

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**“Germinación de Chile Serrano (*capsicum annuum*)  
var. Tampiqueño 74 con tres niveles de Lombricomposta”**

**Por:**

**FRANCISCO JAVIER RODRIGUEZ VAZQUEZ**

**TESIS**

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

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

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

**Marzo de 2010**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**"Germinación de Chile Serrano (*capsicum annum*)  
var. Tampiqueño 74 con tres niveles de Lombricomposta"**

Realizada por:

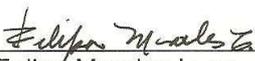
**FRANCISCO JAVIER RODRIGUEZ VAZQUEZ**

**TESIS**

**Que Somete A Consideración Del H. Jurado Examinador Como Requisito  
Parcial Para Obtener el Titulo de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

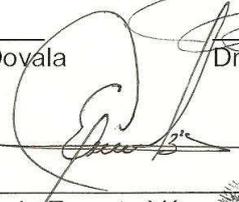
Aprobada por:

  
M.C. Felipa Morales Luna  
Presidente del Jurado

  
Dr. Ángel Romualdo Cepeda Dovala  
Sinodal

  
M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala  
Sinodal

  
Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza  
Sinodal

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

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Marzo de 2010.



Coordinación  
División de Agronomía

Como Presidente del Jurado Examinador de la Tesis "Germinación de Chile Serrano (*Capsicum annuum*) var. Tampiqueño 74 con tres niveles de Lombricomposta", cuyo sustentante es el C. Francisco Javier Rodríguez Vázquez, 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 DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	VI
<b>DEDICATORIA</b> .....	VII
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	VIII
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	IX
<b>RESUMEN</b> .....	X
<b>ABSTRACT</b> .....	XI
<b>I.-INTRODUCCIÓN</b> .....	12
1.1. Objetivos .....	14
1.2. Hipótesis .....	14
<b>II.-REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	15
2.0. Clasificación botánica .....	15
2.1 Origen .....	15
2.2. Importancia .....	16
2.3. Descripción Botánica .....	17
2.4. Semilla .....	18
2.4.1. Clasificación de las semillas .....	19
2.4.2 Viabilidad de las semillas .....	20
2.4.3.Vigor de semilla .....	22
2.4.3.1.Factores que afectan el vigor .....	23
2.5.Germinacion.....	24
2.5.1.Requerimientos o condiciones para la germinación.....	25
2.5.2.Eventos durante la germinación .....	26
2.5.3. Importancia de la humedad de la semilla.....	27
2.5.4. Factores ambientales que afectan la germinación .....	28

2.6. Clasificación de plántulas.....	29
2.7. Ensayos .....	32
2.7.1. Germinación Estándar .....	32
2.7.2. Primer conteo de germinación .....	33
2.7.3. Velocidad de germinación .....	33
2.8. Caracterización y uso de la Lombricomposta .....	33
2.8.1. Características .....	34
2.8.2. Beneficios .....	35
2.9. Efectos en la germinación y en el crecimiento radicular .....	36
<b>III.-MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>37</b>
3.1 Ubicación del sitio experimental .....	37
3.2. Materiales .....	37
3.2.1 Material vegetal.....	37
3.2.2. Material de Laboratorio .....	37
3.2.3. Siembra .....	38
3.3. Métodos .....	39
3.3.1. Preparación de las disoluciones de Lombricomposta .....	39
3.3.2. Obtención de la mezcla .....	39
3.4. Prueba de germinación estándar .....	39
3.4.1 Primer conteo .....	40
3.4.2 Segundo conteo .....	40
3.4.3 Longitud de plúmula y radícula .....	40
3.5. Arreglo experimental y análisis estadístico de los datos .....	41
3.5.1. Estadística descriptiva .....	41
3.5.2 Diseño experimental .....	43
3.6 Variables evaluadas.....	44
3.6.1 Numero de Semillas Germinadas (NSG) .....	44
3.6.2 Longitud de plúmula (LP) .....	44
3.6.3 Longitud de radícula (LR).....	45
<b>IV.-RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>46</b>

4.1. Germinación Estándar (GS).....	46
4.1.1. Numero de semillas germinadas (NSG).....	46
4.1.2. Medidas de Tendencia central (MTC).....	47
4.1.3. Medidas de Variación (MV).....	48
4.1.4. Medidas de forma de la curva normal.....	48
4.2. Longitud de plúmula.....	52
4.3. Longitud de radícula.....	53
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>58</b>
<b>VII. APENDICE</b> .....	<b>61</b>

## **AGRADECIMIENTO**

**A Dios nuestro señor** por darme la vida, permitirme el haber concluido mis estudios y darme la dicha de pertenecer a una familia ejemplar.

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por ser parte de mi formación profesional y brindarme los conocimientos necesarios en el ámbito laboral y social.

**Al Dr. Ángel R. Cepeda Dovala**, por la aceptación en la asesoría de la tesis, su apoyo, conocimiento y tiempo brindados en la realización de este trabajo, como persona y maestro. Gracias.

**Al Ing. Gerardo Rodríguez Galindo**, por la colaboración brindada en el presente.

**Al MC. Juan M. Cepeda Dovala**, por su apoyo brindado en la realización y recomendaciones de la estructuración de este trabajo.

**Al Dr. Luis M. Lasso Mendoza**, por la valiosa colaboración en la revisión de este trabajo.

## DEDICATORIA

A LOS DOS SERES que con amor, esfuerzo y confianza me han sabido guiar con su ejemplo y dedicación, mis padres.

**Ing. Pascual Rodríguez Córdova**, por ser una persona a quien yo admiro y respeto, por ser un ejemplo a seguir en mi formación como persona, por saber ser todo lo que un hijo espera de un padre por tu amor infinito, gracias.

**Sra. Amelia Vázquez Pérez**, a ti que con ternura, paciencia y sobre todo amor has logrado hacer de mi un hombre de bien, tu dedicación y virtud como madre ejemplar me hacen decir con certeza, gracias.

**A mi Hermana Anahí Guadalupe Rodríguez Vázquez**, a ti con todo mi cariño y amor, gracias por motivarme a seguir adelante y compartir conmigo momentos de alegría y tristeza, te quiero mucho.

**A mis Abuelitos:**

**-Cristóbal Rodríguez Cruz e Isabel Córdova Gómez (†)**

**-Modesto Vázquez Hernández y Esperanza Pérez Grajales (†)**

A quienes con sus sabios consejos me han sabido guiar por el sendero de la vida, y de manera muy especial a mis abuelitas que aunque ya no se encuentran físicamente siempre vivirán en mi corazón, en memoria de ellas dedico este trabajo.

**A mis amigos:** Olga, Victalino, Gabriela, Marbel, Elena del Carmen, Norma, Daniel Bertín, Aurelio, Bety, Luis Miguel, María Concepción, muchas gracias por compartir gratos momentos y saber que cuento con su sincera amistad.

**A mis primos:** Luis Enrique, Gabriel Alberto, Viridiana, Sofía Berenice, Omar, Gilberto, Rommel, Maribel, Carlos Alberto, Fernando, gracias por estar conmigo en todo momento y ser parte importante de mí.

**Al padre Lustein Blanco Grajales**, gracias por brindarme su amistad y darme consejos que me han permitido seguir adelante.

**A Isabel:** gracias por dejar que depositara mi confianza en ti y por ser parte importante en mí. Te quiero mucho nunca te olvidare.

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Composición de la Lombricomposta.....	34
<b>Cuadro 2.</b> Distribución de los tratamientos y los niveles aplicados .....	39
<b>Cuadro 3.</b> Estadígrafos descriptivos preliminares .....	42
<b>Cuadro 4.</b> Semillas germinadas y sus estadísticos descriptivos .....	47
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de varianza para la variable numero de semillas germinadas (NSG), en Plántulas de chile Serrano ( <i>Capsicum annuum</i> ) var. Tampiqueño 74 , evaluado a los siete días .....	61
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de varianza para la variable numero de semillas germinadas (NSG), en Plántulas de chile Serrano ( <i>Capsicum annuum</i> ) var. Tampiqueño 74, evaluado a los catorce días. ....	61
<b>Cuadro 7.</b> Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula (LP), en Plántulas de chile Serrano ( <i>Capsicum annuum</i> ) var. Tampiqueño 74, evaluado a los catorce días .....	62
<b>Cuadro 8.</b> Comparación de Medias utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del 0.05, para la variable longitud de plúmula en chile .....	62
<b>Cuadro 9.</b> Análisis de varianza para la variable Longitud de Radícula (LR), en Plántulas de chile Serrano ( <i>Capsicum annuum</i> ) var. Tampiqueño 74 evaluado a los catorce días .....	62
<b>Cuadro 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 chile .....	63

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Numero de semillas germinadas en chile evaluado a los siete días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta .....	50
<b>Figura 2.</b> Numero de semillas germinadas en chile evaluado a los catorce días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta.....	51
<b>Figura 3.</b> Longitud de plúmula en chile evaluado a los catorce días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta .....	53
<b>Figura 4.</b> Longitud de radícula en chile evaluado a los catorce días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta .....	55

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) en el Laboratorio de Ensayos de semillas del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo de octubre a Noviembre del 2009. Se evaluó el uso de agua destilada y Lombricomposta en relación a la germinación en semillas de chile serrano (*capsicum annuum*) var. Tampiqueño 74. Evaluando las siguientes variables: numero de semillas germinadas, longitud de plúmula y longitud de radícula: 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 empleo un diseño completamente al azar y la significancia de medias mediante la prueba de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ).

En longitud de plúmula (LP) (CV=14.29%); longitud de radícula (LR) (CV=22.12%); y no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). En las variables numero de semillas germinadas (NSG) (CV=8.79%) 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. El agua destilada (100% H<sub>2</sub>O), fue el tratamiento con el peor comportamiento de semillas germinadas y al usar 20% Lomb. + 80% H<sub>2</sub>O fue el que mostro mejor respuesta. El 100% H<sub>2</sub>O fue el que presento mayor longitud de plúmula.

**Palabras clave:** Germinación, Lombricomposta y semilla de chile serrano.

## ABSTRACT

This research work was developed at the Center for Training and Development of Seed Technology (CCDTS) in Seed Testing Laboratory, Department of Plant Breeding University Autónoma Agrarian Antonio Narro, during the period October-November 2009. We evaluated the use of distilled water and Lombricompost in relation to the germination of seeds of Serrano pepper (*Capsicum annuum*) var. Tampico 74. Assessing the following variables: number of sprouts, length of plumule and radicle length: considering descriptive statistics: mean ( $\bar{x}$ ), mode (Mo), median (Me), variance ( $S^2$ ), standard deviation (s), coefficient of variation (VC), asymmetry coefficient (AC) and kurtosis (k). It employed a completely randomized design and the significance of means using the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ).

Length of plumule (LP) (CV = 14.29%), length of radicle (LR) (CV = 22.12%) and no significant differences ( $P > 0.05$ ). In the variables number of sprouts (NSG) (CV = 8.79%) and the absence of statistical differences there was no need to use the procedure Tukey = 0.05 for comparison of treatment means.

Distilled water (100% H<sub>2</sub>O) was the treatment with the worst performance of germinated seeds and using 20% Lomb. + 80% H<sub>2</sub>O was the one that showed best response. 100% H<sub>2</sub>O was the longest I present plumule.

**Keywords: Germination, Lombricompost and serrano chile seed.**

## I. INTRODUCCION

En México, la industria agrícola representada por los cultivos de frutas, hortalizas y granos constituye uno de los sectores más importantes, debido a la alta generación de empleos que proporciona, así como a la aportación que hace a la economía, producto de su comercialización. Su ubicación geográfica privilegiada y la numerosa infraestructura hidráulica con la que cuenta, le han permitido alcanzar altas producciones para satisfacer las demandas nacionales y aún contar con excedentes para la exportación de estos productos hacia otros países.

La exportación de hortalizas en nuestro país ha tenido un incremento sostenido en los últimos treinta años, pasando de 300,000 toneladas en 1966, a 1.5 millones de toneladas en 1990 y finalmente a 3.2 millones de toneladas en 2002.

Duplicando las exportaciones en la última década. Las hortalizas que componen el 70 por ciento (%) de la oferta exportable son seis: tomate 23%, pepino 13%, melón 12%, sandía 8%, chile 8% y calabacita 7%. Sinaloa es una de las entidades federativas que ha logrado consolidar su participación como exportador de estos productos, lo cual se ha traducido en grandes beneficios para la entidad.

Otros estados de importancia en la exportación de hortalizas son Baja California, San Luis Potosí y Michoacán. Analizando las exportaciones de los estados, Sinaloa contribuye con casi la mitad de las exportaciones a nivel nacional. Del resto de los estados, no hay uno solo que exporte ni siquiera la mitad de lo que exporta Sinaloa.

De acuerdo a las cifras de la Confederación Nacional de Productores de Hortalizas, de los 2.9 millones de hortalizas exportados en el ciclo 96-97, 890 mil toneladas correspondieron a Sinaloa, representando un 30.7% de las exportaciones nacionales de estos productos. ([www.conaproch.org/ch\\_chiles\\_diccionario\\_chileserrano.htm](http://www.conaproch.org/ch_chiles_diccionario_chileserrano.htm)) (Octubre de 2009).

El chile (*capsicum annuum*), actualmente ha encontrado nuevas ventanas de comercialización alrededor del mundo, tanto en Europa, Asia y Norteamérica. Dichas ventanas de comercialización no son las más grandes, sin embargo ofrecen oportunidades a los productores de chile en México.

En México tenemos una gran variedad de chiles cultivados, de donde podemos distinguir dos grupos bastante diferenciados: el chile para consumo en fresco y los chiles secos usados para especiar los guisos.

El cultivo del chile es toda una tradición apenas comparada con el maíz y el frijol. Ha cumplido diversas funciones de carácter alimentario y económico, que le han permitido trascender hasta hoy día.

Es una hortaliza que se produce en casi todo el país en los dos ciclos agrícolas y forma parte del grupo de los principales productos hortofrutícolas exportados. No obstante, el 80% de la producción nacional se consume internamente, lo que determina su importancia como alimento, ya que, además de poseer minerales y vitaminas, es un condimento que está presente en la mayoría de los platillos mexicanos.

### **1.1. OBJETIVO**

Evaluar las semillas de la variedad Tampiqueño 74 de Chile serrano (*capsicum annuum*) con tres niveles de Lombricomposta a 10%, 20% y 30% para establecer la dosis optima.

### **1.2. HIPÓTESIS**

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

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.0. Clasificación botánica

La siguiente clasificación es propuesta por (Pérez, M., Márquez, F. y Peña, A. 1998) para el chile:

Reino	Plantae
Division	Angiospermae
Clase	Dicotyledonae
Subclase	Metachlmydeae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Genero	Capsicum
Especie	annuum

### 2.1. Origen

Se presume que el chile serrano es originario de las serranías del norte de Puebla e Hidalgo, en donde se sembró originalmente. Debido al amplio rango de adaptación que tiene y al constante incremento en la demanda del producto, su cultivo se desplazó a otras regiones en donde encontró condiciones favorables para su desarrollo, como son las costas del Golfo de México (Veracruz y Tamaulipas) y del Pacífico (Nayarit y Sinaloa). Sin embargo, es común encontrarlo en todas las regiones chileras del país:

en climas tropicales al igual que en zonas templadas y semiáridas, en altitudes que varían desde el nivel del mar hasta los 2000 m.s.n.m., en la Mesa central.

([http://www.conaproch.org/ch\\_chiles\\_diccionario\\_chileserrano.htm](http://www.conaproch.org/ch_chiles_diccionario_chileserrano.htm)) (Octubre de 2009).

## **2.2. Importancia**

En México el chile ha sido cultivado y usado como alimento en la dieta diaria de la población desde tiempos precolombinos. La superficie fluctúa alrededor de 170 mil hectáreas, distribuidas en la mayoría de las entidades federativas del país, en donde destacan por el área sembrada y volumen de producción los estados de Zacatecas, Chihuahua, Sinaloa, San Luis Potosí y Guanajuato. El volumen de producción que se obtiene es de alrededor de un millón de toneladas de frutos frescos y 100 mil toneladas de secos.

No obstante la importancia del chile en nuestra dieta, pues el consumo por cabeza es mayor que en cualquier parte del mundo, se pone de manifiesto que México ocupa el sexto lugar en la producción de Capsicum, después de China, España, Turquía, Nigeria y la India. La baja producción de México se debe principalmente a que en casi todas las regiones productoras se obtienen muy bajos rendimientos, comparados con los de Estados Unidos, que es el segundo país productor en América después de México.

Actualmente se cultivan en el país alrededor de 80 000 hectáreas; de las cuales solo el 26% se destina para consumirse como chile seco. El 75% del área sembrada la ocupan los tipos: Ancho, Guajillo, Jalapeño y Serrano, correspondiendo alrededor de 15 000 hectáreas de cada tipo (Pérez, M., Márquez, F. y Peña, A. 1998). El serrano es un chile cuyo color va del verde mediano al oscuro, pequeño, que al madurar se vuelve rojo brillante.

### **2.3. Descripción Botánica.**

**Raíz.** El sistema de raíces es muy ramificado y veloso. La raíz primaria es corta y bastante ramificada. Algunas raíces llegan a profundidades de 70 hasta 120 centímetros (cm) y, lateralmente, se extienden hasta 120 cm de diámetro alrededor de la planta.

**Tallo.** Es cilíndrico o prismático angular. Su parte inferior es leñosa y se ramificado manera pseudodicotómica, después que empieza la ramificación, con frecuencia una de las ramas es más fuerte y crece en el sentido de la ramificación transitoria de menor importancia. El tallo crece hasta una altura de 30-120 cm, según las características de la variedad y las condiciones en que se siembre la planta.

**Fruto.** Se compone del pericarpio, endocarpio y las semillas. El pericarpio comienza a crecer después de la polinización de los óvulos. Los frutos de las distintas variedades tienen forma y tamaño considerablemente variable. Es frecuente la diferencia de su color en la madurez industrial en relación con la madurez botánica.

**Semillas.** Las semillas de chile son mayores que las de jitomate, y tienen forma deprimida reniforme, son lisas, sin brillo y de color blanco amarillento. Las variedades de frutos pequeños usualmente tienen semillas más chicas en comparación con las variedades de frutos grandes. El peso del fruto de las semillas, de las distintas variedades, no es igual y oscila entre los límites de 3.8 y 8 gramos (g). (Pérez, M., Márquez, F. y Peña, A. 1998).

## **2.4. Semilla**

Hartmann y Kester (1999), mencionaron en un sentido botánico más estricto, que la semilla es un ovulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo ser. Una semilla usualmente consta de un embrión, tejido nutritivo y cubierta seminal. La forma, el tamaño, la estructura, la consistencia y el color de estas partes son variables entre especies, variedades botánicas y aun entre lotes de la misma variedad.

Desde el punto de vista agronómico y comercial, se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se emplean en las siembras agrícolas y desde el punto de vista botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por el epispermo (Moreno, 1996).

## **2.4.1. Clasificación de las semillas**

### **Semillas frescas**

La Internacional Seed Testing Association (ISTA 1996), menciona que las semillas frescas son aquellas que han absorbido agua pero que están aletargadas y no han pasado de esta fase inicial de la germinación.

### **Semillas duras**

En este rubro, la ISTA (1996), menciona que son aquellas semillas que no han absorbido agua como consecuencia de la impermeabilidad de sus cubiertas.

A su vez, Moreno (1996), menciona que son aquellas que permanecen duras hasta el final de la prueba de germinación, ya que no absorben agua porque tienen una cubierta impermeable.

### **Semillas latentes**

Se les denomina así a las semillas viables (diferentes de las semillas duras) pero que no germinan, aun cuando estén bajo las condiciones de germinación ideales que se especifican para dicha especie.

La viabilidad de estas semillas se puede determinar con la prueba topográfica de sales de tetrazolio y su germinación se puede acelerar mediante escarificación y aplicación de sustancias promotoras de la germinación.

## **Semillas muertas**

Son aquellas semillas que no germinan y que no se les clasifique como latentes o duras, las cuales se les deberán ser consideradas como semillas muertas.

## **Semilla de Calidad**

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

### **2.4.2. Viabilidad de las semillas**

La viabilidad de las semillas es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un periodo variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento.

Salisbury (1992), reporta que la viabilidad de la semilla se pierde a menudo con más rapidez si las semillas se almacenan en aire húmedo y en temperaturas de 35°C ó más cálidas. Parte de la pérdida, quizá se deba a organismos patógenos internos.

Factores externos (extrínsecos): dependen del ambiente; agua, temperatura y gases.

## **Humedad**

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

## **Temperatura**

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación.

La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas solo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables. La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce, y la máxima aquella por encima de la cual se anula el proceso. La temperatura óptima, puede definirse como la

más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible.

## **Gases**

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de  $O_2$  y  $CO_2$ . De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 21% de  $O_2$  y un 0.03% de  $CO_2$ . Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de  $O_2$  por debajo del 20%. Para que la germinación tenga éxito, el  $O_2$  disuelto en el agua de imbibición debe llegar hasta el embrión. Además hay que tener en cuenta, que la cantidad de  $O_2$  que llega al embrión disminuye a medida que aumenta la disponibilidad de agua en la semilla. A todo lo anterior hay que añadir que la temperatura modifica la solubilidad del  $O_2$  en el agua que absorbe la semilla, siendo menor la solubilidad a medida que aumenta la temperatura.

### **2.4.3. Vigor de semilla**

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

Por su parte, Moreno (1996), menciona que las causas de la variabilidad del vigor de la semilla son las siguientes:

- Genotipo.
- Medio ambiente y nutrición de la planta
- Estado de madurez en el momento de la cosecha.
- Tamaño, peso y peso volumétrico.
- Daño físico.
- Deterioro y envejecimiento.
- Patógenos presentes en las semillas.

#### **2.4.3.1 Factores que afectan el vigor**

- Genotipo. La constitución genética determina el vigor de las plántulas.
- Madurez de la semilla. Según madura la semilla su potencial para germinación y vigor aumenta. Las semillas maduras dan su máxima expresión de vigor en contraste con semilla inmadura.
- Condiciones ambientales. Temperatura y disponibilidad de humedad. Temperatura del aire y disponibilidad de humedad en el suelo durante el desarrollo, afectan el tamaño de la semilla, rendimiento posterior, germinación y vigor.
- Tamaño de la semilla.

- Daño mecánico. Semillas dañadas mecánicamente pueden parecer normales, pero presentan menor vigor que las semillas sin dañar. Puede ser en la trilla, limpieza, tratado, envasado, transporte, siembra.
- Envejecimiento. Al envejecer la semilla, involucra una disminución en su vigor.
- Ataque de microorganismos.

## **2.5. Germinación**

La germinación consiste en la reanudación del crecimiento del embrión, el cual ha permanecido en estado latente durante un determinado tiempo. Dicho proceso se hace aparente cuando la radícula ha roto los tejidos de protección y la nueva planta ha comenzado a crecer y desarrollarse (Moreno, 1996).

Robles (1987) menciona que la germinación es el crecimiento y continuación del desarrollo del embrión, hasta el momento de romper sus envolturas (pericarpio o testa) para que la radícula y el talluelo ó gémula broten y salgan. Deben diferenciarse la germinación de la emergencia en las semillas; la primera, es la brotación de la radícula y de la plúmula; la segunda es la salida del talluelo sobre el suelo después de la siembra.

El objetivo de las pruebas de germinación es obtener información con respecto a la capacidad de las semillas para producir plántulas normales. Además de estas permiten hacer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie (Moreno, 1996).

La germinación de semillas simplemente es la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla, y la reanudación del crecimiento del embrión, cuando la semilla encuentra condiciones favorables de humedad, temperatura, oxígeno y luz que desencadenan una serie de eventos que llevan a la activación del embrión el cual sigue su desarrollo a una pequeña plántula (Copeland y McDonald, 1985).

### **2.5.1. Requerimientos o condiciones para la germinación**

Hartmann y Kester (1999) mencionan que la iniciación de la germinación requiere que cumplan tres condiciones:

1.- La semilla debe ser viable; el embrión debe estar vivo y tener capacidad de germinación.

2.- La semilla no debe estar en letargo ni el embrión quiescente. No deben existir barreras fisiológicas, físicas y químicas que induzcan latencia e inhiban la germinación.

3.- La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales adecuadas apropiadas para que germine (agua, temperatura, oxígeno y luz).

### **2.5.2. Eventos durante la germinación**

#### **Etapas 1: Activación**

**a) Imbibición de agua.** La semilla seca absorbe agua y el contenido de humedad al principio se incrementa con rapidez, luego se estabiliza. Implica la imbibición de agua por coloides de la semilla seca, que suaviza las cubiertas de la misma e hidrata al protoplasma. La semilla se hincha y es posible que se rompan las cubiertas. La imbibición es un fenómeno físico y puede efectuarse aun en semillas muertas.

**b) Síntesis de enzimas.** La actividad de la enzima empieza muy rápidamente después del inicio de la germinación, a medida que se hidrata la semilla. La activación resulta en parte de la reactivación de enzimas previamente almacenadas que se formaron durante el desarrollo del embrión y en parte de la síntesis de nuevas enzimas al comenzar la germinación.

**c) Elongación de las células y emergencia de la radícula.** El primer signo visible de germinación es la emergencia de la radícula, la cual resulta de la elongación de las células más bien que de división celular.

## **Etapa 2: Digestión y Traslocación**

En el endospermo, los cotiledones, el perispermo, o en el gametofito femenino (coníferas) se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

## **Etapa 3: Crecimiento de la Plántula**

El desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula. Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementan el peso fresco y el peso seco de la plántula, pero disminuye el peso total de los tejidos de almacenamiento (Hartmann y Kester, 1999).

### **2.5.3. Importancia de la humedad de la semilla**

La humedad de las semillas es el factor más importante en su conservación, ya que favorece el desarrollo de insectos y hongos; tiene efectos sobre los procesos fisiológicos de las semillas, de los que dependen su pérdida de vigor y viabilidad (Moreno, 1996).

El agua contenida en las semillas se ha clasificado en tres categorías:

1.- Agua de absorción: que se encuentra en los espacios intragranulares y en los poros del tejido vegetal, mantenida por fuerzas capilares.

2.-Agua de adsorción: que se encuentra ligada al material por atracción molecular.

3.-El agua de composición: que esta químicamente unida a los elementos constitutivos de las semillas.

#### **2.5.4. Factores ambientales que afectan la germinación**

Hartmann y Kester (1999) mencionan los siguientes factores:

**1.-Agua.**el contenido de agua es un factor muy importante en el control de la germinación de la semilla. Con menos del 40 al 60% de agua en la semilla (con base en peso fresco), no se efectúa la germinación. Las semillas secas tienen una gran capacidad de absorción de agua durante la imbibición debido a su naturaleza coloidal, esta capacidad está presente tanto cuando están almacenadas como estando en el medio de germinación.

**2.-Temperatura.** Es el factor más importante que regula la germinación y controla el crecimiento subsecuente de las plántulas. La temperatura afecta tanto el porcentaje como la tasa de germinación. La tasa de germinación se reduce a temperaturas bajas pero aumenta paralelamente con la elevación de la temperatura, en forma similar a la curva de una reacción química.

**3.-Aeracion.** Un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión es básico para una germinación rápida y uniforme.

El oxígeno ( $O_2$ ) es esencial para el proceso de respiración de las semillas en germinación. La tasa de absorción de oxígeno es un indicador del avance de la germinación y se ha sugerido como una medida del vigor de las semillas.

**4.- Luz.** Desde la mitad del siglo XIX se ha sabido que la luz puede afectar la germinación de las semillas de ciertas especies, como del muérdago (*Viscum album*) y de la higuera estranguladora (*Ficus aurea*), esas semillas tienen necesidad absoluta de luz y sin ella pierden su viabilidad en unas cuantas semanas. Existe otro grupo numeroso de especies (gramíneas, hortalizas, especies florales, coníferas y plantas nativas) en las cuales la germinación de las semillas es estimulada por la luz.

## **2.6. Clasificación de plántulas**

Moreno (1996), clasifica a las plántulas en normales y anormales:

### **Plántulas normales**

Las plántulas normales son aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir plantas normales en condiciones favorables de agua, luz y temperatura. Cuando la prueba de germinación haya sido realizada en sustrato artificial, se consideran plántulas normales aquellas que presenten las siguientes estructuras esenciales:

1.-Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto para aquellas plantas, por ejemplo gramíneas, que generalmente presentan raíces seminales, de las cuales deben estar presentes cuando menos dos de ellas.

2.-Hipocotilo bien desarrollado e intacto y/o un epicotilo sin daño en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una plúmula normal.

3.-Plumula intacta en las gramíneas, que debe presentar una plúmula verde bien desarrollada dentro o emergiendo.

4.-Un cotiledón en monocotiledonea y dos cotiledones en dicotiledóneas.

5.-Aquellas que presenten los siguientes defectos ligeros, siempre y cuando el resto de sus estructuras revele un desarrollo vigoroso y balanceado.

a) Plántulas de todas las especies de malváceas y todas las leguminosas de semilla grande que presenten una raíz primaria dañada, con raíces adventicias y laterales lo suficientemente largas y vigorosas como para sostener la plántula en el suelo.

b) Plantas con daño superficial o deterioro del hipocotilo, epicotilo o cotiledones, siempre y cuando el daño no afecte a los tejidos conductores.

c) Plántulas dicotiledóneas que presenten solamente un cotiledón y sano.

6.-Aquellas que estén invadidas por hongos o bacterias, siempre y cuando sea evidente que la fuente de infección no es la misma semilla, y que estén presentes las estructuras esenciales.

### **Plántulas anormales**

1.-Las que no se pueden clasificar como normales 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.

2.-Las que presenten los siguientes defectos al germinar en un sustrato artificial:

a) Plántulas dañadas, sin cotiledones, con fisuras o lesiones que dañen el tejido conductor del hipocotilo, epicotilo o raíz; sin raíz primaria en aquellas especies donde esta estructura es esencial.

b) Plántulas deformes, con un desarrollo débil o desequilibrado de las estructuras primordiales: plúmulas retorcidas en espiral; plúmulas, hipocotilos y epicotilos poco desarrollados, talluelos hinchados y raíces sin desarrollo; plúmulas hendidas sin hojas verdes; plántulas acuosas o bien plántulas que no presenten desarrollo después de haber salido de los cotiledones.

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

## **2.7. Ensayos**

### **2.7.1. 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 semilla en cuestión, son indicativas de su habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables (McDonald, 1993).

Sayers (1983), menciona que 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.

### **2.7.2. Primer conteo de germinación**

Considerando 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).

### **2.7.3. 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, 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).

## **2.8. Caracterización y uso de la Lombricomposta**

La lombricultura es una biotecnología que utiliza la lombriz Roja de California para reciclar todo tipo de materia orgánica transformándola en humus. Es un producto totalmente orgánico que se origina en el proceso de

producción del humus por la acción de la lombriz de tierra *Eisenia foetida*, mejor conocida como Roja Californiana. La composición de la Lombricomposta (Cuadro No.1) requiere de distintos análisis (elementos nutrimentales) para su venta comercial.

**Cuadro 1. Composición de la Lombricomposta.**

Parámetros	Unidades	Símbolo	Contenido
Nitrógeno	%	N	0.65
Fosforo	%	P	0.01
Potasio	%	K	1.21
Calcio	%	Ca	1.87
Magnesio	%	Mg	1.06
Sodio	%	Na	1.51
Ácidos húmicos	%	AH	5.01
Ácidos fulvicos	%	AF	1.48
Hierro	Mg Kg <sup>-1</sup>	Fe	14
Zinc	Mg Kg <sup>-1</sup>	Zn	2.3
Manganeso	Mg Kg <sup>-1</sup>	Mn	3.1
Cobre	Mg Kg <sup>-1</sup>	Cu	3.1
Boro	Mg Kg <sup>-1</sup>	B	27
Flora microbiana benéfica	Ufc/ml	Fmb	1.1x 10 <sup>6</sup>

Fuente: Planta de Lombricultura. Sección Agrotecnia. 2008.

### 2.8.1. Características

La Lombricomposta:

- Presenta una alta carga microbiana que restaura la actividad biológica del suelo; esta flora bacteriana es la que desempeña las funciones vinculadas a la absorción de nutrientes por las raíces.
- Aumenta la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.

- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin riesgo de quemar las plantas, la química del humus de lombriz es equilibrada y nos permite colocar una semilla en el sin ningún riesgo.
- No contiene productos químicos que alteren el ecosistema del suelo
- Proporciona a los suelos permeabilidad tanto para el aire como para el agua. ([www.lombricor.com.mx/prod02.htm](http://www.lombricor.com.mx/prod02.htm)) (Noviembre de 2009).

### **2.8.2. Beneficios**

La Lombricomposta presenta los siguientes beneficios:

- Aporta cantidades equilibradas de nutrientes.
- Beneficia el suelo con millones de microorganismos.
- Favorece la asimilación de las micronutrientes de la planta a través de enzimas.
- Logra una mejor aireación al modificar la estructura del suelo.
- No existe peligro de sobredosis.
- Contribuye con el mejoramiento de cualquier tipo de planta.
- No tiene vencimiento, ya que a medida que pasa el tiempo es más asimilable.
- Reemplaza al mantillo, la resaca y cualquier clase de abono inorgánico (sales minerales).
- Mejora la salud de la planta, haciéndola más resistente a las plagas.

([www.elcolibri.com.mx/contenidos/index.php?mod=cont&id=7](http://www.elcolibri.com.mx/contenidos/index.php?mod=cont&id=7)) (Noviembre de 2009).

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

Bellapart (1988), menciona que la lombricomposta es el mejor abono orgánico existente, completo, equilibrado y de fácil manejo, ideal para la floricultura, fruticultura, horticultura y agricultura en general. Al haber pasado por el intestino de la lombriz la composta es perfecta para la nutrición inmediata de las plantas. Las deyecciones de lombriz han demostrado ser muy útiles para estimular el crecimiento de las plantas, dándoles además fuerza y robustez.

Gliessman (2000), menciona que las excretas de lombriz son altas en contenido de fosforo, nitrógeno y otros nutrimentos, también contienen polisacáridos que aglutinan las partículas del suelo y ayudan el desarrollo de la materia orgánica en el suelo.

### **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. Materiales**

##### **3.2.1 Material vegetal**

Se utilizó semilla de Chile serrano Var. Tampiqueño 74, con un 99 por ciento (%) de pureza, 85% de germinación y 1% inerte.

##### **3.2.2. Material de Laboratorio**

- Agua destilada
- Lombricomposta
- Papel filtro
- Etiquetas
- Probeta de 250 ml

-Cámara germinadora con control de temperatura

-Atomizadores (spray) de 1 Lt.

-Calculadora

-Regla

-Cajas de petri

-Cámara digital

-Libreta de apuntes

Cronología

### **3.2.3. 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: Numero de semillas germinadas (NSG), Longitud de radícula (LR) y Longitud de plúmula (LP).

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Preparación de las disoluciones de Lombricomposta

#### 3.3.2. Obtención de la mezcla

Obtuvimos la Lombricomposta a partir de estiércol de bovino y almacenamos en dos botellas de plástico de 500 mililitros (ml) cada una. De este volumen se tomaron las porciones y se diluyeron con agua destilada los porcentajes requeridos para cada tratamiento marcados en el cuadro No. 2.

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

Tratamientos	Aplicaciones
T <sub>1</sub>	10% de líquido de Lombricomposta + 90% Agua destilada
T <sub>2</sub>	20% de líquido de Lombricomposta + 80% Agua destilada
T <sub>3</sub>	40% de líquido de Lombricomposta + 60% Agua destilada
T <sub>4</sub>	100 % Agua destilada (TESTIGO)

#### 3.4. Prueba de germinación estándar

Para ello se hicieron unidades experimentales de 50 semillas de chile (*capsicum annum*) var. Tampiqueño 74 y se acomodaron sobre papel filtro. Este fue humedecido con la disolución correspondiente y guardado dentro de

cajas petri 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 radícula provinieron de la prueba de germinación estándar midiéndose en cm.

#### **3.4.1. Primer conteo**

A los 7 días se hizo el primer conteo de germinación, registrándose el número de plántulas normales y anormales, así como el registro de semillas duras (sin germinar), procediéndose a calcular los porcentajes respectivos.

#### **3.4.2. Segundo conteo**

Según las reglas de la ISTA, se hizo el segundo conteo a los catorce días registrándose plántulas normales, plántulas anormales y el registro de semillas duras (sin germinar). Enseguida solo se evaluaron plántulas normales de cada tratamiento, midiéndose longitud de plúmula y longitud de raíz.

#### **3.4.3. 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.

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

Se empleó la estadística descriptiva, con el fin de conocer preliminarmente los resultados que tuvieron los materiales a diferentes proporciones; 10 por ciento de Lombricomposta más 90 por ciento de agua destilada (10% Lomb. + 90% H<sub>2</sub>O), 20 por ciento de Lombricomposta más 80 por ciento de agua destilada (20% Lomb. + 80% H<sub>2</sub>O), 40 por ciento de Lombricomposta más 60 por ciento de agua destilada (40% Lomb. + 60% 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<sup>2</sup>), 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 No.3).

**Cuadro 3. Estadígrafos descriptivos preliminares.**

<b>Estadígrafo</b>	<b>Ecuación (formula)</b>
<b>Media</b>	$\bar{x} = \sum xi / n$
<b>Moda</b>	Es el número que aparece más frecuentemente en un grupo de números.
<b>Mediana</b>	Es el valor medio o la media aritmética de los dos valores medios.
<b>Varianza</b>	$S^2 = \frac{(x1-x)^2+(x1-x)^2}{n}$
<b>Desviación estándar</b>	$S = \sqrt{S^2}$
<b>Coeficiente de variación</b>	$CV = \frac{S}{\bar{X}}(100)$
<b>Asimetría</b>	$\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left( \frac{x_j - \bar{x}}{s} \right)^3$
<b>Curtosis</b>	$\left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left( \frac{x_j - \bar{x}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$

donde: s es la desviación estándar de la muestra.

Fuente: Microsoft Excel, Windows Vista (2007).

### 3.5.2. Diseño experimental

Se evaluaron tres variables de estudio en prueba de germinación en semillas de chile Serrano (*capsicum annuum*) var. Tampiqueño 74 con el uso de lombricomposta y agua destilada ordenados aleatoriamente en cuatro tratamientos, con cinco repeticiones por tratamiento. Se utilizó un diseño completamente al azar, y el modelo lineal de Steel y Torrie (1993) que se presenta a continuación:

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

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

$Y_{ij}$  = 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 media poblacional 0 y una varianza  $\sigma^2$  (Cepeda, 2004).

Se obtuvieron los coeficientes de variación (CV) expresado en porcentaje (%) y no se encontraron diferencias estadísticas por lo que no fue necesario realizar la comparación de medias con prueba de Tuckey ( $P \geq 0.05$ ). Y en caso de haber diferencia significativa para las comparaciones de medias en los tratamientos se contempló el método de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ) (Steel y Torrie, 1993).

### **3.6 Variables evaluadas**

#### **3.6.1 Numero 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.

Para determinar la capacidad germinativa se utilizó la metodología propuesta por la ISTA (1996), donde se utilizaron 5 repeticiones de 50 semillas, que fueron sembradas en cajas petri con papel filtro previamente humedecido, luego se colocaron en la cámara germinadora a 20-25 °C durante 14 días se contabilizo únicamente las plántulas normales y fue reportado en porcentaje.

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

Fue evaluado a los catorce días, las plántulas utilizadas para determinar la longitud de plúmula provinieron de las plántulas normales con tallos intactos bien definidos a las que tenían estructuras esenciales de las cuales se tomaron 10 plántulas al azar por repetición; se midió la longitud de plúmula en centímetros (cm) con la ayuda de una regla graduada en forma independiente para cada tratamiento. Las longitudes de plúmula sólo se dividieron para la obtención de una media general por repetición para cada tratamiento.

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

Fue evaluado a los catorce días Las plántulas utilizadas para determinar la longitud de radícula provinieron de las plántulas normales a las que tenían estructuras esenciales de las cuales se tomaron 10 plántulas al azar por repetición; se midió la longitud de radícula en centímetros con la ayuda de una regla graduada en forma independiente para cada tratamiento. Las longitudes de radícula sólo se dividieron para la obtención de una media general por repetición para cada tratamiento.

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

## **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 medias (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 (NSG)**

En el Cuadro 4, se muestran el número de semillas que germinaron en los cuatro 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>T4</b>
<b>R1</b>	40	41	43	35
<b>R2</b>	37	40	41	34
<b>R3</b>	38	42	40	26
<b>R4</b>	44	43	37	39
<b>R5</b>	43	39	40	40
$\Sigma$	202	205	201	174
<b>N</b>	5	5	5	5
$\bar{x}$	40.4	41	40.2	34.8
<b>Mo</b>	-	-	40	-
<b>Me</b>	40	41	40	35
<b>S<sup>2</sup></b>	9.3	2.5	4.7	30.7
<b>S</b>	3.04959014	1.58113883	2.16794834	5.54075807
<b>CV (%)</b>	7.54849	3.856436	5.392906	15.921719
<b>CA</b>	0.16219349	0	-0.42200896	-1.14461225
<b>K</b>	-2.50086715	-1.2	1.43503848	1.33656591

#### 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>2</sub> en la aplicación 20 por ciento de Lombricomposta mas 80 por ciento de agua destilada, al obtenerse el mejor promedio de semillas

germinadas de 41. El tratamiento con menor promedio de semillas germinadas que se obtuvo fue el T<sub>4</sub> (Testigo) en la aplicación de 100 por ciento (%) de agua destilada. La moda en el caso de los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub> no existe ya que en ninguna de ellas se repiten los datos. En cambio la moda en el caso del T<sub>3</sub> fue unimodal, con el valor de 40 semillas, el cual ocurrió dos veces, en la R<sub>3</sub> y R<sub>5</sub>.

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

La varianza ( $S^2$ ) fue menor en T<sub>2</sub> con 2.5, por ende la desviación estándar (S) fue menor con 1.58 y el tratamiento que mayor varianza obtuvo fue el T<sub>4</sub> (testigo) siendo 30.7, por ende una desviación estándar (S) mayor de 5.54 que los demás tratamientos. Mientras que el coeficiente de variación (CV) se encontró en un rango de 3.85% (T<sub>2</sub>), 5.39% (T<sub>3</sub>), 7.54% (T<sub>1</sub>) y 15.92% (T<sub>4</sub>), 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<sub>1</sub> tiene una asimetría positiva de 0.1621 considerando un sesgo estadístico hacia la derecha en tanto que en T<sub>3</sub> tiene una asimetría negativa de -0.4220, al igual en el T<sub>4</sub> con -1.1446 con sesgo estadístico hacia la izquierda en la curva normal, mientras que en T<sub>2</sub> es prácticamente simétrica con un valor igual a cero.

La curtosis fue positiva en  $T_3$  con 1.4350, al igual que el  $T_4$  con resultado de 1.3365 lo que indica que la forma de la curva es leptocúrtica, mientras que en el  $T_1$  fue de -2.50 y el  $T_2$  de -1.2 lo que indica que la forma de la curva es platocúrtica.

Como se puede apreciar en la determinación de los estadígrafos se da un acercamiento muy real sobre el comportamiento de las semillas de Chile serrano (*capsicum annuum*) var. Tampiqueño 74, detectando un comportamiento deseable de las semillas en general. Estas determinaciones ya se han aplicado años atrás en variables de estudio de otros cultivos, como el de Cepeda (2007) donde utilizo humus líquido de lombriz para germinar semillas de maíz, donde registro un porcentaje de germinación favorable de 96.67%, mientras que con el agua reporto un porcentaje de 76%.

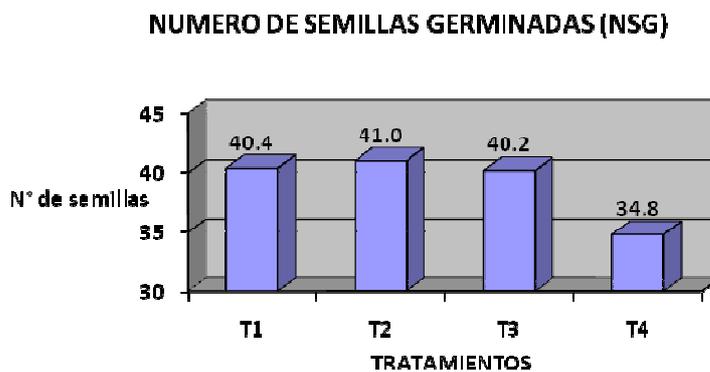
### **Análisis**

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 Prueba de Tuckey con un nivel de significancia de 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.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para esta variable a los siete días no detecto diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ); ésta es favorable cuando se

usa una dosis de 20% Lomb. + 80% H<sub>2</sub>O (T<sub>2</sub>), por lo tanto se obtuvo un coeficiente de variación adecuado de tan solo 8.79%, lo que nos indica una variación mínima entre repeticiones, lo que demuestra una buena confiabilidad en la información (Figura 1).

Por lo tanto no se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ).

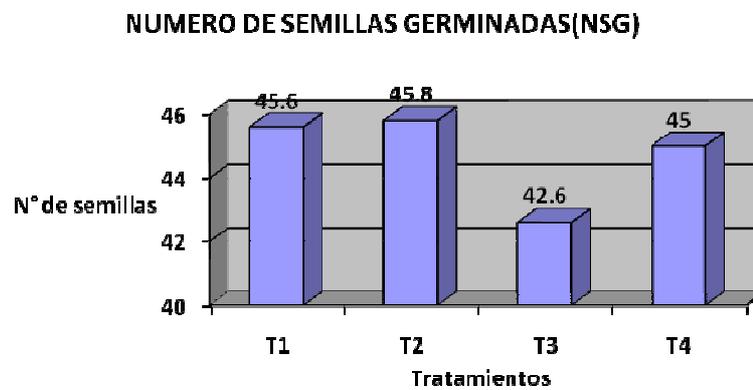


**Figura 1. Numero de semillas germinadas en chile evaluado a los siete días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta.**

Al realizar el análisis de varianza a los catorce días, para esta variable se encontró que no existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ( $P \geq 0.05$ ), lo que indica la homogeneidad entre estos, por lo que resulta que la aplicación de la Lombricomposta en los diferentes tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> fue muy similar. Por lo tanto se obtuvo un coeficiente de variación

adecuado de tan solo 8.20%, lo que nos indica una variación mínima entre repeticiones, lo que demuestra una buena confiabilidad en la información (Figura 2).

Por lo tanto no se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ).



**Figura 2. Numero de semillas germinadas en chile evaluado a los catorce días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta.**

El Cuadro 3, muestra el análisis de varianza del diseño completamente al azar para probar la hipótesis:  $H_0: T_1=T_2=T_3$  -vs-  $H_1$ : al menos un tratamiento es diferente. Si  $F_o \geq F =$  Rechazo  $H_0$ .

## 4.2. Longitud de plúmula

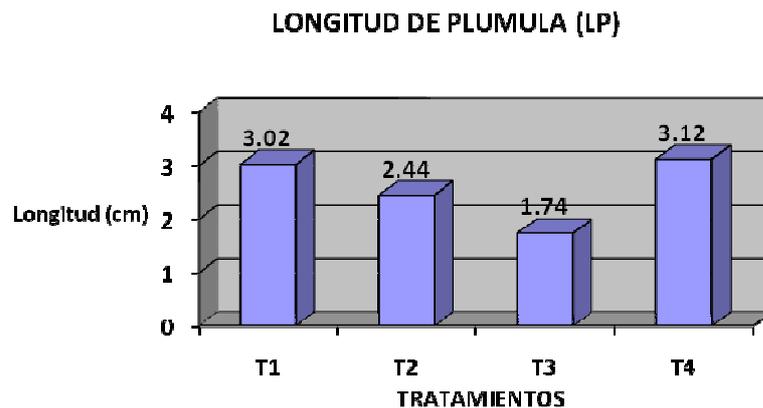
La longitud de plúmula es de gran importancia ya que a mayor longitud de ésta mayor será su calidad y resistencia en cuanto al establecimiento de la plántula en campo o facilitándose su comercialización a productores.

Al realizar el análisis de varianza para conocer la influencia de la Lombricomposta sobre la longitud de plúmula en Chile, arrojaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos lo que indica que son diferentes estadísticamente. Cuando no 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 tan solo 14.29%.

Al realizar la prueba de medias mediante la Prueba de Tuckey para esta variable y trabajando con un nivel de Significancia del 0.05 resultaron cuatro niveles de significancia, el nivel A mostro al tratamiento cuatro, testigo (100% H<sub>2</sub>O) como aquel de mejor comportamiento con una media de longitud de 3.1180 cm, mientras que el T<sub>1</sub> (10% Lomb. + 90% H<sub>2</sub>O) presenta el nivel AB evaluado a los catorce días (3.0220 cm), junto con el tratamiento dos (20% Lomb. + 80% H<sub>2</sub>O) que arrojó una longitud de 2.44 cm conformado por el nivel B. Sin embargo, para el nivel C conformado por el tratamiento tres (40% Lomb.

+ 60% H<sub>2</sub>O) fue aquel que obtuvo el peor desempeño y presentó la menor longitud de plúmula de tan solo 1.736 cm.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se puede interpretar gráficamente los resultados como se muestra en la Figura No. 3.



**Figura 3. Longitud de plúmula en chile evaluado a los catorce días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta.**

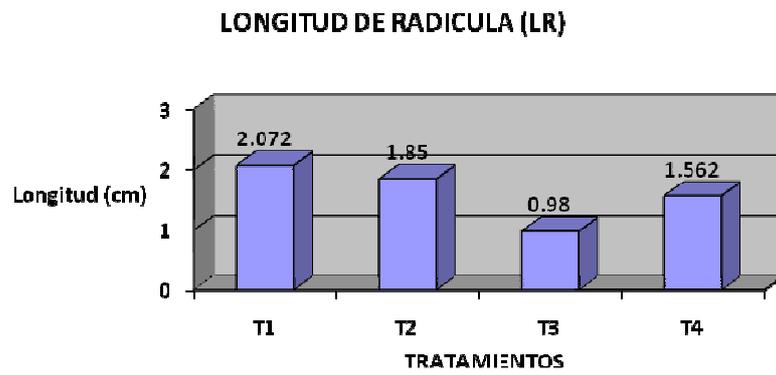
#### **4.3. Longitud de radícula**

La longitud de la radícula es una característica de gran importancia para el productor ya que a mayor longitud de ésta, mayor será la calidad y capacidad de absorción de nutrientes por parte de la plántula, lo que nos facilita el tener plántulas resistentes al momento de trasplantar tanto en agricultura protegida como a campo abierto.

Al realizar el análisis de varianza para conocer la influencia de la Lombricomposta sobre la longitud de la radícula en Chile, arrojaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos lo que indica que son diferentes estadísticamente. Con lo que respecta al C.V el rango no debe sobrepasar el 20%, por lo que el C.V. resultó ser mayor un 2.12% de lo establecido por lo que los datos no son confiables ya que cuanto mayor es C.V mayor es la dispersión y menor la representatividad de la media.

Al realizar la prueba de medias para esta variable y trabajando con un nivel de significancia del 0.05 resultaron tres niveles de significancia, para el nivel A de acuerdo a los resultados obtenidos el mejor tratamiento fue el uno que corresponde a 10% Lomb. + 90% H<sub>2</sub>O con una longitud de radícula de 2.072 cm, seguido del tratamiento dos con una dosis de 20% Lomb. + 80% H<sub>2</sub>O (1.85 cm), en cuanto al nivel AB está compuesto por el T<sub>4</sub> (Testigo 100% H<sub>2</sub>O) teniendo como longitud 1.562 cm y por último el tratamiento tres (40% Lomb. + 60% H<sub>2</sub>O) fue en el que menos se desarrolló la radícula dando una longitud de 0.98 cm arrojando el nivel B.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se puede interpretar gráficamente los resultados como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4. Longitud de raíz en Chile evaluado a los catorce días, tratada a diferentes dosis de Lombricomposta.**

## V.CONCLUSIONES

En base a los objetivos, hipótesis y el análisis de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

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

Según Cepeda (2007) 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.

De acuerdo a los resultados arrojados con los estadígrafos descriptivos, el T<sub>2</sub> (20% Lomb. + 80% H<sub>2</sub>O), fue el de mejor comportamiento al obtener el mejor número de semillas germinadas con un promedio de 41, se obtuvo una varianza de 2.5 y un coeficiente de variación (C.V) de 3.85%, mientras que el T<sub>4</sub> (Testigo) fue menor en semillas germinadas con un promedio de 34.8, una mayor varianza de 30.7 y Coeficiente de Variación (C.V) de 15.92%.

Al realizar el análisis de varianza (ANVA) se encontró que la F calculada es menor que F tabulada ( $P > 0.05$ ), por lo tanto se acepta la hipótesis nula ( $H_0: T_1 = T_2 = T_3$ ) y se rechaza la hipótesis alterna de que al menos un tratamiento es diferente en cuanto a la variable número de semillas germinadas a los siete días, al aplicarse 20% Lomb. + 80% H<sub>2</sub>O (T<sub>2</sub>), que obtuvo el mejor comportamiento para la germinación de semillas con un C.V. de 8.79%.

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>4</sub> (100H<sub>2</sub>O) fue que manifestó el mejor comportamiento. Sin embargo el T<sub>3</sub> (40% Lomb. + 60% H<sub>2</sub>O) fue el que tuvo el peor desempeño y presentó la menor longitud de plúmula.

Para la variable longitud de radícula, de acuerdo al ANVA encontramos una respuesta significativa ( $P \leq 0.05$ ). Demostrando que el T<sub>1</sub> (10% Lomb. + 90% H<sub>2</sub>O) fue el que dio mejor resultado, lo contrario a aplicar el T<sub>3</sub> (40% Lomb. + 60% H<sub>2</sub>O) fue en el que menos se desarrolló la radícula.

Como resultado de esta investigación, se recomendaría utilizar la Lombricomposta al tratamiento anteriormente recomendado para tener una mayor germinación y bajar la concentración de sales para obtener aun mejores resultados y utilizar semillas certificadas o de empresas reconocidas.

## VI. BIBLIOGRAFIA

**Association of Oficial Seed Analysts (AOSA). 1983.** Seed Vigor Testing Handbook. Contribution 32 to the Hanbook on seed testing. USA. Publicado por la Asociación. pp. 88.

**Bravo, R.J. 2008.** Porcentaje de germinación estándar y características de plántula de melón (*Cucumis melo* L.) Var. TopMark con cinco niveles de humus líquido de lombriz. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

**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).

**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.

**Copeland L., O. and M. B. McDonald. 1985.** Principles of Seed Science and Technology. Bed Burges Publishing Company. Minneapolis, Minnesota, U.S.A. pp. 121-144.

**Gliessman. 2000.** Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agricultural. Lewis Publishers. E. U. A.

**Hartman, H.T y D. E Kester. 1999.** Propagación de plantas 2a. Edición, Editorial CECSA. México. pp.138-140.

**Hartman, H.T y D. E Kester, D. 1982.** Propagación de Plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. pp. 46.

**Harmann, H.T y D. E Kester. 1995.** Propagación de plantas. Ed. Continental. México. pp. 130-165.

**International Seed Testing Association (ISTA). 1993.** International rules for seed testing. Rules Seed Sci Technol 9: 697-683.

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

**Maguire, J.D. 1962.** Speed of germination- Aid in selectin and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2 (2): 176-177.

**McDonald, M. B. 1975.** A review and evaluation of seed vigor test. Proc. Assoc. Off. Seed Analyts. 65: 117-122.

**McDonald, M. B. Jr. 1993.** The History Of Seed vigor testing. J.. of Seed Tech. 17 (2):93-100.

**Microsoft Office Excel. Windows Vista Home Basic. 2007.** Professional Edition.

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

**Olivares, S. E. 1994.** Paquete de diseños experimentales. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. UANL. Marín, Nuevo León, México.

**Pérez, G. M.; F. Márquez. S. y A. Peña. S. 1998.** Mejoramiento genético de hortalizas. UACH. Primera edición. Chapingo, México. pp. 113,114, 115.

**Reynaga, G.J. 2006.** Germinación en semilla de chile como respuesta a la aplicación de productos orgánico -hormonales. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

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

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

**Steel R.G.D y Torrie, J.H. 1988.**Bioestadística. Principios y Procedimientos. Editorial. McGraw-Hill. México. pp.15-19,132.

## **CITAS DE INTERNET**

-[www.conaproch.org/ch\\_chiles\\_diccionario\\_chileserrano.htm](http://www.conaproch.org/ch_chiles_diccionario_chileserrano.htm) (Octubre de 2009).

-[www.lombricor.com.mx/prod02.htm](http://www.lombricor.com.mx/prod02.htm) (Noviembre de 2009).

-[www.elcolibri.com.mx/contenidos/index.php?mod=cont&id=7](http://www.elcolibri.com.mx/contenidos/index.php?mod=cont&id=7)(Noviembre de 2009).

## VII. APENDICE

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para la variable numero de semillas germinadas (NSG), en Plántulas de chile Serrano (*Capsicum annuum*) var. Tampiqueño 74, evaluado a los siete días.

FV	GL	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
TRATAMIENTOS	3	125.000000	41.666668	3.5311 <sup>NS</sup>	4.05	5.19
ERROR	16	188.800781	11.800049			
TOTAL	19	313.800781				
<b>C.V = 8.79 %</b>						

**NS = No hay significancia; F.V.= Fuente de variación; g.l. = Grados de libertad; C.V. = Coeficiente de Variación.**

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para la variable numero de semillas germinadas (NSG), en Plántulas de chile Serrano (*Capsicum annuum*) var. Tampiqueño 74, evaluado a los catorce días.

FV	GL	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
TRATAMIENTOS	3	32.550781	10.850261	0.8067 <sup>NS</sup>	4.05	5.19
ERROR	16	215.199219	13.449951			
TOTAL	19	247.750000				
<b>C.V = 8.20 %</b>						

**NS = No hay significancia; F.V.= Fuente de variación; g.l. = Grados de libertad; C.V. = Coeficiente de Variación.**

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula (LP), en Plántulas de Chile Serrano (*Capsicum annuum*) var. Tampiqueño 74, evaluado a los catorce días.

FV	GL	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	6.083710	2.027903	14.9256*	4.05	5.19
<b>ERROR</b>	16	2.173874	0.135867			
<b>TOTAL</b>	19	8.257584				

**C.V = 14.29 %**

\* Significativo ( $P \leq 0.05$ ); F.V.= Fuente de variación; g.l. = Grados de libertad; C.V. = Coeficiente de Variación.

**Cuadro 8.** Comparación de Medias utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del 0.05, para la variable longitud de plúmula en Chile.

TRATAMIENTO	MEDIA
<b>T<sub>4</sub></b>	<b>3.1180 A</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>3.0220 AB</b>
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>2.4400 B</b>
<b>T<sub>3</sub></b>	<b>1.7360 C</b>

Tuckey = 0.6676

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para la variable Longitud de Radícula (LR), en Plántulas de Chile Serrano (*Capsicum annuum*) var. Tampiqueño 74, evaluado a los catorce días.

FV	GL	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	3.350521	1.116840	8.7409*	4.05	5.19
<b>ERROR</b>	16	2.044353	0.127772			
<b>TOTAL</b>	19	5.394875				

**C.V = 22.12 %**

\* Significativo a  $P \leq 0.05$ ; F.V.= Fuente de variación; g.l. = Grados de libertad; C.V. = Coeficiente de Variación.

**Cuadro 10.** Comparación de Medias utilizando la Prueba de Tuckey con un nivel de significancia del 0.05, para la variable longitud de radícula en Chile.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>2.0720 A</b>
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>1.8500 A</b>
<b>T<sub>4</sub></b>	<b>1.5620 AB</b>
<b>T<sub>3</sub></b>	<b>0.9800 B</b>

Tuckey = 0.6474