

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Var. Rio grande con dos niveles de lombricomposta bajo condiciones de laboratorio.**

***Por:***

**VICTALINO ESTRADA ALBORES**

***T E S I S***

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Marzo de 2010**

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA.

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA.

Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Var. Rio grande con dos niveles de lombricomposta bajo condiciones de laboratorio.

**Por:**

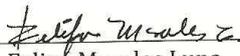
Victalino Estrada Albores.

**TESIS**

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

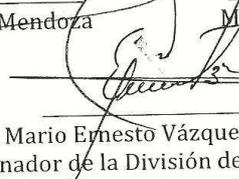
Aprobada por:

  
MC. Felipa Morales Luna  
Asesor principal

  
Dr. Ángel Romualdo Cepeda Dovala  
Asesor

  
Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza  
Asesor

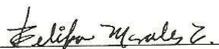
  
MC. Juan Manuel Cepeda Dovala  
Asesor

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

  
Coordinación  
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 2010

Como Presidente del Jurado Examinador de la Tesis "Germinación de Semillas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* mil.) var. Rio Grande con dos niveles de lombricomposta bajo condiciones de laboratorio", cuyo sustentate es el C. Victalino Estrada Albores, certifico que los créditos de Dirección de tesis son para el Dr. Angel Romualdo Cepeda Dovala.

  
M.C. Felipa Morales Luna  
Presidente del Jurado

  
Dr. Ángel Romualdo Cepeda Dovala  
Director de Tesis

## INDICE.

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen e historia.....	4
2.2 Características botánicas y taxonómicas.....	5
2.2.1 Morfología.....	6
2.2.2 Raíz.....	6
2.2.3 Tallo.....	7
2.2.4 Hoja.....	7
2.2.5 Flor.....	8
2.2.6 Fruto.....	8
2.3 Semilla.....	8
2.3.1 Concepto de semilla.....	9
2.3.2 Semilla de calidad.....	9
2.3.3 Clasificación de la semillas.....	10
2.3.4 Semillas duras.....	10
2.3.5 Semillas latentes.....	10
2.3.6 Semillas muertas.....	11
2.3.7 Viabilidad de las semillas.....	11
2.4 Germinación.....	11
2.4.1 Tipos de germinación.....	12
2.5 Latencia.....	13

2.5.1	Latencia física.....	14
2.5.2	Latencia mecánica.....	14
2.5.3	Latencia química.....	14
2.6	Clasificación de las plántulas.....	14
2.6.1	Plántulas anormales.....	14
2.6.2	Plántulas normales.....	15
2.7	Medio ambiente propicio.....	16
2.7.1	Clima.....	16
2.7.2	Temperatura.....	17
2.7.3	Precipitación pluvial y humedad relativa.....	19
2.7.4	Requerimientos edáficos.....	20
2.8	Lobricomposta.....	21
2.8.1	Lombriz Roja Californiana.....	22
2.8.2	Beneficio del humus liquido de lombriz.....	22
2.8.3	Usos.....	22
2.8.4	Efectos en la germinación y en el crecimiento radicular.....	23
III.-	MATERIALES Y METODOS .....	24
3.1	Ubicación del sitio experimental.....	24
3.2.	Descripción del material experimental .....	24
3.2.1	Material de laboratorio.....	25
3.2.2	Siembra .....	25
3.3	Método.....	26
3.3.1	Metodología.....	26
3.3.2	Descripción de los tratamientos.....	26
3.3.4	Aplicación de los ácidos húmicos.....	27
3.4	Primera evaluación.....	27
3.4.1	Longitud de la plúmula y radícula .....	28
3.5	Arreglo experimental y análisis estadísticos de los datos.....	28
3.5.1	Estadística descriptiva .....	28
3.5.2	Diseño experimental.....	30

3.6	Variables evaluadas.....	31
3.6.1	Numero de Semillas Germinadas (NSG).....	31
3.6.2	Longitud de plúmula (LP) .....	31
3.6.3	Longitud de radícula (LR).....	31
IV.-	RESULTADOS Y DISCUSION .....	32
4.1	Germinación Estándar (GS).....	32
4.1.1	Numero de semillas germinadas, estadísticos descriptivos (NSG) ....	32
4.1.2	Medidas de tendencia central .....	33
4.1.3	Medidas de variación .....	34
4.1.4	Medidas de la curva normal .....	34
4.2	Análisis.....	35
4.2.1	Numero de semillas germinadas (NSG).....	35
3.2.2	Longitud de la plúmula .....	37
3.2.1	Longitud de radícula.....	38
V.-	CONCLUSIONES .....	40
VI.-	Literatura citada .....	42
	Apéndice .....	45

## INDICE DE CUADROS

Numero de cuadro	pag.
<b>Cuadro 1.</b> Temperatura óptima en cada etapa de desarrollo del cultivo de tomate.....	17
<b>Cuadro 2.</b> Distribución de los tratamientos y los niveles aplicados.....	26
<b>Cuadro 3.</b> Estadígrafos descriptivos preliminares.....	29
<b>Cuadro 4.</b> Semillas germinadas y sus estadísticos descriptivos.....	33
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de varianza para la variable numero de semillas germinadas (NSG), en Plántulas de tomate (lycopersicum esculentum mill ) var. Rio grande, evaluado a los siete días.....	45
<b>Cuadro 6.</b> Tabla de comparación utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del 0.05, para la variable numero de semillas germinadas (NSG) en tomate.....	45
<b>Cuadro 7.</b> Análisis de varianza para la variable longitud de plumula, en Plántulas de tomate (lycopersicum esculentum mill ) var. Rio grande, evaluado a los siete días.....	45
<b>Cuadro 8.</b> Tabla de comparación utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del 0.05, para la variable longitud de plúmula en tomate.....	46
<b>Cuadro 9.</b> Análisis de varianza para la variable Longitud de Radícula (LR), en Plántulas de tomate (lycopersicum esculentum mill) var. Rio grande, evaluado a los siete días.....	46
<b>-Cuadro No.10.</b> Comparación de Medias utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del 0.05, para la variable longitud de radícula en tomate.....	46
<b>Cuadro 11.</b> Análisis químico de lixiviado de lombricomposta.....	47

## INDICE DE FIGURA.

Numero de figura	página
Figura 1. Numero de semillas germinadas en tomate evaluado a los siete días, tratadas a diferentes dosis de Lombricomposta.....	36
Figura 2. Longitud de plúmula en tomate evaluado a los siete días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta.....	38
Figura .3. Longitud de radícula en tomate evaluado a los siete días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta.....	39

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A DIOS.**

Por ser quien guía mi camino, por ser mi compañero y amigo, porque solo él sabe de mis triunfos y derrotas es el que me levanta y meda las fuerzas cada día, por ser quien nos bendice a cada momento de nuestra vida, por llenarnos de amor, por brindarnos lo mejor y darnos la dicha de estar junto a nuestros seres queridos, por permitirme terminar mi carrera. Gracias DIOS.

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haber sido mi segunda casa y en ella haber podido terminar mi formación profesional y donde pase grandes momentos de mi vida. Gracias ALMA TERRA MATER por ser una institución noble que nos brinda un gran apoyo para lograr nuestros objetivos y alcanzar la meta con que llegamos todos.

**Al Dr. Ángel R. Cepeda Dovala**, por su amistad desinteresada y por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación, así como su paciencia y comprensión para la culminación de este trabajo.

**Al MC. Juan Manuel Cepeda Dovala**, por su valiosa aportación y disposición que siempre mostro y por sus sugerencias para la buena presentación de este trabajo.

**Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza**, por su colaboración en el presente trabajo y la buena disposición con la que siempre mostro.

**Ing. Gerardo Rodríguez Galindo**, por su colaboración, buena disposición y formar parte del jurado.

## **DEDICATORIA.**

Con el más grande amor a mi madre:

### **Concepción Albores Vicente.**

Dedico este trabajo con gran amor y cariño a mi madre, que me dio la vida y que me alienta para seguir adelante. Por su infinito amor y confianza que me tuvo en cada instante de mi vida, por su inagotable lucha y esfuerzo que realizo para brindarme la oportunidad de estudiar; tienes todo mi amor y respeto por ser la mejor madre y amiga, mi agradecimiento por darme la mejor de las herencias, una formación profesional, de la cual estaré agradecido toda mi vida. Te quiero mucho madrecita GRACIAS que DIOS te bendiga.

Con gran cariño, respeto y admiración:

### **Prof. Dimas Morales Estrada.**

A ti que me has hecho un hombre de bien hoy te doy gracias por todo el cariño que me brindas, por tus sabios consejos, por tu gran ejemplo, por tener la confianza en mí, y quererme como un hijo. Por enseñarme hacer honesto y a luchar por lograr cada una de las metas, espero algún día poder pagarte todo lo que hiciste por mí. GRACIAS primo.

### **A mis hermanos.**

**Juanita Estrada Albores.** Por tu gran cariño y amor que siempre me demuestras y esa ternura que siempre te identifica te quiero mucho.

**Noemí Estrada Albores.** Por el inmenso amor que se que me tienes, y por todo lo que me has soportado, gracias por tus sabios consejos que me han servido de mucho gracias hermanita te quiero mucho.

**Álvaro Estrada Albores** eres un gran ejemplo en mi vida, tu me enseñaste a echarle ganas, valorar lo que tengo y por el apoyo que en todo momento me das gracias hermano.

**Martin Estrada Albores.** Por ser parte fundamental de mi vida, por todo lo bueno que eres conmigo, gracias por todo ese apoyo y tu ejemplo de humildad gracias Martincito.

**A mi hermana Maite** que también eres parte de mí, gracias por todo el cariño que me das te quiero mucho.

**A la familia Morales Estrada.**

A mi tía Noemí Estrada por darme su amor y sus consejos, por estar siempre pendiente de mi familia. A mis primos: Maru y Joselito gracias por el cariño que siempre nos demuestran y por el apoyo moral y económico que siempre recibí los quiero mucho.

**A mis sobrinos.** Jacobo, Checha, Keren, Moi, Camila, Nila, Ivan, Maitecita por pertenecer y dar alegría a nuestra familia.

**A mis primos:** Oli, Osvaldo, Gordo, Mimí, Chay, Chintu, DIMITAS, Javier, Ranulfo, Alfonso, Milton Por todos los momentos bonitos que pasamos.

**A mis amigos.** Trinchi, Edray, Piño, Beti, Paco, Oaxaco, Tavo, Aquiles, Doyma Romeo, Lobo, Caballo, gracias por su amistad y por hacer gratos momentos durante mi estancia en la escuela.

A ti Elenita por ser tan buena y por ese gran cariño, siempre te llevaré en mí, te quiero mucho.

## RESUMEN

El presente objetivo, considera evaluar a la variedad Rio Grande, con soluciones de Lombricomposta en concentraciones de 10% y 20% con la finalidad de obtener una dosis o respuesta optima. Para obtener la respuesta anterior se plantea 2 tratamientos y un testigo con 5 repeticiones, bajo un diseño completamente al azar, que nos permitió las siguientes respuestas.

Se evaluando las siguientes variables: numero de semillas germinadas, longitud de plúmula y longitud de radícula: considerando estadísticos descriptivos: media ( $\bar{\chi}$ ), moda (Mo), mediana (Me), varianza ( $S^2$ ), desviación estándar (s), coeficiente de variación (CV), coeficiente de asimetría (CA) y curtosis (k). Se empleo un diseño completamente al azar y la significancia de medias mediante la prueba de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ).

Para la variable numero de semillas germinadas son similares con una media mas alta del T<sub>3</sub>, para la variable longitud de plúmula si presento significancia donde los mejores resultados fueron los T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub> dando los más altos promedios. Y en la variable longitud de radícula el T<sub>2</sub> fue el que presento un mejor resultado, seguido del T<sub>1</sub> y por último el T<sub>3</sub> fue el que presento el peor resultado

**Palabras clave:** Variedad Rio Grande, Germinación, Lombricomposta y semilla de tomate.

## ABSTRACT

This objective assessment considers the variety Rio Grande, Lombricompost solutions in concentrations of 10% and 20% in order to obtain an optimal dose / response. For the previous answer arises 2 treatments and a control with 5 replications, under a completely randomized design, which allowed us the following answers.

It assessed the following variables: number of sprouts, length of plumule and radicle length: considering descriptive statistics: medium ( $\bar{\chi}$ ), mode (Mo), medium (Me), variance (S<sup>2</sup>), standard deviation (s), coefficient of variation (CV), skewness (CA) and kurtosis (k). It employed a completely randomized design and the significance of means using the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ).

For the variable number of sprouts are similar with higher half of T<sub>3</sub> for the variable length of plumule significance if present where the best results were as T<sub>1</sub> and T<sub>3</sub> giving the highest averages. And in the variable length of radicle which T<sub>2</sub> was presented the best result, followed by T<sub>1</sub> and T<sub>3</sub> was the last I present the worst result.

Keywords: Rio Grande variety, germination, vermicompost and seed tomato

## I. INTRODUCCIÓN.

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, en menos de un siglo se ha convertido en un cultivo alimenticio importante. Entre los principales países productores de tomate, destacan china con una producción de 12,832.440 toneladas que representan el 15% de la producción mundial, estados unidos 11,719.000, Turquía 7,50.000 con 14 y 9% respectivamente. Seguido de Italia, Egipto, india, España, Brasil, federación Rusa y chile. Holanda es el principal exportador y Alemania es el principal importador. (Grain, 1998)

El tomate está considerado como una de las especies hortícolas más importantes por la superficie sembrada, por su valor comercial y su consumo en fresco o procesado durante todo el año, es una rica fuente de vitaminas y minerales. Es por ello que el precio crear nuevas técnicas que puedan asegurar la producción. Para el ciclo otoño – invierno de 2000 – 2001 en nuestro país se sembraron 40,400 ha de la cuales se cosecharon 27,700 ha obteniendo un rendimiento de  $30.7 \text{ tha}^{-1}$  (SAGARPA, 2001).

Se considera que su cultivo es una fuente de ocupación de mano de obra, en la que se estima que emplea aproximadamente 172 – 189 trabajadores para el cultivo de 75 mil hectáreas, lo cual representa un 3.3% de la población económicamente activa empleada en el sector agropecuario. Con esto se evidencia la importancia que reviste el cultivo de tomate para la generación de empleo en el mercado rural (Muñoz, et al., 1995)

Dentro de los ensayos de laboratorio para evaluar la calidad de la semilla, la prueba de germinación estándar ha sido en 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 la semilla.

En este sentido

conviene buscar nuevas alternativas de utilizar estimuladores de germinación orgánica que no contaminen al suelo principalmente, como el humus líquido de lombriz, que además de ser un estimulante, intervienen en la actividad enzimática de las semillas y sobre el proceso de transferencia de electrones.

Es por todo que debemos hacer conciencia en la manera de obtener una buena producción, siendo una solución la ampliación de sustancias húmicas, estas incorporan nutrientes al suelo y además resultan de fácil disponibilidad y de bajo costo (Martínez, 1999).

### **1.1. OBJETIVO**

Evaluar las semillas de la variedad (Rio Grande) de TOMATE con dos niveles de Lombricomposta a concentraciones de 10%, y 20% para fijar la dosis más optima.

### **1.2. HIPÓTESIS**

El comportamiento de las semillas nacidas será similar al aplicar diferentes niveles de Lombricomposta con agua.

## II. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Origen e historia.

El tomate (*Lycopersicon esculentum mill*), miembro de la familia de las solanáceas, es una planta nativa de América tropical, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrado por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde existen la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

La gran diversidad varietal encontrada en la zona mexicana de Veracruz – Puebla llevo a Jenkins a considerar a México como el centro de origen del tomate cultivado en fruto grande. El termino tomate fue utilizado desde 1695 por los viajeros botánicos, quienes tomaron las palabras xitomate – xito-mate, con los que los aztecas designaban a esta planta.

El cultivo del tomate se calcula inicio en Italia hacia 1560, y fue en ese país donde se realizaron los primeros trabajos de mejoramiento en la utilización del tomate, como planta de interés agrícola, es relativamente reciente, cultivándose escasamente como tal producto agrícola hacia 1800.

El tomate mexicano fue enviado a España en el siglo XVI, donde se empleo a la manera indígena para sazonar y condimentar platillos especialmente carnes. De ahí fue a Italia en el siglo XVII, donde se adiciono a los macarrones chinos, que constituían ya el principal platillo italiano.

En el siglo XVIII, el tomate mexicano fue conocido y consumido en todo el mundo, aclimatándose a casi todos los países. Para el siglo XIX, llego a ser el artículo de consumo necesario en todas partes.

En la actualidad, el tomate se consume fresco como ingrediente preferido de las ensaladas, en forma de jugo, deshidratado, para sopas, en conservas al natural, pasta salada, extracto tamizado y condimentado (kétchup), frutos verdes en vinagre (pikles) y mermeladas. Nuez (1996).

## 2.2. Características botánicas y taxonómicas.

Siguiendo a Altunziker (1979) citado por Nuez (1996) nos dice que la taxonomía generalmente aceptada es como se describe a continuación.

Reino ..... Vegetal  
División ..... Tracheophyta  
Subdivisión..... Pteropsidae  
Clase ..... Dicotyledoneas  
Orden ..... Solanales (Personatae)  
Familia ..... Solanaceae  
Sub-familia..... Solanoideae  
Tribu ..... Solaneae  
Genero..... Lycopersicon  
Especie..... Esulentum  
Nombre Común..... Tomate

### **2.2.1. Morfología.**

El tomate es una planta de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta y el crecimiento es limitado en variedades indeterminadas pudiendo llegar, en estas últimas a 10 m en un año.

### **2.2.2. Raíz.**

La planta originaria de semilla presenta una raíz principal que crece aproximadamente 2.5 cm diarios, hasta llegar a los 60 cm. de profundidad; simultáneamente se producen ramificaciones y raíces adventicias, lo que conforma un amplio sistema radicular que puede abarcar una extensión de 1.5 metros de diámetro por 1.5 metros de profundidad. El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias; este sistema tiene como funciones la absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción y anclaje de la planta al suelo.

### **2.2.3. Tallo.**

La planta forma un tallo principal y un sistema de ramificaciones laterales, en todas las variedades comerciales el tallo principal es erecto de los primeros 30 a 60 cm de desarrollo, después es decumbente.

El tallo típico tiene de dos a cuatro centímetros de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis, cuya esencia confiere su aroma característico a la planta.

Hasta la primera inflorescencia la ramificación es monopoidal, se denominan cultivares de desarrollo determinado los que producen inflorescencias junto con cada hoja, o cada dos hojas, suelen ser más precoces y de porte bajo; en contra posición están los de desarrollo indeterminado, que presentan inflorescencias más espaciadas, son más tardíos y de porte alto.

### **2.2.4. Hoja.**

Los dos cotiledones son fusiformes agudos, las dos primeras hojas verdaderas son simples y luego aparecen las compuestas (seutadas). Las hojas del tomate son pinnado compuestas, una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos cinco centímetros de largo, algo menos de anchura, con un gran folíolo terminal y hasta ocho grandes folíolos laterales, que pueden a su vez, ser compuestos. Las hojas están recubiertas de pelos del mismo tipo que los del tallo.

### **2.2.5. Flor.**

Pedúnculo cortó, cáliz gamosépalo con cinco a diez lóbulos profundos y corola gamopétala, rosácea amarilla, con cinco o más lóbulos.

El androceo presenta cinco o más estambres adheridos a la corola, anteras con niventes (formando un tubo). El gineceo que presenta de dos a treinta carpelos que originan los lóculos del está constituido por un pistilo de ovario supero con estilo liso y estigma achatado, que se desplaza a través del tubo formado por las anteras. Son frecuentes las flores fasciadas que suelen originar los llamados "tomates florones" o de lóculo abierto.

### **2.2.6. Fruto.**

Baya de color amarillo rosado, rojo o violáceo; de forma globular, achatada o piriforme; de superficie lisa o con surcos longitudinales. El fruto tiene un diámetro de 3 a 16 cm. siendo su diámetro comercial aproximado de 10 cm. el número de lóculos o cavidades va de 2 a 30, practicando un corte transversal se distingue el tegumento o piel, la pulpa firme que se prolonga en el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve a las semillas.

### **2.3. Semilla.**

Tiene de 3 a 5 mm. de diámetro y es discoidal y de color grisáceo; la superficie está cubierta por vellosidades, pequeñas escamas y restos de las

células externas del tegumento, parcialmente gelificadas al producirse la madurez del fruto. En un gramo hay entre 300 y 350 semillas.

### **2.3.1. Concepto de semilla.**

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores, terrestres y acuáticas. Esta, desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica.

Bewley y Black (1978), hacen mención de que la semilla es la manera de independencia de las siguientes generaciones de nuevas plantas, contienen la nueva planta en miniatura.

Ruiz (1983), menciona que la semilla es el ovulo fecundado, transformado y maduro de las plantas fanerógamas, así mismo, es la parte de estos vegetales que tiene como función reproducir y perpetuar la especie. Sin embargo Camacho (1994), indica que la semilla se describe de manera botánica, como un ovulo maduro que ha sido fecundado por la planta madre, que se ha madurado hasta generar una diferenciación y que tendrán la capacidad fisiológica para dar lugar a una nueva planta.

Moreno (1996), reconoce a toda clase de granos, frutos, y estructuras que se utilizan en los terrenos agrícolas en México y en el mundo entero desde el punto de vista agronómico y comercial. Donde identifica al embrión como semilla verdadera en estado latente que a veces lo acompaña un tejido que lo nutre, y que además lo protege el epistemo.

### **2.3.2. Semilla de calidad.**

Molina et al., (1990), menciona que la calidad de una semilla para la siembra debe reunir ciertas características como mínimo, que son: pureza varietal, libres de semillas de malezas, libres de patógenos trasmisibles por semilla, tener un mínimo de germinación y que varía de acuerdo a la especie.

Garay et al., (1992), afirma que la calidad de la semilla involucra cualidades básicas diferentes que están incluidas en cuatro componentes que son: físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios; por lo que concluye que el potencial productivo de la semilla estará en un máximo nivel, cuando en ella estén incluidos todos y cada uno de sus componentes mencionados anteriormente. A su vez, Moreno (1996), indica que los términos como pureza física, pureza varietal, vigor, sanidad, poder germinativo y contenido de humedad.

### **2.3.3. Clasificación de las semillas.**

#### **2.3.4. Semillas duras.**

Moreno (1996), menciona que las semillas duras son aquellas que no han adsorbido agua como consecuencia de impermeabilidad de sus cubiertas, y por lo tanto permanecen duras después de la prueba de germinación. Un ejemplo podría ser en el caso de las familias Leguminosae y Malvácea.

#### **2.3.5. Semillas latentes.**

Hartmann y Kester (1982), dicen que las semillas viables que no germinan cuando las condiciones ambientales son favorables, se consideran latentes. Este estado de la semilla quizá se deba a causas físicas (por ejemplo: cubierta dura, impermeable al agua, etc.) o causas fisiológicas como los inhibidores químicos en el fruto y la semilla, y los embriones inmaduros.

Moreno (1996), afirma que las semillas viables son diferentes a las semillas duras, aun cuando las condiciones sean favorables para ciertas especies, estas no germinan, y se les denomina semillas latentes. Para determinar la viabilidad de las semillas, existe la prueba de tetrazolio, o bien, para acelerar la

germinación puede ser por medio de la escarificación o aplicando sustancias promotoras de dicha germinación. Cuando se hagan pruebas de germinación, se debe registrar el porcentaje de las semillas latentes. Para flores (2004), la latencia es la capacidad que tiene las semillas para poder atrasar su germinación hasta que el tiempo y lugar sean favorables y lo representa como un mecanismo de sobrevivencia de las plantas.

#### **2.3.6. Semillas muertas.**

Según Moreno (1996), las semillas consideradas aquellas que no germinen, diferentes de las semillas latentes o duras. Además, el mismo autor (1976), dice que son las que presentan un aspecto descolorido y están blandas y frecuentemente están invadidas por mohos.

#### **2.3.7. Viabilidad de las semillas.**

Mayer y Poljekff (1982), afirman que la viabilidad de las semillas es retenida por considerables periodos de tiempo especialmente en semillas con cubierta dura e impermeables.

Por su parte, Salisbury (1992), dice que la semilla pierde su viabilidad rápidamente cuando se almacena en aire húmedo y donde se tienen temperaturas de 35C o aun así son más cálidas. Hay casos que la pérdida puede ser por algunos patógenos que la semilla presenta en su interior.

### **2.4. Germinación**

Thomson (1979), dicen que el embrión dentro de la semilla es una planta miniatura, y que está vivo y respira lentamente, y cuando las condiciones son favorables para el crecimiento vegetal, el embrión empieza su desarrollo provocando la ruptura de las cubiertas de la semilla y la emergencia de una nueva planta.

Moreno (1996), describe a la germinación como la emergencia y desarrollo de las estructuras que son esenciales, provenientes del embrión, y donde la semilla, propicia la capacidad para producir una planta normal en condiciones favorables. Así mismo, Camacho (1994), menciona que la germinación es el proceso mediante el cual un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que la convertirán en una planta adulta.

Jiménez (1990), afirma que la germinación es el conjunto de eventos que llevan a la semilla a mostrar un aumento marcado de la actividad metabólica en general y a iniciar la formación de la plántula a partir del embrión, mediante la adición de agua.

Según Hartmann y Kester (1982), hacen mención de tres condiciones para el proceso de la germinación, 1); La semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar. 2); Las condiciones internas de la semilla deben ser favorables para la germinación. 3); La semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas, los requerimientos fundamentales son la disponibilidad de agua, temperatura apropiada, una provisión de oxígeno y a veces de luz.

#### **2.4.1. Tipos de germinación.**

Thomson (1979), menciona que la germinación puede ser hipogea cuando los cotiledones permanecen bajo el suelo y la plúmula es llevada a la superficie por la elongación del epicotilo, es decir, el tallo por encima de los cotiledones o escutelo. En los cereales la germinación es hipogea y el escutelo permanece

bajo el suelo en contacto con el endospermo, que está contenido en los restos de la cubierta de la semilla. Epigea, cuando los cotiledones emergen a la superficie del suelo, entonces, se vuelven verdes, y funcionan durante un cierto tiempo como hojas foliares, contribuyendo al crecimiento de la plántula mediante la fotosíntesis.

## **2.5. Latencia.**

Según Hartley (1993), el periodo de latencia es afectado por varios factores como la humedad, la luz, la concentración de gases y de otras sustancias, que en ocasiones pueden ser manipulados para alterar este estado.

Salisbury (1994), define latencia como la condición que la semilla al no poder germinar, aun teniendo una humedad determinada externa, y además expuesta a condiciones atmosféricas que tienen los suelos bien aireados y a temperaturas ideales para cierta especie en su actividad fisiológica. A su vez, Thompson (1979), menciona que latencia es uno de los métodos naturales de preservar las especies y que es debida, en parte al menos, a sustancias inhibitoras que se desarrollan durante la maduración en el campo y la cantidad de inhibidor parece estar afectado por las condiciones ambientales. En tiempo seco y cálido se produce relativamente poca cantidad de sustancias inhibitoras. La latencia se puede superar por medio del raspado de las paredes externas de la testa, lo cual implica el riesgo de dañar el embrión.

### **2.5.1. Latencia física.**

Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aun con temperaturas elevadas.

### **2.5.2. Latencia mecánica.**

En esta categoría, las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente este factor no es la única causa de latencia, ya que en la mayoría de los casos se combina con otros tipos para retardar la germinación.

### **2.5.3. Latencia química.**

Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en la testa de las semillas.

## **2.6. Clasificación de las plántulas.**

### **2.6.1. Plántulas anormales.**

Besnier (1989), dice que las plántulas normales son las que se cultivan en buen suelo, libre de patógenos y de semillas extrañas y en condiciones favorables de luz, temperatura, y humedad, que muestren capacidad para continuar su desarrollo hasta convertirse en plantas normales. Las estructuras de las plántulas normales son:

- Un sistema radicular bien desarrollado.
- Un eje caulinar con hipocotílo o epicotilo bien desarrollado.

Moreno (1996), dice en forma general, que se consideran plántulas normales aquellas que contienen las estructuras que son esenciales para producir, en un suelo de buena calidad, además de condiciones favorables de agua, luz y temperatura. Cuando la prueba de germinación sea en sustrato artificial, se les debe de llamar plántulas normales a todas aquellas que presenten las siguientes estructuras:

- a) Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto aquellas plantas, como son las gramíneas, donde generalmente presentan raíces seminales, de las cuales se pretende que estén presentes por los menos dos de ellas.
- b) Hipocotilo bien desarrollado e intacto y un epicotilo sin daño alguno en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una planta normal.
- c) Plúmula intacta en las gramíneas, que deben presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o que este emergido del coleoptilo.
- d) Un cotiledón en las monocotiledones y dos cotiledones en las cotiledoneas.

### **2.6.1. Plántulas normales.**

Moreno (1996), considera alas plántulas anormales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impide su desarrollo normal cuando crecen en suelo preparado y en condiciones favorables de agua, luz y temperatura.

Las que presentan los siguientes defectos al germinar sobre un sustrato artificial:

- a) Plántulas dañadas, sin cotiledones, con lesiones o fisuras que dañen el tejido conductor del hipocotilo, epicotilo o raíz; sin raíz primaria en

aquellas especies donde esta estructura es esencial; excepto en Pisum, Vicia, Phaseolus, Lupinus, Vigna, Glycine, Arachis, Gossypium, Zea y todas las cucurbitáceas, en las que se han desarrollado raíces secundarias vigorosas que sostienen a la plántula en el suelo.

b) Plántulas deformes, con un desarrollo débil o desequilibrado de las estructuras primordiales: plúmulas, hipocotilos y epicotilos poco desarrollado; plúmulas hendidas o coleoptilos sin hojas verdes; plantas acuosas o bien, plántulas que no presentan desarrollo después de haber salido de los cotiledones.

c) Plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos o bacterias, excepto en el caso que se determine que dicha infección no proviene de la semilla.

## **2.7. Medio ambiente propicio.**

### **2.7.1. Clima**

El tomate es una planta que exige buenas condiciones de temperatura, luminosidad y humedad relativa para un buen desarrollo y producir satisfactoriamente, es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas. Las condiciones climáticas influyen, entre otras cosas, en el cuajado de los frutos, y la calidad de los frutos.

### 2.7.2. Temperatura

La temperatura es otro factor determinante del medio ambiente que influye en todo el desarrollo de la planta, por lo tanto es determinante el conocimiento de la temperatura óptima en cada etapa de desarrollo (Cuadro 1)

ETAPA DE DESARROLLO	TEMPERATURAS °C		
	MÍNIMAS	ÓPTIMAS	MÁXIMAS

**Cuadro 1.** Fuente: El Autor en base a Datos de <http://www.faxsa.com>

---

GERMINACIÓN	11	16-29	34
DESARROLLO VEGETATIVO	18	21-24	32
FRUTO ESTABLECIDO			
NOCHE	10	20-24	30
DÍA	18	19-24	30
DESARROLLO DE COLOR ROJO	10	20-24	30
DESARROLLO DE AMARILLO	10	21-32	40
DAÑOS POR FRÍO		6>	
DAÑOS POR HELADAS		1>	
TEMPERATURA LETAL		-2>	

---

El tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas el rango de temperatura del suelo debe ser de 12 a 16 °C (mínima 10 °C máxima 30 °C) y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21 °C a 24 °C siendo la óptima 22 °C; a temperaturas menores de 15 °C y mayores de 35 °C puede detener su crecimiento.

Cuando se presentan temperaturas altas (> 38 °C) durante cinco a diez días antes de la antesis, hay poco amare de fruto debido a que se destruyen los granos de polen (las células de huevo); si las temperaturas elevadas prevalecen durante uno a tres días después de la antesis el embrión es destruido (después de la polinización) el amare del fruto es bajo cuando las temperaturas nocturnas oscilan entre los 25 °C y 27 °C antes o después de la antesis, a temperatura 10 °C o menos, un gran porcentaje de flores abortan.

La temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18 a 24 °C, si la temperatura es menor de 13 °C, los frutos tienen una maduración muy pobre; cuando la temperatura es mayor de 32 °C durante el almacenamiento, la coloración roja (licopeno) es inhibida y los frutos toman un color amarillo. Se afirma que a temperatura de 22 °C a 28 °C se obtiene una óptima pigmentación roja.

## Radiación

La luz es un factor que actúa notablemente en la fisiología del tomate y que influye en su producción principalmente en dos formas, ya sea en el

aspecto de intensidad lumínica o bien, en el aspecto de tiempo de exposición a la luz (fotoperiodo).

El tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación. La duración del día también afecta la producción de los frutos de tomate, esto lo demuestran Osborne y Went, citados por Moscoso (1979), en un experimento llevado a cabo en Holanda, en donde al aumentar el tiempo de exposición a la luz mediante iluminación artificial, se aumentó la producción, pero lo más importante es la constante interacción entre los factores de temperatura, intensidad de luz y duración del día, los cuales nunca actúan en forma independiente, sino que lo hacen en forma de una interacción completa.

### **2.7.3. Precipitación Pluvial y Humedad Relativa**

Las lluvias excesivas e índices de humedad relativa elevados, asociados a altas temperaturas favorecen la incidencia de enfermedades, principalmente aquéllas causadas por hongos y bacterias, que al presentarse durante la época de cosecha se promueve la putrefacción de los frutos, igualmente se favorece la infección de los frutos con microorganismos responsables de las pérdidas postcosecha durante el almacenamiento, la comercialización e industrialización del producto.

El tomate necesita en un ciclo normal de cultivo, de unos 500mm. de agua pero se ha demostrado que tiene buena adaptación a la sequedad, aunque esto reduce notablemente la producción.

#### **2.7.4. Requerimientos Edáficos**

Los terrenos que más se prestan para el cultivo del tomate son los neutros o ligeramente ácidos (pH de 7 a 5.8), pero se adaptan también aunque discretamente, en los de alguna mayor acidez.

En los terrenos de consistencia media la producción es constante, los terrenos sueltos son menos apropiados para su cultivo industrial.

El tomate se desarrolla en todos tipos de suelos, se ha encontrado que cuando son limosos ligeros y bien drenados, sin enegamienos y con un pH de 6 a 7 las plantas son más productivas.

Con respecto a la textura del suelo, el tomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en suelos pesados (arcillosos), siendo los mejores los arenosos y limo - arenosos con buen drenaje.

El tomate es cultivado en las más diversas regiones de la tierra, que van desde unos pocos metros sobre el nivel del mar, hasta los casi cerca de 8000 msnm. Todos los extremos ambientales mencionados anteriormente climáticos así como edáficos en su conjunto muestran la gran capacidad que tiene esta planta para poder adaptarse a los diferentes climas y regiones de México pudiendo decir que es una de las características más importantes que buscan los inversionistas dentro de la agricultura mexicana, para poder desarrollar toda una línea de producción y comercialización del producto.

## **2.8 Lombricomposta**

La lombricomposta nace gracias a los estudios que Charles Darwin realizo en el siglo XIX, razón por el cual es considerado el padre de esta actividad. (Martínez, 1999).

Noriega, et al (2002), menciona que la lombricomposta inicia su desarrollo en los Estados Unidos en 1974, año a partir del cual se ha implementado en gran cantidad de países. La lombricomposta es conocida también como vermicultura, y esta tecnología consiste en la crianza de la lombriz de tierra para procesar desechos orgánicos y producir abono.

Por su parte, Martínez (1999) menciona que la lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta en desechos en descomposición, el color de la lombricomposta varia entre el negro, café oscuro y gris, dependiendo del desecho reciclado; no tiene color y es granulado. La característica mas importante de la lombricomposta es su alta calidad microbiana, la cual le hace ubicarse como un excelente material regenerador de suelos. Además tiene un pH neutro, con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2, característica que le permite ser aplicada aun en el contacto directo con la semilla sin causarle daño, sino al contrario, crea un medio desfavorable para ciertos microorganismos patógenos y favorables para el desarrollo de las plantas.

Menciona Schuldt (2006) que es producto final compuesto por las píldoras fecales (estiércol) de las lombrices.

### **2.8.1 Lombriz Roja Californiana**

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), reúne las características morfofisiológicas y comportamentales muy importantes para introducirla dentro de una explotación zootécnica ; consume diariamente una cantidad de residuos es decir, es la mas usada en lombricultura, gracias a sus características fisiológicas que le hacen una verdadera fabrica procesadora de materia orgánica; una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso, donde el 60% se convierte en abono y el resto lo utiliza en su metabolismo y para generar tejidos corporales (Solano, 2002).

### **2.8.2 Beneficios del humus liquido 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 el desarrollo 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 o que permite eficientar la toma de agua y nutrientes, su aporte en la capacidad del intercambio cationico radicular aportando nutrientes, contienen ácidos húmicos y fulvicos 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.

### **2.8.3 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 en 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 (mezquite), y de otros géneros y especies, palma china, nopal, maguey, y pino piñonero (Cepeda, 2007).

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

Uno de los efectos generalmente asumidos por el líquido lombri-humus en 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 las semillas de diferentes cultivos en medio salinos. Ramos (2000) concluyó que la aplicación de las sustancias húmicas de diferentes orígenes mejoraban el porcentaje de germinación de semilla de tomate, 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 sustancias húmicas con el mismo origen, dicha dosis variaba considerablemente según producto empleado.

### **III.- MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Ubicación del sitio experimental**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra geográficamente situada en las coordenadas 25°23'42" de latitud norte, y 100°50'57 " de longitud oeste con una altura de 1742 msnm, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

#### **3.2. Descripción del material experimental.**

El material genético empleado fue de la variedad "Rio Grande" de habito de crecimiento determinado, que se caracteriza por ser de tamaño y forma uniforme, su adaptación comprende desde México (Baja California), Centroamérica, Sudamérica, y el Caribe (Petoseed, 1995).

### **3.2.1. Material de Laboratorio**

- Agua destilada
- Híbrido "Rio Grande"
- Lombricomposta
- Papel filtro
- Etiquetas
- Probeta de 250 ml
- Cámara germinadora con control de temperatura de 25 °C
- Atomizadores (espray) de 1 Lit.
- Calculadora
- Regla
- Cajas de petri
- Cámara digital
- Libreta de apuntes

### **3.2.1. Siembra**

La siembra se realizó el día 07 de Octubre del 2009 en el Laboratorio de Ensayos de Semillas, para lo cual, horas antes se procedió a hacer la preparación de las semillas con los tratamientos correspondientes.

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

### 3.3. METODOS

#### 3.3.1. Metodología.

Las plantas fueron obtenidas de la siembra de dicho cultivar en cajas petri colocando 50 semillas por cada caja petri. Que posteriormente se colocaron en la cámara germinadora a una temperatura de 25 °C, y las variables fueron evaluadas a los 7 días después de la siembra.

#### 3.3.2. Descripción de los tratamientos.

Se aplicaron 2 tratamientos y un testigo sin aplicación de ácidos húmicos, obteniendo 3 tratamientos con 5 repeticiones por cada tratamiento sumando un total de 15 unidades experimentales los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

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

Tratamientos	Aplicaciones
T1	10% <b>de líquido de</b> Lombricomposta + 90% Agua destilada
T2	20% <b>de líquido de</b> Lombricomposta + 80% Agua destilada
T3	100 % Agua destilada (TESTIGO)

### **3.3.3. Aplicación de los ácidos húmicos.**

Para evaluar el efecto que tienen los ácidos húmicos en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate se aplicaron diferentes dosis de ácidos húmicos y un testigo sin aplicar se realizó dos aplicaciones de acuerdo a cada tratamiento.

A las disoluciones se les determino Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potencial de iones de Hidrogeno (pH), Conductividad eléctrica (C.E), Carbonatos, Cloro(Cl), Bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), Sulfato ( $\text{SO}_4$ ), que fueron analizados en el Laboratorio de Calidad de aguas por el método de absorción atómica (espectrofotómetro) del Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### **3.4. Primera evaluación.**

Para llevar a cabo esta evaluación se realizó la primer cinética a los 7 días tomando en cuenta las siguientes variables; germinación, número de plántulas normales y anormales, así como el registro de semillas duras (sin germinar), procediéndose a calcular los porcentajes respectivos.

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

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

### **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 completamente al azar.

#### **3.5.1. Estadística descriptiva**

Se empleó la estadística descriptiva, con el fin de conocer preliminarmente los resultados que se obtuvieron con los tratamientos a diferentes concentraciones de lombricomposta; 10 por ciento de Lombricomposta más 90 por ciento de agua destilada (10% Lombricomposta + 90% H<sub>2</sub>O), 20 por ciento de Lombricomposta más 80 por ciento de agua destilada (20 Lombricomposta. ç + 80 H<sub>2</sub>O), y como testigo 100 por ciento de agua destilada (100 H<sub>2</sub>O), considerando las siguientes variables de estudio: número de semillas germinadas (NSG), longitud de plúmula (LP) y longitud de raíz (LR); 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 3.** Estadígrafos descriptivos preliminares.

Estadígrafo	Ecuación (formula)
Media	$\bar{x} = \sum xi / n$
Moda	Es el número que aparece más frecuentemente en un grupo de números.
Mediana	Es el valor medio o la media aritmética de los dos valores medios.
Varianza	$S^2 = \frac{(x1-x)^2+(x1-x)^2}{n}$
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	Caracteriza la elevación o el achatamiento relativo de una distribución, comparada con la

	distribución normal.
--	----------------------

Fuente: Microsoft Excel, Windows Vista (2007).

### 3.5.2 Diseño experimental

En el trabajo de investigación se empleo un diseño completamente al azar en el que se utilizaron 3 tratamientos a razón de 5 repeticiones por c/u; 50 semillas por tratamiento en U.E. Se utilizo un diseño completamente al azar, y el modelo lineal de Steel y Torrie (1993) que se presenta a continuación:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable en estudio.

$\mu$  = Media poblacional.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\xi_{ij}$  = Error experimental.

$\xi_{ij} \sim N I (0, \sigma^2)$  = el error experimental se distribuye normal, independientemente con la 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 de múltiples de medias con prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). pero si fue recomendable hacer las comparaciones de medias, cuando se encontró significancia estadísticamente, empleándose los métodos de Tukey (Steel y Torrie, 1993).

## **3.6 VARIABLES EVALUADAS**

### **3.6.1 NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS (NSG)**

Para llevar a cabo esta evaluación 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.

### **3.6.2 Longitud de plúmula (LP)**

Para la evaluación de este parámetro, se utilizó una medición de diez plantas tomadas al azar por cada una de las repeticiones; se midió la longitud de plúmula expresada en centímetros con la ayuda de una regla graduada en forma independiente para cada tratamiento, con el fin de obtener un promedio. Esta variable se evaluó a los siete días después de la siembra.

### **3.6.3 Longitud de radícula (LR)**

Para la evaluación de este parámetro, se utilizó una medición de diez plantas tomadas al azar por cada una de las repeticiones; se midió la longitud de la radícula expresada en centímetros con la ayuda de una regla graduada en forma independiente para cada tratamiento, con el fin de obtener un promedio. Esta variable se evaluó a los siete días después de la siembra.

## **IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se utilizaron cinco repeticiones para cada tratamiento; lo que nos arrojó un total de 250 unidades experimentales, en las cuales se aplicaron las dosis correspondientes de Lombricomposta para cada tratamiento. En cuanto a los resultados del análisis de varianza y comparación de media (Prueba de Tuckey) se presentan en el apéndice capítulo VII.

### **4.1. Germinación Estándar (GS)**

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

#### **4.1.1. Numero de semillas germinadas, estadísticos descriptivos.**

En el Cuadro 3, se muestran el número de semillas que germinaron en los tres tratamientos con sus cinco repeticiones, así como los estadígrafos descriptivos de las medidas de tendencia central y de variación, así como el coeficiente de asimetría y la curtosis.

**Cuadro 4.** Semillas germinadas y sus estadísticos descriptivos.

<b>Categoría</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>R1</b>	35	32	37
<b>R2</b>	38	39	42
<b>R3</b>	31	35	40
<b>R4</b>	38	42	43
<b>R5</b>	35	46	39
$\Sigma$	177	194	201
<b>N</b>	5	5	5
$\bar{x}$	35.4	38.8	40.2
<b>Mo</b>	35	-	-
<b>Me</b>	35	39	40
<b>S<sup>2</sup></b>	8.3	30.7	5.7
<b>S</b>	2.88097206	5.54075807	2.38746728
<b>CV (%)</b>	8.13833915	13.5140441	5.93897333
<b>CA</b>	-0.87403565	0.08994642	-0.2057528
<b>K</b>	0.46015387	-1.18441575	-1.11726685

#### 4.1.2. Medidas de Tendencia central (MTC)

La unidad experimental (UE) fue de 50 semillas dentro de cada repetición por tratamiento, se puede intuir desde la sumatoria ( $\Sigma$ ) que la germinación fue mejor en el T<sub>3</sub> (testigo) en la aplicación 100 por ciento (%) de agua destilada, al obtenerse el mejor promedio de semillas germinadas de 40.2. El tratamiento con menor promedio de semillas germinadas que se obtuvo fue el T<sub>1</sub> la aplicación 10 por ciento de Lombricomposta más 90 por ciento de agua destilada. La moda en el caso de los tratamientos T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub> no existe ya que en

ninguna de ellas se repiten los datos. En cambio la moda en el caso del  $T_1$  fue si presenta, con el valor de 35 semillas, el cual ocurrió dos veces, en la  $R_1$  y  $R_5$ .

#### **4.1.3. Medidas de Variación (MV).**

La varianza ( $S^2$ ) fue menor en  $T_3$  con 5.7, por ende la desviación estándar (S) fue menor con 2.38746728 y el tratamiento que mayor varianza obtuvo fue el  $T_2$  (20 por ciento de Lombricomposta más 80 por ciento de agua destilada) siendo 30.7, con una desviación estándar (S) mayor de 5.54075807 que los demás tratamientos. Mientras que el coeficiente de variación (CV) se encontró en un rango de 5.93% ( $T_3$ ), 8.13% ( $T_1$ ), y 13.51% ( $T_2$ ), considerándose que los valores están dentro de lo establecido.

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

En la asimetría. El comportamiento de la variable de estudio en el  $T_1$  de -0.8740 y el  $T_3$  de -0.2057 tiene una asimetría negativa considerando un sesgo estadístico hacia la izquierda en tanto que en  $T_2$  tiene una asimetría positiva de 0.0899, con sesgo estadístico hacia la derecha en la curva normal.

La curtosis fue negativa en  $T_2$  con -1.1844, al igual que el  $T_3$  con resultado de -1.1172 mientras que en el  $T_1$  fue de 0.4601.

## **4.2. Análisis**

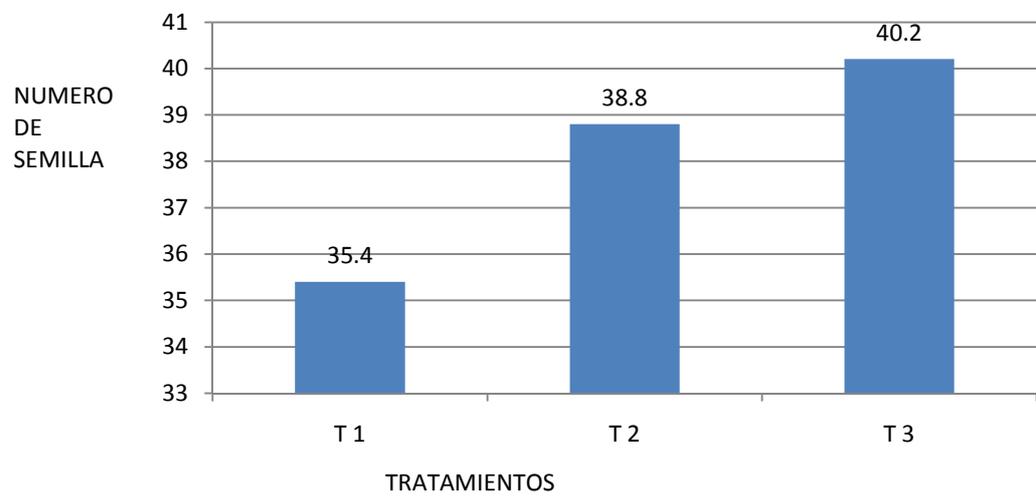
Se realizó estadísticamente el análisis de varianza para cada una de las variables. La prueba que se utilizó para determinar la diferencia que existe entre los Tratamientos fue la de Tuckey ( $\alpha = 0.05$ ). De la misma manera se obtuvo el coeficiente de variación para las variables que fueron evaluadas y así poder medir la confiabilidad en los resultados obtenidos en dicha investigación.

### **4.2.1. Numero de semillas germinadas (NSG)**

De acuerdo al análisis de varianza realizado para esta variable a los siete días se tiene una respuesta significativa; se realiza la comparación de medias mediante la prueba de Tuckey ( $\alpha = 0.05$ ), obtuvimos que todos los tratamientos están conformados por el nivel A, habiendo poca variación entre ellos, siendo el más alto fue el testigo (utilizando solamente agua) obteniendo una media de 40.2 de germinación. Seguido del tratamiento dos (20% Lombricomposta + 80%  $H_2O$ ) que arrojó una media de 38.8 semillas germinadas, seguido del tratamiento uno (10% Lombricomposta + 90%  $H_2O$ ), con una media de 35.4

plantas germinadas, siendo el mejor el testigo seguido por el tratamiento dos, y por último el tratamiento uno. (Figura 1)

### NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS



**Figura 1.** Numero de semillas germinadas de tomate evaluado a los siete días, con diferentes dosis de Lombricomposta.

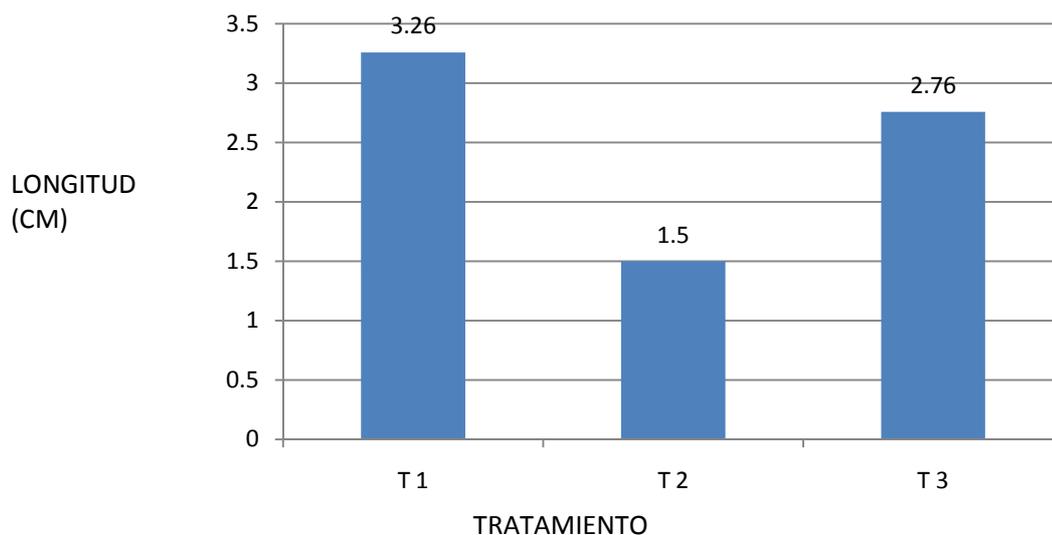
#### **4.2.2. Longitud media de plúmula**

Al realizar el análisis de varianza para conocer la influencia de la Lombricomposta sobre la longitud de plúmula en tomate, se encontró una respuesta significativa entre los tratamientos lo que indica que son diferentes estadísticamente. Cuando se utilizó Lombricomposta, se alcanzaron mayores longitudes de plúmula, el coeficiente de variación es adecuado para poder confiar en los resultados obtenidos presentando un nivel de 16.89%.

Al realizar la prueba de medias para esta variable y trabajando con un nivel de Significancia del  $\alpha = 0.05$  resultaron dos niveles de esta, el nivel A mostro al tratamiento uno (10% Lombricomposta. + 90% H<sub>2</sub>O) con una media de longitud de 3.26 cm y el tratamiento tres (100% agua) con una media de longitud de 2.76 cm. Sin embargo, para el nivel B conformado por el tratamiento dos (20% Lombricomposta + 80% H<sub>2</sub>O) fue aquel que presento la menor longitud de plúmula de 1.50 cm.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se puede interpretar gráficamente los resultados como se muestra en la Figura 2.

## LONGITUD MEDIA DE PLUMULA



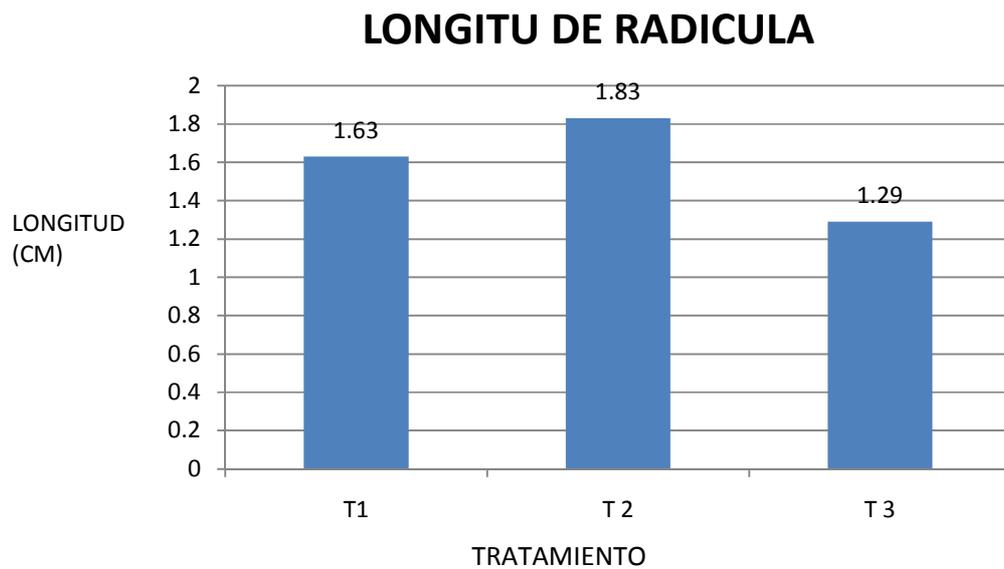
**Figura 2.** Longitud de plúmula en tomate evaluado a los siete días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta.

### 4.2.3 Longitud de radícula

Al realizar el análisis de varianza para conocer la influencia de la Lombricomposta sobre la longitud de la radícula en tomate, se encontró una respuesta significativa obtuvimos que todos los tratamientos están conformados por el nivel A, se realizó la comparación con la prueba de Tuckey al  $\alpha = 0.05\%$  en la cual observamos que el tratamiento dos (20% Lombricomposta. + 80% H<sub>2</sub>O) presenta la longitud media de radícula más alto con una media de 1.83 cm, seguido por el tratamiento uno (10% Lombricomposta. + 90% H<sub>2</sub>O) con

una media de 1.63 cm, y por último el tratamiento que presento el nivel más bajo fue el tratamiento tres (100% agua) con una media de 1.29 cm.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se puede interpretar gráficamente los resultados como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Longitud de radícula en tomate evaluado a los siete días, con diferentes dosis de Lombricomposta.

## **V.-CONCLUSIONES**

En base a los objetivos e hipótesis planteados y en base al análisis de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

La Lombricomposta utilizada a diferentes niveles de concentraciones tuvo comportamientos diferentes para la especie y parámetros evaluados.

El análisis descriptivo a través de las Medidas de Tendencia Central (Media, Mediana, Moda), las Medidas de Variabilidad (Varianza, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación), las Medidas de Forma (Coeficiente de asimetría y curtosis), permiten un acercamiento preliminar en las variables de estudio en la investigación agrícola sustentable Según Cepeda (2007).

De acuerdo a los resultados arrojados con los estadígrafos descriptivos, el T<sub>3</sub> (testigo), fue el de mejor comportamiento al obtener el mejor número de semillas germinadas con un promedio de 40.2, se obtuvo una varianza de 5.7 y un coeficiente de variación (C.V) de 5.93%, mientras que el T<sub>1</sub> (10% Lombricomposta + 90% H<sub>2</sub>O) fue menor en semillas germinadas con un promedio de 35.4, una varianza de 8.3 y Coeficiente de Variación (C.V) de 8.13%.

En cuanto a la longitud de plúmula, según el análisis de varianza (ANVA) arrojaron una respuesta significativa entre los tratamientos lo que indica que son diferentes estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ). Por lo tanto el T<sub>1</sub> (10 Lomb. + 90 H<sub>2</sub>O) y T<sub>3</sub> (100% H<sub>2</sub>O) fueron los que manifestaron el mejor comportamiento. Sin embargo el T<sub>2</sub> (20 Lombricomposta + 80 H<sub>2</sub>O) fue el que tuvo el mas bajo desempeño.

Para la variable longitud de radícula, de acuerdo al ANVA encontramos una respuesta significativa ( $P \leq 0.05$ ). Demostrando que el T<sub>2</sub> fue el que dio mejor resultado, seguido por el T<sub>1</sub> y teniendo al T<sub>3</sub> como el de menos resultado.

Como recomendación se sugiere, trabajar con Lombricomposta para obtener plantas con un mejor sistema radicular y mayor longitud de plúmula.

## LITERATURA CITADA.

**Bohme, M; T. Hoang; T.L. Hoang and R.U. Roeber, 1997.** Influence of mineral and organ treatments in the rhizosphere on the grown of tomato plant. *Acta-horticulturae*.450: 161-168.

**Besnier R.F. 1989.** Semillas biológicas y tecnología. Ediciones mindi-prensa.  
Bewley, J.D Y M. Black. 1978. Physiology and biochemistry of sedes “in relation to germination”. Springer verlag N.Y.

**Flores, H. A. 2004.** Introducción a la tecnología de las semillas. 1ª edición. Departamento de publicaciones de la dirección general de difusión cultural y servicios de la UACH. México. P.61-78.  
Foro Investigación UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Garay, E.A., Preton P. Rosales, y Landivar J. 1992.** Desarrollo de semillas, el novedoso enfoque en Bolivia. Editorial, centro internacional de agricultura tropical. (CIAT)Bolivia.

**Hartley, C.W.S. 1993.** La palma de aceite.C.EC.S.A., Mexico, p.181-191.

**Hartmann, H. Y Kester, D. 1982** propagación de plantas. México D.F. compañía editorial continental,S.A de C.V. p.46.

**Hartmann, H. Y Kester, D. 1988.** Propagación de plantas. México D.F. compañía editorial continental, S.A de C.V. p.170.

**Isaki, H. 1995.** Efecto de las sustancias húmicas en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L) Y rábano (*Raphanus Sativus*) Tesis de Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Jiménez, M.A. 1990.** Semillas forrajeras para siembra. Análisis de su calidad, estándares y densidades. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco.

**MacCarthy, E.E.;R.L. Clapp; Malcom and P.R. Bloom, 1990.** Humic substances in soil and crop sciences: selected readings. Am. Soc. Agron.inc. sci.so, Madison, Wisconsin, U.S.A. p.4-5.

**Mayer, A.M. y Poljekoff- Mayber, A. 1982.** The germination of seeds. Thira. Edition. Pergaman press. Great Britain.

**Martínez Cerdas Claudia. Potencial de lombricultura.1999.** México, DF.

**Molina, M.J. Estrada J.A., Livera M. y Gonzales V.A 1990.** Análisis de la enseñanza, producción e investigación de semillas de México, sociedad mexicana de fitogenetica. Chapingo, México.

**Moreno, M. E. 1996.** Análisis físico y biológico de semillas. 3ª ed. UNAM. México. P. 113-122.

**Narro, F.E.A. 1994.** Física de suelos con enfoque agrícola. Editorial trillas. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Saltillo, Coahuila, México. P.71-80.

**Narro, F.E. A. 1997.** Nutrición y sustancias húmicas en el cultivo de la papa.

**Ortiz C. P. 1999.** El cultivo del cilantro (*coriandrum sativum*, L). Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**Ruiz, O.M 1993.** Tratado elemental de botánica decimal quinta edición.

**Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1994.** Fisiología vegetal. Ed. por grupo Editorial Iberoamericana, S.A de C.V.Mexico.p.647-649.

**Schuldt, M. 2006.** Lombricultura teoría y práctica. Mundi-prensa. Madrid España

**Solano F, V. 2002.** Lombriz Roja Californiana. In. Tomo II del Manual Agropecuario Tecnológico de la Granja Integral Autosuficiente. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá; Colombia. Pp. 481-502

**Thomson, J. R. 1979.** An introduction to seed technology. Editorial, blackie group Zaragoza, España.

## VII.- APENDICE

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para la variable numero de semillas germinadas (NSG), en Plántulas de tomate (*lycopersicum esculentum mill*) var. Rio grande, evaluado a los siete días.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	2	60.931641	30.465820	2.0447*	0.17
<b>ERROR</b>	12	178.800781	14.900065		
<b>TOTAL</b>	14	239.732422			

C.V = 10.12 %

NS = No Significativo.

\*\* = Altamente Significativo.

\* = Significativo

**Cuadro 6.** Tabla de comparación utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del  $\alpha = 0.05$ , para la variable numero de semillas germinadas (NSG) en tomate.

TRATAMIENTO	MEDIA
<b>T<sub>3</sub></b>	<b>40.2000 A</b>
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>38.8000 A</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>35.4000 A</b>

Tuckey=6.5080

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula, en Plántulas de tomate (*lycopersicum esculentum mill*) var. Rio grande, evaluado a los siete días.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	2	8.210281	4.105141	22.8745*	0.000
<b>ERROR</b>	12	2.153564	0.179464		
<b>TOTAL</b>	14	10.363846			

C.V = 14.29 %

NS = No Significativo.

\*\* = Altamente Significativo.

\* = Significativo

**Cuadro 8.** Tabla de comparación utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del  $\alpha = 0.05$ , para la variable longitud de plúmula en tomate.

TRATAMIENTO	MEDIA
T <sub>1</sub>	3.2600 A
T <sub>3</sub>	2.7620 A
T <sub>2</sub>	2.5020 B

Tuckey=0.7142

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para la variable Longitud de Radícula (LR), en Plántulas de tomate (*lycopersicum esculentum mill*) var. Rio grande, evaluado a los siete días.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.767090	0.383545	1.7158	0.220
ERROR	12	2.682404	0.223534		
TOTAL	14	3.449493			

C.V = 29.79 %  
 NS = No Significativo.  
 \*\* = Altamente Significativo.  
 \* = Significativo

**Cuadro 10.** Tabla de comparación utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del  $\alpha = 0.05$ , para la variable longitud de radícula en tomate.

TRATAMIENTO	MEDIA
T <sub>2</sub>	1.8380 A
T <sub>1</sub>	1.6340 A
T <sub>3</sub>	1.2900 A

Tuckey=0.7142

**Cuadro 11.** Análisis químico de lixiviado de lombricomposta.

<b>COMPOSICION</b>	<b>T<sub>1</sub> Al 10%</b>	<b>T<sub>2</sub> Al 20%</b>
pH	8.65	8.69
C.E ds/ m	3.08	5.58
Carbonatos meq/lt	1.5	2.5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/lt	12.0	20.0
CA <sup>**</sup> meq/lt	5.0	6.0
Mg <sup>**</sup> meq/lt	2.0	3.0
Cl <sup>-</sup> meq/lt	30.0	37.5
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> meq/lt	3.0	5.3
Na <sup>*</sup> meq/lt	14.39	26.7
K <sup>*</sup> meq/lt	--	--
Nitrógeno %	0.019	0.040
Fosforo kg/ha	63.45	126.9
Potasio kg/ha	630.0	1350