = fuente de variación; g.l. = grados de libertad.

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable longitud de radícula (LR) en cm evaluado al 7° día en plántulas de melón.

FV	GL	SC	CM	F	F (0.05)	F (0.01)
TRATAMIENTO	4	128.614075	32.153519	13.8390*	3.06	4.89
ERROR	15	34.851074	2.323405			
TOTAL	19	163.465149				

\* Significativo a  $P \leq 0.05$ ; F.V. = fuente de variación; g.l. = grados de libertad.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable diámetro de plúmula (DP) en mm evaluado al 7° día en plántulas de melón.

FV	GL	SC	CM	F	F (0.05)	F (0.01)
TRATAMIENTO	4	0.670395	0.167599	1.0702 <sup>NS</sup>	3.06	4.89
ERROR	15	2.348995	0.1566			
TOTAL	19	3.01939				

NS = no hay significancia; F.V. = fuente de variación; g.l. = grados de libertad.

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula (LP) en cm evaluado al 7° día en plántulas de melón.

FV	GL	SC	CM	F	F (0.05)	F (0.01)
TRATAMIENTO	4	27.448059	6.862015	2.1366 <sup>NS</sup>	3.06	4.89
ERROR	15	48.174072	3.211605			
TOTAL	19	75.622131				

NS = no hay significancia; F.V. = fuente de variación; g.l. = grados de libertad.



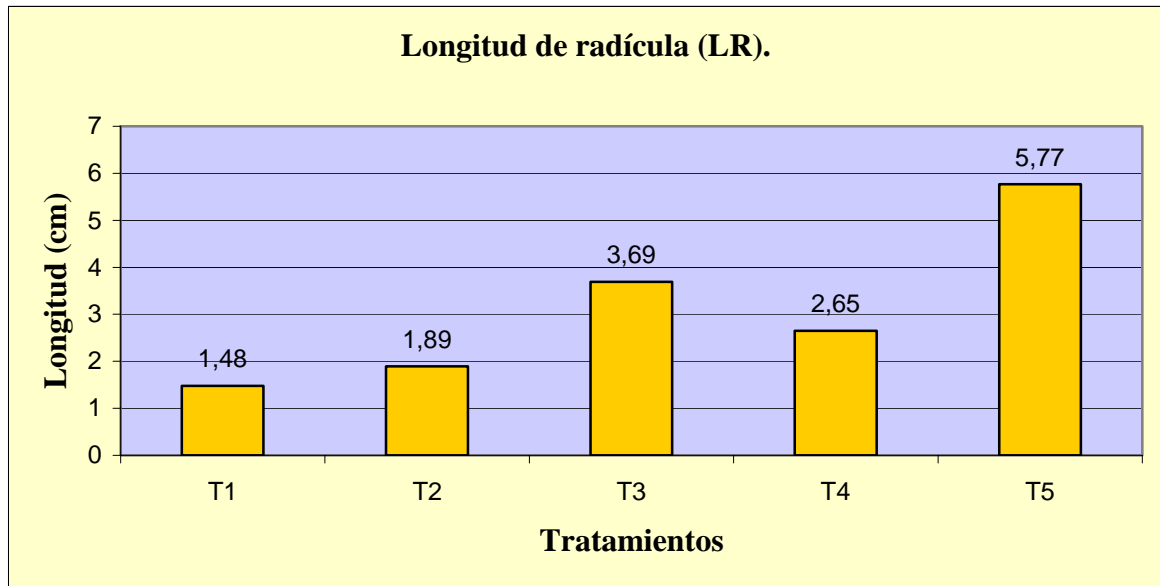


Figura 2. Longitud de radícula (LR) evaluado al 4° día en plántulas de melón.

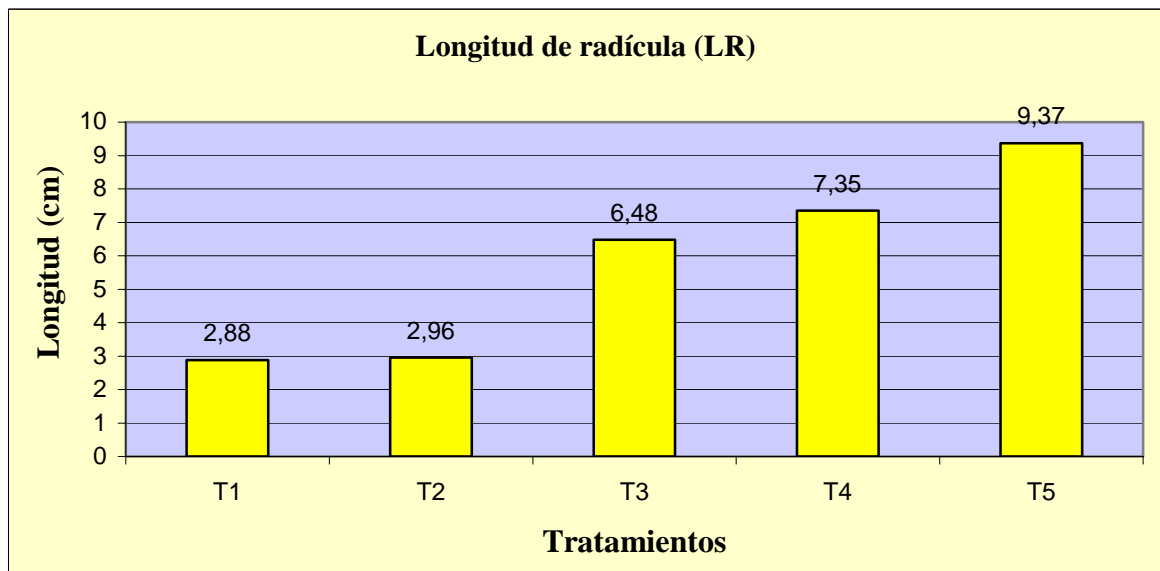


Figura 3. Longitud de radícula (LR) evaluado al 7° día en plántulas de melón.



Figura 4. Método de secado a la estufa



Figura 5. Peso de mil semillas.



Figura 6. Midiendo el tamaño de las semillas con ayuda de un vernier.



Figura 7. Obtención de diluciones elaboradas a base de agua ( $H_2O$ ) y humus líquido de lombriz (HLL) de origen bovino y ovino.

