

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



**Promoción de enraizamiento de maíz y tomate con rizobacterias y control de fitopatógenos.**

**Por:**

**ROLANDO RAMÍREZ MARTÍNEZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

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

**Diciembre de 2006**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

**Promoción de enraizamiento de maíz y tomate con rizobacterias y control de  
fitopatógenos.**

**TESIS**

**Presentada por:**

**ROLANDO RAMÍREZ MARTÍNEZ**

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito  
Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Aprobada por:**

---

**Dr. Alberto Flores Olivas  
Presidente del jurado**

---

**M. C. Elizabeth Galindo Cepeda  
Asesor**

---

**Ing. Cesar Estrada Torres  
Asesor**

---

**M.C. Arnoldo Oyervides García  
Coordinador de la División de Agronomía.**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo muy especial a dos personas quienes me dieron la vida, me han enseñado el camino, y quienes han luchado incansablemente por dar lo mejor. A mis **PAPÁS:***

***ROLANDO RAMÍREZ CRUZ Y ELIA MARTÍNEZ MARTÍNEZ.***

*Gracias por todo, por la educación, por confiar en mí, por esa gran entrega y esfuerzo. A ti **Papá**, por ayudarme incondicionalmente en todos los momentos, por esos consejos tan valiosos, por tu gran responsabilidad y por todos los momentos de alegría y tristezas que hemos compartido, infinitamente gracias.*

*A ti **Mamá**, por los cuidados, por tus palabras, tus consejos, y todos los detalles que tienes como madre, por todos los momentos tan maravillosos que Dios nos ha dado. Gracias Mamá. Los quiero y los amo, son mi razón de seguir adelante para ofrecerles lo mejor. Agradezco a Dios por tenerlos porque son tan maravillosos, con mucho cariño y amor **GRACIAS.***

***A MI ABUELA***

*Dolores Martínez, por tenerla todavía, espero que Dios me permita convivir aun mas tiempo. Te quiero mucho.*

***A MIS HERMANOS.***

*Quienes les tengo un cariño muy especial, gracias por todo su apoyo moral y económico. Por todos los momentos buenos y difíciles. Los quiero mucho y doy gracias a Dios por tener una familia tan maravillosa. A todos en especial...*

***Rosalba, Luisa, Claudia, Carolina, Israel, Emilio y Eduardo.***

***A mis Tíos y Primos:*** Donato Y Catarina. Idalia, Javier, Donato. Luisa(+) y Ambrosio. Jorge, Salvador, Beto, Flora y toda la familia de Balsequillo, Puebla.

### ***A MIS SOBRINOS***

*Por ser la alegría de la familia, por todos los momentos gratos.*

*Edgar, Diana, Claudia Flor, Karen, Uriel, mi ahijado Brian, Itzel, Heriberto, Giovanni, Wendy Rocío, Estrellita, Evelin, Noemí, Luis Eduardo.*

### ***A MIS CUÑADOS***

*Alfreda, Marcelino, Nicasio, Juan, y a mi compadre Polo, por todos sus consejos. Los quiero y aprecio mucho.*

### ***A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE LA CARRERA:***

*Conchita, Arón, Roselín, Cabrera, Emanuel, Deydi, Bernardo, Bianca, Rafaela, Jesús, Toño, Eulalio, Gilberto, Christian, Flaviano, Omar, Florencio, Ronulfo, Edilberto Quintero, entre otros. Por todos los momentos que compartimos en la universidad. Los llevaré siempre presente.*

*A un amigo quien estimo mucho, gracias por la confianza, por tu apoyo incondicional en momentos difíciles que se me presentaron. A Carlos Armando Ramírez Pérez.*

*A Yadira por ser tan linda y buena, te quiero por todos los momentos que compartimos.*

### ***AL GRAN EQUIPO DE ATLETISMO DE LA UAAAN***

*Gracias por permitirme conocerlos y convivir con ustedes. Sinceramente, estoy profundamente agradecido por todos los momentos aunque fue poco tiempo. Monse, Judith, Luz, David, Edel D., Oscar, Marco, Juan, Everst. Y nuestro Gran entrenador Ing. José Rodríguez, mis mas sinceros respetos y admiración, gracias por todos sus ánimos y su inteligencia para ser grande. Los admiro mucho por su gran esfuerzo y capacidad. Somos los mejores.*

*A Rosa, Silvia, Amalia, Ines, Juan Aldana, J. Manuel Q, Chico y demas amigos, por todos los momentos de convivencia.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A un gran amigo, que siempre ha estado presente en los momentos más difíciles y momentos de alegría. A ti mi **Dios**, gracias por guiarme, por iluminar mi camino, por levantarme de los tropiezos, por tener una familia maravillosa que por ellos es la razón de luchar, por darme otra oportunidad mas de vivir. Con mucha humildad, **gracias Dios...***

### **A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO".**

*Por abrirme sus puertas y brindarme los conocimientos necesarios para mi formación, por permitirme cumplir un sueño mas, gracias por todos los momentos de convivencia en su máxima casa. Con mucho cariño y profundo agradecimiento a mi **Alma Terra Mater**, llevaré tu nombre siempre en alto.*

### **AL DR. ALBERTO FLORES OLIVAS**

*A quien admiro por su gran trayectoria y su responsabilidad, agradezco la oportunidad de realizar este proyecto bajo su asesoría, gracias por su gran apoyo y paciencia. Con mucha admiración y respeto a su apreciable familia. Gracias.*

### **A LA M.C. MA. ELIZABETH GALINDO CEPEDA**

*Por su gran apoyo en las sugerencias en la realización de este trabajo, quien considero una persona responsable y grande. Por la confianza que me ha brindado y los conocimientos que me transmitió como maestra, con respeto y cariño gracias.*

### **AL ING. CESAR ESTRADA TORRES**

*Por su colaboración incondicional en la realización de este proyecto, por su gran apoyo, con mucho respeto, gracias.*

### **A TODOS LOS MAESTROS DE LA UAAAN, EN ESPECIAL A LOS DEL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA.**

*Por haberlos conocido, por engrandecer a la universidad y por todos los consejos que nos brindaron para salir adelante, muchas gracias. A las laboratoristas por su gran apoyo y tiempo. A Blanca E. Mares, Guillermina, Lupita. Y a todas las personas quienes depositaron un granito de arena para sacar adelante este proyecto. A Rebeca y Ramon.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	IX
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Rhizobacterias promotoras de crecimiento de plantas.....	3
Características de las rhizobacterias .....	3
El género <i>Bacillus</i> .....	4
Ubicación .....	4
Características generales del género <i>Bacillus</i> .....	4
Grupos de endosporas del género <i>Bacillus</i> .....	5
Aislamiento de bacterias del Género <i>Bacillus</i> .....	5
Método de cultivo enriquecido para el aislamiento de <i>Bacillus</i> .....	6
<i>Bacillus subtilis</i> .....	6
Características .....	6
<i>Bacillus subtilis</i> promotora de crecimiento de plantas .....	7
<i>Bacillus subtilis</i> antagonista a patógenos en plantas .....	7
Hongos fitopatógenos .....	8
<i>Fusarium oxysporum</i> .....	8
Importancia .....	8
Epidemiología .....	9
Sintomatología .....	9
Hospederos .....	9
Control .....	9
<i>Rhizoctonia solani</i> .....	10
Importancia .....	10
Epidemiología .....	10
Sintomatología .....	10
Hospederos .....	11
Control.....	11

MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
Ubicación del experimento.....	12
Obtención del material biológico.....	12
Multiplicación de la bacteria .....	12
Conteo de esporas de <i>Bacillus subtilis</i> .....	12
Microorganismos fitopatógenos .....	13
Suspensión de micelio.....	13
Conteo de propágulos de <i>Fusarium oxisporum</i> y <i>Rhizoctonia solani</i> .....	14
Aplicación de inóculo de <i>B. subtilis</i> a semilla de maíz y tomate .....	14
Aplicación del inóculo de <i>B. subtilis</i> .....	15
Preparación y aplicación del inóculo de hongos fitopatógenos.....	15
Aplicación de testigos .....	16
Variables a evaluar para promoción de desarrollo .....	17
Variables a evaluar para control de fitopatógenos .....	17
Diseño experimental.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
Longitud del tallo de maíz.....	18
Longitud de la raíz de maíz .....	19
Diámetro del tallo de maíz .....	19
Peso fresco del tallo de maíz .....	20
Peso fresco de la raíz de maíz.....	20
Peso total de la planta de maíz .....	21
Peso seco del tallo de maíz.....	21
Peso seco de la raíz de maíz .....	21
Peso seco total de maíz .....	22
Altura del tallo de tomate .....	22
Longitud de la raíz de tomate .....	23
Diámetro del tallo de tomate .....	24
Peso fresco del tallo de tomate .....	25
Peso fresco de la raíz de tomate.....	26
Peso total de la planta de tomate .....	27
Peso seco del tallo de tomate.....	28
Peso seco de la raíz de tomate .....	29
Peso seco total de tomate .....	30

CONCLUSIONES .....	32
CITAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
APÉNDICE.....	36

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos y dosificación aplicados en el cultivo de maíz y tomate.....	
.....	16

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparación de los tratamientos evaluados en al longitud del tallo de maíz	18
Gráfica 2. Comparación de los tratamientos evaluados en la longitud de la raíz de maíz	19
Gráfica 3. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso fresco de la raíz de maíz	20
Gráfica 4. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso seco de la raíz de maíz	22
Gráfica 5. Comparación de los tratamientos evaluados en la altura del tallo de tomate	23
Gráfica 6. Comparación de os tratamientos evaluados en la longitud de la raíz de tomate	24
Gráfica 7. Comparación de los tratamientos evaluados en el diámetro del tallo de tomate	25
Gráfica 8. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso fresco del tallo de tomate	26
Gráfica 9. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso fresco de la raíz de tomate	27
Gráfica 10. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso total de la planta de tomate	28
Gráfica 11. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso seco del tallo de tomate	29
Gráfica 12. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso seco de la raíz de tomate	30
Gráfica 13. Comparación de los tratamientos evaluados en el eso seco total de tomate	31

## INTRODUCCIÓN.

Las bacterias del suelo descomponen la materia orgánica, incluyendo la celulosa y la lignina en la madera, un proceso esencial para toda la vida en la tierra. Fundamentalmente se encuentran en los 30 cm superiores de suelo en donde su fuente alimenticia de carbono es más usual y donde la aeración, elementos minerales, pH y temperatura son ideales. El suelo productivo puede contener hasta cientos de especies de bacterias que llevan a cabo diferentes actividades en el suelo, llamadas rizobacterias y se encuentran en la zona radical de todas las plantas. Las rizobacterias se han adaptado a las raíces absorbentes de las plantas de donde obtienen sus nutrientes provenientes de células exfoliadas por la raíz, exudados y materia orgánica. En retribución, proporcionan a las plantas beneficios específicos y son responsables de la salud del suelo, recientemente se han detectado bacterias que incrementan el desarrollo de las plantas, pero aún no está claro como lo hacen. Estas bacterias cumplen una función en la rizósfera de la micorriza (micorrizosfera). Básicamente, todas las rizobacterias llevan a cabo diferentes procesos metabólicos en el suelo y en la raíz, y son conocidas como bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (Promoting Plant Growth Rhizobacteria).

<http://phmexico.com.mx/pdfs/catalogos/catalogo00.pdf>.

Además de promover el crecimiento de las plantas, se han hecho pruebas de efectividad antagónica de rizobacterias del género *Bacillus*, que producen antibióticos efectivos para el control de hongos de suelo (Mayea *et al*, 1998).

Herrera (2005), señala que en la actualidad, el hombre toma medidas para el control de las enfermedades del suelo con el uso de productos químicos y prácticas culturales; no obstante, el control por medio de estas prácticas se ve restringido por motivos económicos y ecológicos. Las posibilidades de sustituir o disminuir el uso de productos químicos en el control de enfermedades producidas por hongos fitopatógenos del suelo abre una ventana a la investigación de técnicas alternativas como el manejo de un control biológico, realizando numerosos estudios de laboratorio e invernadero, que prueban el efecto antagonista de diversas especies de bacterias como las del género *Bacillus* y hongos como *Trichoderma* sp. De esta manera el control biológico de los fitopatógenos, así como las prácticas de manejo integrado de los mismos, son medidas que cada día adquieren mayor importancia en el mundo ya sea por la necesidad de efectuar una producción más eco-

compatible y sustentable o por las demandas del mercado interno y externo de nuestros productos hortofrutícolas.

Se entiende como biocontrol o control biológico a la acción de parásitos predadores o patógenos para mantener la densidad de población de otro organismo a un promedio más bajo que el que ya existe en su ausencia; comprende principalmente prácticas que alteran la condición biótica – abiótica, ya sea por hongos, bacterias, nematodos o virus (National Academy of Science, 1985).

Debido a lo comentado anteriormente, ante la situación de evitar alteraciones al ecosistema y al hombre y en la mejora del crecimiento de las plantas, se llevó a cabo este proyecto para el cual se plantearon los siguientes:

#### **OBJETIVOS:**

- Identificar el efecto promotor del desarrollo de raíz y follaje en tomate y maíz por *B. subtilis* bajo condiciones de invernadero.
- Evaluar el efecto antagónico de *B. subtilis* sobre *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani* bajo condiciones de invernadero.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Rhizobacterias, Promotoras de Crecimiento de Plantas.**

Dashti *et al.*, (1997) señala que los microorganismos con efecto benéfico en la planta pueden tener un potencial considerable como agentes de biocontrol y biofertilizantes. Se distinguen tres grandes grupos:

- 1) Microorganismos fijadores de Nitrógeno.
- 2) Hongos Micorrízicos.
- 3) Bacterias Promotoras del Crecimiento de Plantas.

Kloepper *et al.*, (1989), menciona que este último grupo de bacterias es conocido como PGPR (*Promoting Growth Plant Rhizobacteria*) y lo define como bacterias habitantes de la raíz que estimulan significativamente el crecimiento de plantas. Por otro lado, Smith y Goodman (1999), señala que en años recientes se ha caído en cierta controversia, ya que no se sabe hasta qué punto se puede considerar a una Rhizobacteria como PGPR, por lo que se han establecido cuatro características que definen este grupo:

- a) Que no requieran de la invasión interna de tejidos en plantas, como ocurre en hongos micorrízicos con la formación de arbusculos o nódulos en el caso de *Rhizobium*.
- b) Que tengan una elevada densidad poblacional en la rizósfera después de su inoculación, ya que una población que declina rápidamente tiene una baja capacidad competitiva con la microflora nativa del suelo.
- c) Que presenten capacidad de colonización efectiva en la superficie de la raíz y como consecuencia, puedan influir positivamente en el crecimiento de la planta.
- d) Que no produzcan daño en el hombre ni a otros microorganismos.

Diversos microorganismos rizosféricos poseen la capacidad de proteger a las plantas del ataque de patógenos, por lo que son comúnmente empleados en el control biológico de plagas e inciden igualmente en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Azcón y Barca, 1996), cumpliendo una doble función benéfica a las plantas, en una especie microbiana, su actividad antagonista y estimulante (Freitas y Germida 1990).

La literatura acerca de los efectos de estos microorganismos es amplia e incluye hongos, actinomicetos y bacterias, un ejemplo de estas últimas son algunas especies del género *Pseudomonas* que producen sideroforos (pseudobactina) que inhiben la actividad de los agentes patógenos, también se ensayan para bacterizar la rizosfera de las plantas de algunas razas de *Bacillus subtilis* que producen antibióticos efectivos en el control de *Rhizoctonia solani*, entre otros microorganismos fitopatógenos (Mayea *et al*, 1998).

### **El género *Bacillus spp.***

Glick (1995), menciona que es una bacteria encontrada comúnmente en el suelo. Los bacilos son bacterias gram-positivas, en general están clasificados dentro de los microorganismos aeróbicos o facultativos y de fácil crecimiento en medios comunes, productores de catalasa. Tienen un DNA (mol% G+C) de 32 –8 También señala que las características generales del género *Bacillus* son:

- a) Producen endosporas, las que son termoresistentes permitiendo que el organismo tolere condiciones ambientales extremas.
- b) La gran mayoría producen enzimas hidrolíticas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuentes de carbono y donadores de electrones.
- c) Muchos bacilos producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina.
- d) En general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares ácidos orgánicos, alcoholes, etc.

e) Viven dentro los límites de temperatura de 55 a 70°C. El límite inferior de pH para *Bacillus* es de 2 a 3.

### **Grupos de endosporas del género *Bacillus*.**

De acuerdo a la morfología de la endospora de los Bacilos, Schaad *et al.*, (2001) divide a este género dentro de los siguientes 3 grupos:

Grupo I. Esporas ovales o cilíndricas, centrales, subterminales o terminales, cuerpo baciliario, levemente hinchado.

Grupo II. Esporas ovales, raramente cilíndricas, cuerpo baciliario cilíndrica, perceptiblemente hinchado.

Grupo III. Esporas esféricas, terminales o subterminales, cuerpo baciliario e hinchado.

La reacción en la prueba de Tinción de Gram de los bacilos pueden variar según la edad, el medio, entre otros factores. Señala que es importante que las células sean usadas en la etapa temprana de su crecimiento para la realización de dichas pruebas. Por ejemplo; algunos bacilos del grupo II, el 46% son Gram variables después de 6 horas de incubación, sin embargo, después de 48 horas resultan ser Gram negativos. (Schaad *et al.*, 2001).

### **Aislamiento de bacterias del género *Bacillus*.**

Los miembros del género *Bacillus* son fáciles de aislar de la tierra y el aire, se encuentran dentro de los organismos más frecuentes que aparecen. Cuando se siembran en placas e incuban en forma aeróbica las muestras pasteurizadas, las colonias que se desarrollan son casi exclusivamente las de *Bacillus*. Algunas pruebas adicionales que contribuyen a la identificación de las especies del género *Bacillus* son:

Producción de ácido y/o gas a partir de glucosa, prueba de Voges-Proskauer (para los reductores de butanodiol), reducción de nitrato, capacidad de crecer de manera anaeróbica, y poseen motilidad.

([www.bioland.cl/mo-biobac.htm](http://www.bioland.cl/mo-biobac.htm) )

**El método de cultivo enriquecido, para el aislamiento del *Bacillus* consiste de:**

Oscuridad, incubación aeróbica con ingredientes principales a base de almidón y NH<sub>4</sub>, oxígeno como aceptor de electrones, tierra, fango, vegetación en descomposición, sedimentos de lago como inóculo pasteurizar a 80°C.

([www.bioland.cl/mo-biobac.htm](http://www.bioland.cl/mo-biobac.htm) )

***Bacillus subtilis*.**

González y Fragoso (2002), señalan que la bacteria *B. subtilis* no es potencialmente patógena, no produce endotoxinas y secreta proteínas al medio, algunas de ellas son propiedades antifúngicas, como la subtilina y otros antibióticos de la familia de las iturinas. Se utiliza industrialmente como insecticida y funguicida. La subtilina liberada por *Bacillus subtilis* actúa sobre la pared celular de los hongos. Otras características de *B. subtilis* son las siguientes:

1. Corresponde a una bacteria Gram positiva.
2. Producen endosporas, las que son termorresistentes y también resisten a factores perjudiciales como la desecación, la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos.
3. La mayoría de los bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuentes de carbono y donadores de electrones.
4. Miden de 3 μ a 4 μ por 1 μ.
5. Móviles por ocho a doce flagelos peritricos.
6. muchos bacilos producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina.
7. Son fermentivas, usualmente fermentan caseína y almidón.
8. En general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, etc., como las únicas fuentes de carbono y el amonio como única fuente de nitrógeno.
9. Viven dentro de los límites de temperatura de 55 a 70°C.
10. El límite inferior de pH para el género *B. subtilis* es de 2 a 3.

### ***Bacillus subtilis*, Promotora de Crecimiento de las Plantas.**

*B. subtilis* se encuentra de los PGPR o rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas, y son aquellas bacterias que aparecen libres en el suelo, capaces de adaptarse, colonizar y persistir en la rizosfera de la planta favoreciendo el crecimiento o desarrollo de ésta con su actividad. Estos microorganismos rizosféricos son capaces de mejorar la estructura del suelo y proteger al vegetal frente a agresiones de diverso origen. Además los PGPRs pueden aportar formas asimilables de los nutrientes minerales (pudiéndose llamar por tanto biofertilizantes), producen fitohormonas y promueven un buen estado sanitario de la planta. La materia orgánica del suelo, formada por restos vegetales, animales y microorganismos, está sometida a un proceso continuo de transformaciones, bajo la acción de factores edáficos, climáticos y biológicos. Sobre estos residuos es importantísima la acción de los PGPR's, ya que además actúan como biocatalizadores orgánicos naturales y aseguran una rápida colonización de la rizosfera y masa vegetativa, acelerando el crecimiento y vigor de la planta, algunas de ellas son *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas fluorescens*.

([www.iabiotec.com/inoculantes.htm](http://www.iabiotec.com/inoculantes.htm) - 26k).

### ***Bacillus subtilis*, Antagonista a Patógenos en Plantas.**

Existen muchos microorganismos que han sido considerados como antagonistas de algunos patógenos, constituyendo una alternativa a los productos químicos. La lucha ejercida por ellos puede ser por el contacto físico directo de éste con el agente causal de la enfermedad o bien por la liberación por parte del biocontrolador de sustancias que tienen un efecto negativo sobre el patógeno. Otra forma de actuar es a través de la competencia por espacio y nutrientes (Jarvis, 1989).

*B. subtilis* es conocido por ser antagonista de muchos hongos patógenos de vegetales. Este antagonismo es logrado a través de diversos mecanismos que incluyen la competencia por nutrientes, exclusión del sitio, colonización de la bacteria en el patógeno, y la liberación de componentes celulares durante el crecimiento, en orden de eliminar o reducir los competidores en su medio ambiente inmediato (Butt *et al.*, 1999).

Una de las posibles formas de utilización de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol es a través del tratamiento de semillas. Su efecto benéfico cuando se aplica junto a las semillas, no se debe exclusivamente al antagonismo proporcionado a los patógenos, sino que influyen positivamente en la germinación, desarrollo y rendimiento del cultivo debido a la producción de sustancias promotoras del crecimiento y al mejoramiento de la nutrición de las plantas.

[www.bioplaguicidas.org//Capacitaciones/resumenes/microorganismosantagonistas.pdf](http://www.bioplaguicidas.org//Capacitaciones/resumenes/microorganismosantagonistas.pdf)

Las enfermedades de las plantas producidas por los fitopatógenos del suelo constituyen un verdadero problema para los cultivos hortícolas. Pueden formar una enfermedad compleja, en donde participan *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* entre otros, que causan pérdidas significativas en la producción (Zambrano, 1981). Por tal motivo, además de evaluar el efecto promotor de crecimiento de *B. subtilis* se estudió en este trabajo el antagonismo de dos cepas de *B. Subtilis*, a agentes patogénicos causantes de enfermedades radiculares en cultivos de tomate y maíz, que a continuación se describen.

#### ***Fusarium oxysporum* (Schechtend).**

**Importancia.** Es un patógeno cosmopolita responsable de la marchitez y daños de la pudrición radical, de más de 100 especies de plantas hospederas, económicamente importantes. Dentro de la diversidad genética *F. oxysporum* había sido extensivamente categorizado por agrupaciones de compatibilidad vegetativa en laboratorios alrededor del mundo (Kistler *et al.*, 1998).

Las especies de *Fusarium* están ampliamente distribuidas en los suelos y sustratos orgánicos, por ejemplo, han sido aisladas desde el *permafrost* en el ártico hasta de las arenas del Sahara. Abunda en suelos cultivados de zonas templadas y tropicales y es el hongo mas frecuente aislado por los fitopatólogos (Booth, 1977).

*Fusarium* es ampliamente reconocido por sus macroconidias fusiformes, distintivas, sin embargo, a pesar de esta característica primaria hay muchas dificultades para delimitar el género, utilizando la morfología para alcanzar conceptos filogenéticos consistentes (Summerell *et al.*, 2001).

**Epidemiología.** Este patógeno sobrevive en restos de cultivo de una temporada a otra y posee estructuras de resistencia (clamidosporas) que le permiten perdurar en el suelo por espacio de 6 años. El hongo penetra en la planta a nivel del suelo ya sea por el tallo o raíces superficiales, luego por los haces vasculares es trasladado a toda la planta (Janssen, 2002).

El desarrollo óptimo de *F. oxysporum* se presenta a 20 °C el rango va de 12 a 28°C. Esta temperatura acompañada de alta humedad relativa, días cortos de baja intensidad lumínica favorecen el desarrollo de la enfermedad. Otros factores son los suelos ácidos, arenosos, con bajo pH, pobres en nitrógeno y alto suministro de potasio (Janssen, 2002).

**Sintomatología.** Las plantas presentan un amarillento que comienza por las hojas inferiores y avanza hacia arriba, cuando se hace un corte longitudinal del tallo, cerca de las raíces, se observa en el tejido conductor una coloración marrón, la cual se debe a la invasión del hongo. El daño que se produce en el tejido vascular (vasos conductores), impide la circulación normal del agua y nutrientes dentro de la planta, por lo cual se produce una marchites del follaje y posteriormente muerte total de la planta. ([www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd18/texto/enfermedades.htm](http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd18/texto/enfermedades.htm)).

Las nervaduras de los folíolos más jóvenes se aclaran, cuando las plantas son pequeñas y se infectan, se marchitan e inmediatamente se mueren en muy poco tiempo. Las plantas viejas rara vez mueren rápidamente, usualmente se aclaran las venas, amarillamiento del follaje, marchitamiento de las hojas, los tallos más jóvenes se achaparran, se defolian y muere la planta (Garza, 1996).

**Hospederos.** *F. oxysporum* ha sido reportada de hospederos de varias familias como son las Solanáceas, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Poaceae, entre otras, el cual causa pérdidas significativas en los cultivares (Jarvis y Shoemaker, 1978).

**Control.** Es necesario realizar labores culturales de prevención como la esterilización de materiales, uso de material resistente, entre otras, que reducen la incidencia de los patógenos. Actualmente, se buscan potenciales bioantagonistas como controladores biológicos, por lo que es necesario realizar algunos ensayos *in vitro* que orientan respecto a su capacidad antagónica para posteriormente ser formulados y utilizados en pruebas de

campo. Ensayos realizados por Guardiola (2005), indicó que *B. subtilis* inhibió un 100% respecto al crecimiento de hongos de suelo entre ellas *F. oxysporum* y *R. solani*.

### ***Rhizoctonia solani* (Kûn)**

**Importancia.** La infección por *Rhizoctonia* es una de las enfermedades más antiguas y de mayor dispersión a nivel mundial. Desde que fue reportada por primera vez en 1858 por Kühn, ha sido detectada subsecuentemente en casi todas las áreas productoras de papa en el mundo. (Harrison, 1978).

Este patógeno se encuentra en el suelo y causa una gran variedad de enfermedades como la pudrición de la semilla las cuales proveen alimentos a otros hongos fitopatógenos que crecen en el suelo; en ocasiones las semillas germinan, pero el hongo las ataca y destruye la plántula, antes que éstas emerjan dando como resultado crecimientos pobres y plantas jóvenes dañadas (Lucas *et al.*, 1985) citado por Alvarado, (1997).

**Epidemiología.** Generalmente *R. solani* inverna en forma de micelio o esclerocios en el suelo, en plantas infectadas, en órganos de propagación entre otras (Agrios, 1997). Sus esclerocios sobreviven en tubérculos infectados y pueden persistir libremente en el suelo durante largos periodos de tiempo (Randall, 1993).

Roberts (1978), menciona que la temperatura óptima para la infección de *R. solani* está entre 15 a 18°C, la enfermedad se considera más grave en suelos húmedos con una temperatura de 18°C. La infección de las plantas jóvenes es más severa cuando el crecimiento de las plantas es lento, debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo.

**Sintomatología.** *R. solani* causa un amplio rango de síntomas en la que varían según el ambiente, la edad del hospedero y la parte de la planta afectada. El patógeno ataca los brotes jóvenes antes de la emergencia a menudo produciendo su muerte. Esta fase de la enfermedad puede conducir a reducción en el número de plantas y número de tallos por unidad de área, si los nuevos brotes que se desarrollan a partir de yemas dormantes con posterioridad a la muerte de los brotes iniciales, son a su vez afectados y mueren. (Frank, 1975).

Los tallos se tornan menos susceptibles a la infección luego de la emergencia, pero todavía pueden presentarse chancros pardos en la parte del tallo por debajo del nivel del suelo. Las plantas afectadas de esta forma pueden exhibir una variedad de síntomas foliares, como enrollamiento de las hojas, clorosis, acumulación de antocianinas, arrojamiento y desarrollo pobre, formación de tubérculos aéreos en papa y en ocasiones marchitamiento (Hooker, 1978).

**Hospederos.** *R. solani* es un organismo del suelo y tiene un amplio rango de hospederos, se encuentran desde malezas hasta cultivos hortícolas, frutales, forestales entre otras. Y causan enfermedades muy graves a los cultivos, por lo que si no se toman medidas de control estos mueren (Romero, 1993).

**Control.** Crispín y Sifuentes (1970) citado por Hernández (2001), recomiendan utilizar medidas culturales que pueden reducir los daños causados por *Rhizoctonia solani* entre estos se mencionan:

- Efectuar rotación de cultivos(gramíneas, leguminosas u hortalizas diferentes) con el fin de reducir la cantidad de inóculo en el suelo.
- Evitar el exceso y encharcamiento de agua, sembrando en terrenos bien drenados y nivelados, no dañar las raíces de las plantas al cultivarlas, pues las heridas son puertas de entrada al organismo patogénico.
- Sembrar a la profundidad adecuada para proporcionar a la semilla condiciones favorables para su germinación.

El uso de bioantagonistas abre una visión en donde se ve una alternativa para la mejora en la calidad de productos. Actualmente se hacen estudios *In Vitro* en donde se prueban efectividad antagónica como bacterias del género *Bacillus* y hongos como *Trichoderma* sobre agentes fitopatógenos.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### **Ubicación del experimento.**

El presente experimento se realizó en el Laboratorio de Parasitología Molecular e Invernadero del Departamento de Parasitología, ubicados en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La cual se sitúa geográficamente a 25°22" Latitud Norte, 101° 22" Longitud Oeste y una Altitud de 1 742 msnm, comprendido durante el periodo Enero-Mayo de 2006. Y consistió en evaluar dos cepas de *B. subtilis* como antagonistas de *F. oxysporum* y *R. solani*. Además de medir el efecto de dichas cepas sobre la producción de raíces y el crecimiento en plantas de tomate y maíz.

### **Obtención de Material Biológico.**

Las cepas de *Bacillus subtilis*, A y B, fueron proporcionados por el Dr. Alberto Flores Olivas, profesor investigador de la UAAAN. La multiplicación de las cepas se usó medio Agar Nutritivo que se incubaron a 30°C. Posteriormente se recuperó el crecimiento bacteriano en suspensión.

### **Conteo de esporas de *B. subtilis*.**

Para el conteo de esporas de *B. subtilis* de ambas cepas, fue necesario realizar diluciones de  $1 \times 10^{-4}$ . Para ello se tomó con el pipeteador electrónico 1 ml de suspensión bacteriana original, la que se agregó a un tubo de ensaye conteniendo 9 ml de agua destilada estéril, obteniendo así la dilución de  $1 \times 10^{-1}$ . La misma manera se procedió a realizar las diluciones necesarias para obtener  $1 \times 10^{-4}$  y así efectuar el conteo.

Con la ayuda de la cámara de Neubauer, se procedió a realizar el conteo de esporas de *B. subtilis* bajo un microscopio compuesto; con una micropipeta se tomó una gota de *B. subtilis* de la dilución de  $1 \times 10^{-4}$ , la cual se dispersó sobre el área de conteo de la cámara y

se colocó un cubreobjetos sobre la muestra. Se observó en el objetivo de 40X y se realizó el conteo usando la siguiente fórmula:

$$\Sigma X \times 25 \times \text{Dil} \times 10\,000 = \text{Esporas / mililitro.}$$

En donde;

$\Sigma$  = media de la sumatoria de las áreas de conteo de la cámara.

25 = total de áreas que conforman el centro de conteo de la cámara.

Dil = factor de dilución.

10 000 = constante.

Para la cepa A de *B. subtilis* se obtuvo una concentración de  $6.3 \times 10^9$ /ml de suspensión madre; y para el caso de la cepa B, se obtuvo una concentración de  $7.2 \times 10^9$ /ml de suspensión original.

### **Microorganismos fitopatógenos.**

Se obtuvieron cepas de *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*. Y fueron proporcionados por el Laboratorio de Parasitología Molecular del Departamento de Parasitología.

La multiplicación de estos hongos se llevó a cabo en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA), haciendo 3 repeticiones para ambos microorganismos. Con la ayuda de un sacabocado estéril de 0.4 cm de diámetro, se tomó un explante de micelio de la cepa pura de los patógenos y con una aguja de disección se transfirió al centro de la caja petri con medio, éstos se sellaron e incubaron a  $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  durante 7 días para el desarrollo del micelio.

### **Suspensión de micelio de fitopatógenos.**

Para la obtención de la suspensión de micelio de *F. oxysporum* y *R. solani*, se tomó una cepa pura de ambos fitopatógenos de la reproducción antes realizado. Para ello, con la ayuda de una espátula se transfirió el micelio del hongo incluyendo el medio de cultivo a una licuadora, agregándole 200 ml de agua destilada estéril, el cual se procedió a licuarlo

bien. La suspensión de micelio obtenida se colocó en un matraz Erlenmeyer para cada caso, se selló y etiquetó para poner en refrigeración a 4°C.

### **Conteo de propágulos de *F. oxysporum* y *R. solani***

Fue necesario hacer diluciones de  $1 \times 10^{-4}$  de la suspensión micelial de los patógenos, y se usó la técnica de dilución y siembra en placa. Bajo estrictas reglas de asepsia en la cámara de transferencia se tomó con una micropipeta 1ml de suspensión micelial de la dilución de  $1 \times 10^{-4}$ , y se dispersó en una caja petri sin medio de cultivo, enseguida se le agregó medio PDA, se agitó suavemente en forma de 8 para que la suspensión micelial se dispersara muy bien. Se hicieron 2 repeticiones para cada caso y se incubaron a 25°C +/-2°C durante 3 días.

Una vez desarrolladas las colonias de *F. oxysporum* y *R. solani* se llevó a cabo el conteo, usando la siguiente fórmula:

# de propágulos X 10 000 = propágulos/ml.

En donde:

# de propágulos = desarrollo de propágulos de cada organismo.

10 000 = factor de dilución ( $1 \times 10^{-4}$ ).

Los resultados del conteo de propágulos viables de los fitopatógenos fueron los siguientes:

*Rhizoctonia solani* = 10 000 propágulos /ml de la suspensión original.

*Fusarium oxysporum* = 2 350 000 propágulos /ml de la suspensión original.

### **Aplicación de inóculo de *B. Subtilis* a semilla de maíz y tomate**

Se utilizaron dos cepas de *B. subtilis* A y B, en cada una de ellas se usó en forma directa, y un esterilizado de la misma, con el fin de ver los efectos de dicha bacteria, además se evaluaron dos concentraciones por cada cepa.

Se tomaron 144 ml de suspensión original de *B. subtilis* cepa A y B, 72 ml de cada una se esterilizaron, posteriormente, 36 ml de suspensión bacteriana estéril se aplicaron en tomate y 36 ml de suspensión bacteriana estéril se aplicaron en maíz. De la misma manera 36 ml de suspensión bacteriana no estéril se aplicaron en el experimento en tomate y maíz, respectivamente y para cada una de las cepas.

Las concentraciones usadas fueron  $6.3 \times 10^8$  y  $6.3 \times 10^9$  para la cepa A.  $7.2 \times 10^8$  y  $7.2 \times 10^9$  para la cepa B.

### **Aplicación del inóculo de *B. subtilis*.**

Después de tener listas las concentraciones, se procedió a preparar las camas en el invernadero, utilizando macetas de 1 litro de capacidad y se llenaron con substrato peat most. Las inoculaciones de *B. subtilis*, se realizaron al momento de la siembra el 17 de Febrero de 2006. Se tomó una semilla y se colocó en la maceta a una profundidad de 4 a 5 cm en el caso de maíz y 2 a 3 cm en caso de tomate, enseguida con la ayuda de una pipeta estéril de 5 ml se tomaron 3 ml de suspensión bacteria y se inocularon directo a la semilla, después se cubrió con el mismo substrato y se regó para dispersar bien la bacteria.

### **Preparación y aplicación de inóculo de hongos fitopatógenos.**

La aplicación del inóculo de *F. oxysporum* y *R. solani* se llevó a cabo a los 6 días después de siembra e inoculación con la bacteria, esto con el fin de esperar que ésta se estableciera.

Para tal efecto, se prepararon 216 ml de suspensión micelial de cada microorganismo, necesarias para la aplicación en tomate y maíz. Con una pipeta estéril se tomaron 3 ml de suspensión micelial y se aplicó en la superficie del substrato antes de la germinación, calculando el punto donde fue sembrada la semilla y enseguida se procedió a darle un riego ligero para dispersar bien el hongo. Por lo tanto, para el caso de *R. solani* los propágulos viables por mililitro fueron 10 000, y para *F. oxysporum* fueron de 2 350 000.

### Aplicación de testigos.

Se aplicaron 3 controles; un testigo absoluto solo agua destilada, testigo sólo *F. oxysporum* y testigo sólo *R. solani*. El testigo con fitopatógeno se aplicó con la misma cantidad indicada al momento de la inoculación de dichos patógenos.

Una vez realizado las inoculaciones de los tratamientos, se taparon con maya antiáfidos para evitar problemas con insectos que alteren los resultados del experimento. Se calendarizó riego para los cultivos, esto para tener una germinación aceptable y buen desarrollo, tanto del cultivo como de los microorganismos en prueba.

A continuación se enlistan en el siguiente cuadro los tratamientos usados para los cultivos de tomate y maíz, su distribución y respectivo dosis para aplicación.

Cuadro 1. Tratamientos y dosificación aplicados en el cultivo de maíz y tomate.

# de Trat.	Tratamiento	Dosis en ml/maceta
1	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^9$	3
2	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^9$ Estéril	3
3	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^8$	3
4	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^8$ Estéril	3
5	Testigo absoluto	3
6	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^9$	3
7	<i>B. subtilis</i> B $4.5 \times 10^9$ Estéril	3
8	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^8$	3
9	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^8$ Estéril	3
10	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^9$ + <i>F. oxysporum</i>	3+3
11	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^9$ Estéril + <i>F. oxysporum</i>	3+3
12	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^8$ + <i>F. oxysporum</i>	3+3
13	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^8$ Estéril + <i>F. oxysporum</i>	3+3
14	Testigo sin <i>B. subtilis</i> sólo <i>F. oxysporum</i>	3+3
15	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^9$ + <i>F. oxysporum</i>	3+3
16	<i>B. subtilis</i> B $4.5 \times 10^9$ Estéril + <i>F. oxysporum</i>	3+3
17	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^8$ + <i>F. oxysporum</i>	3+3
18	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^8$ Estéril + <i>F. oxysporum</i>	3+3
19	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^9$ + <i>R. solani</i>	3+3
20	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^9$ Estéril + <i>R. solani</i>	3+3
21	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^8$ + <i>R. solani</i>	3+3
22	<i>B. subtilis</i> A $6.3 \times 10^8$ Estéril + <i>R. solani</i>	3+3
23	Testigo sin <i>B. subtilis</i> sólo <i>R. solani</i>	3+3
24	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^9$ + <i>R. solani</i>	3+3
25	<i>B. subtilis</i> B $4.5 \times 10^9$ Estéril + <i>R. solani</i>	3+3
26	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^8$ + <i>R. solani</i>	3+3
27	<i>B. subtilis</i> B $7.2 \times 10^8$ Estéril + <i>R. solani</i> .	3+3

Los tratamientos 7, 16 y 25 para maíz, la concentración fue de  $4.5 \times 10^9$  debido a la falta de suspensión bacteriana. Sin embargo, la cepa es la misma. Para el caso de tomate ocurrió lo mismo, incluyendo el tratamiento 24.

### **Variables a evaluar para promoción del desarrollo.**

Las variables evaluadas para ambos cultivos fueron: longitud del tallo, altura del tallo en el caso de tomate, longitud de raíz, diámetro de tallo, peso fresco de tallo, peso seco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y peso total. Tomando los datos a los 50 días después de la siembra, ocupando una regla de 30 cm. para la medición de las muestras, una balanza granataria, también se ocuparon pinzas y palas para la extracción de la planta. Y para el secado de las muestras se colocaron en bolsas de papel y a temperatura ambiente.

### **Variables a evaluar para control de fitopatógenos.**

Los variables evaluadas de *R. solani* y *F. oxysporum* fueron la incidencia y severidad de la enfermedad.

### **DISEÑO EXPERIMENTAL.**

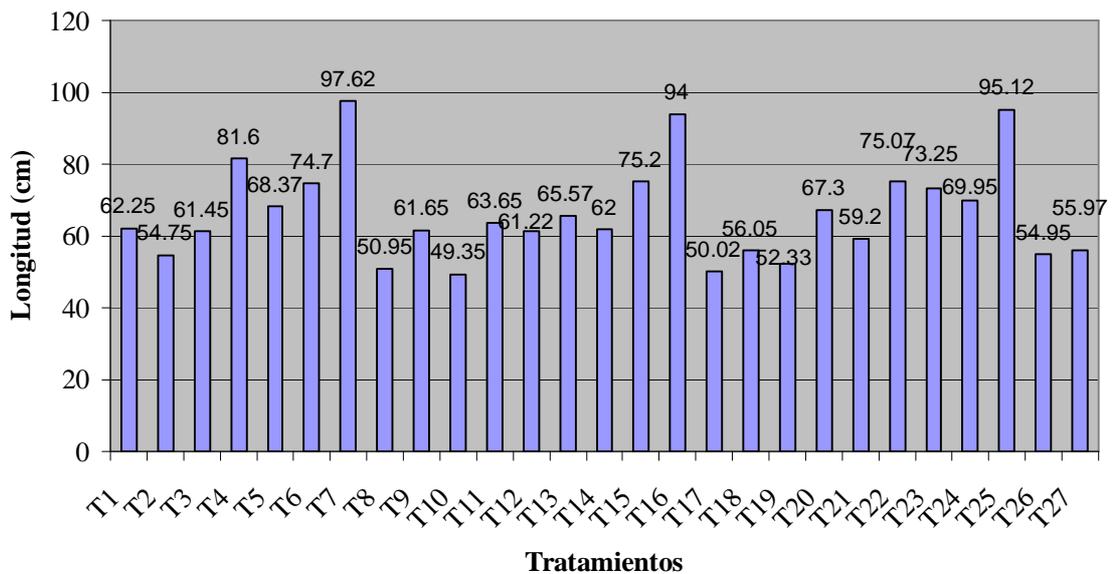
Se probaron 27 tratamientos con 4 repeticiones para cada cultivo, los datos se analizaron en un diseño completamente al azar del paquete estadístico de la FAUANL (Olivares, 1994). Las unidades experimentales fueron las macetas.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES.

A continuación se mencionan los resultados obtenidos de cada uno de los parámetros evaluados en la promoción del desarrollo de plantas con la aplicación de rizobacterias.

### Longitud del tallo de maíz (LTM).

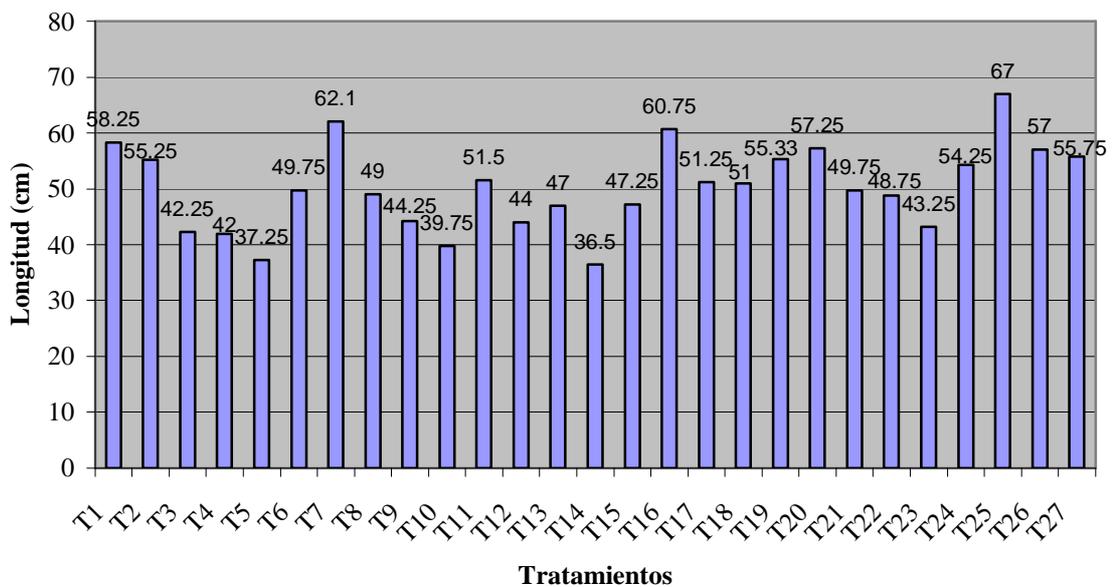
De acuerdo al análisis de varianza y comparación de medias por DMS con un nivel de significancia al 0.05, nos indica que hay diferencia entre tratamientos siendo los mejores estadísticamente el T7 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril), T25 (*B. subtilis*  $4.5 \times 10^9$  estéril + *R. solani*) y T16 (*B. subtilis*  $4.5 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*) (Gráfica 1, Cuadro 4 del apéndice). Se observó un incremento de 30 % del T7, respecto al T5 (testigo absoluto sólo agua), un 24 % respecto al T23 (testigo solo *R. solani*) y un incremento de 36% respecto al T14 (testigo solo *F. oxysporum*). En este parámetro la bacteria estéril muestra resultados eficientes que las no estériles, se puede observar que al ser sometida a altas temperaturas no pierde las características como promotora de desarrollo. Tanto en concentraciones altas como bajas son tan eficientes, tal y como se pueden apreciar en este parámetro. Los demás tratamientos se comportaron de manera similar, siendo el T10 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  + *F. oxysporum*) quien mostró menor efecto (Gráfica 1, Cuadro 4 del apéndice).



Gráfica 1. Comparación de los tratamientos evaluados en la longitud del tallo de maíz.

### Longitud de la raíz de maíz.

Para este parámetro los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 25 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril + *R. solani*), seguido del T7 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril), T16 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*) y T1 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$ ) (ver Gráfica 2, Cuadro 5 del apéndice). Incrementando un 44% respecto al T5 (testigo absoluto solo agua), un 35% al T23 (testigo solo *R. solani*) y un 45% de incremento respecto al T14 (testigo solo *F. oxysporum*). Siendo los T5 y T14 respectivamente quienes tuvieron menores resultados (Gráfica 2, Cuadro 5 del apéndice). Nuevamente la bacteria estéril tuvo mejores resultados indicando que éstas promueven eficazmente el desarrollo en tomate. También se observa que la cepa B está incrementando el desarrollo significativamente.



Gráfica 2. Comparación de los tratamientos evaluados en la longitud de la raíz de maíz.

### Diámetro del tallo de maíz.

De acuerdo al análisis de varianza y comparación de medias por DMS al 0.05, indica que no hubo diferencia estadísticamente entre los tratamientos evaluados en este parámetro. Sin embargo, se observa que el tratamiento que tuvo mayor resultado fue el T4 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^8$  estéril) obteniendo 2.15 cm de diámetro del tallo de maíz y el T11 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*) con el mismo resultado (ver Cuadro 6 del apéndice). Se

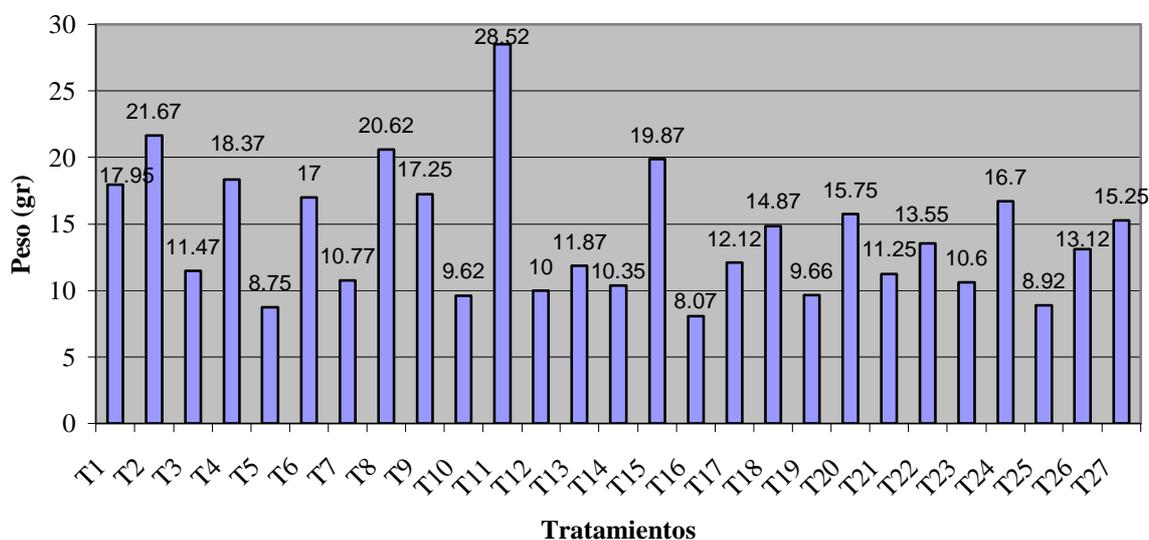
observa que la bacteria estéril en las dos concentraciones han dado mejor resultado indicando nuevamente su eficiencia respecto a la no estéril.

### **Peso fresco del tallo de maíz.**

De acuerdo a la comparación de medias por DMS al 0.05, los tratamientos no mostraron diferencias estadísticamente. Aunque se puede señalar que el T11 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*) obtuvo mayor resultado, con 58.125 gr de peso fresco del tallo de maíz (Cuadro 7 del apéndice). La bacteria aplicada de forma estéril sobresale con mejores resultados que las no estériles, tanto la cepa A como la cepa B.

### **Peso fresco de la raíz de maíz.**

La comparación de medias por DMS al 0.05, indica que existe diferencias significativas entre tratamientos, siendo el mejor el T11 (*B. subtilis*  $6.3 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*) seguido del T2 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  estéril) (Ver Gráfica 3, Cuadro 8 del apéndice). Quien superó al T5 (testigo absoluto sólo agua) con un 70% y un 60% al T14 (testigo sólo *F. oxysporum*) y T23 (testigo sólo *R. solani*.) Esto afirma que la bacteria estéril es tan efectiva para la promoción de desarrollo en maíz, mostrando un alto porcentaje respecto a los testigos para este parámetro. El T16 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*), T5 (testigo solo agua), T25 (*B. subtilis*  $4.5 \times 10^9$  estéril + *R. solani*) mostraron los resultados mas bajos en el peso fresco de la raíz de maíz (Ver Gráfica 3, Cuadro 8 del apéndice). El incremento respecto a los testigos son muy altos, debido a que la bacteria se observa eficaz una vez mas en el desarrollo de maíz.



Gráfica 3. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso fresco de la raíz de maíz.

### **Peso total de la planta de maíz.**

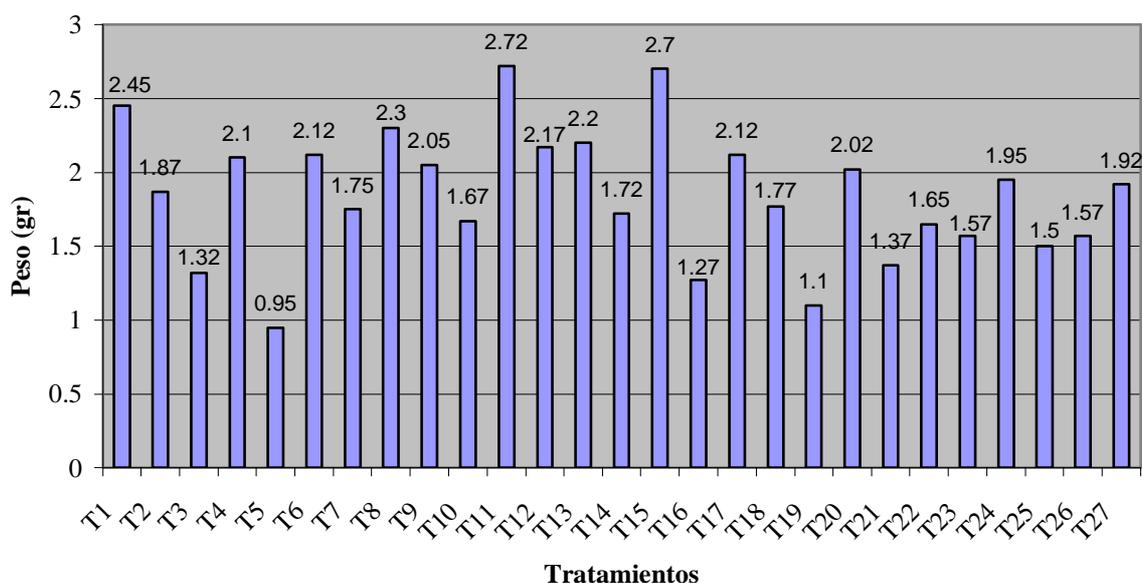
Los resultados obtenidos para este parámetro, no muestran diferencias significativas estadísticamente. Sin embargo, el T11 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*) nuevamente supera a los demás tratamientos con 85.15 gr. en peso total de la planta de maíz (cuadro 9 del apéndice), señalando que la bacteria *B. subtilis* estéril es efectivo, en las concentraciones que se aplique.

### **Peso seco del tallo de maíz.**

La comparación de medias por DMS al 0.05, no muestra diferencias significativas entre tratamientos para este parámetro. Aunque podemos señalar que el T7 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril) tuvo un peso de 625 gr. superando a los demás tratamientos (Ver Cuadro 10 del apéndice). Nuevamente la bacteria estéril se observa con mejores resultados en el desarrollo del tallo de maíz.

### **Peso seco de la raíz de maíz.**

De acuerdo a la comparación de medias por DMS con nivel de significancia al 0.05, los mejores resultados se obtuvieron con el T11 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*) (Ver Gráfica 4, Cuadro 11 del apéndice). Quien superó al T5 (testigo absoluto sólo agua) en un 65 %, con un 42 % al T14 (testigo solo *F. oxysporum*), y un incremento de 36 % respecto al T23 (testigo solo *R. solani*). Nuevamente el T11 quien se le aplicó bacteria esterilizada tuvo mejor resultado. Mientras que los demás tratamientos tuvieron resultados similares ( Gráfica 4, Cuadro 11 del apéndice). Siendo el T5 (testigo absoluto sólo agua) quien tuvo menor respuesta (Cuadro 11 del apéndice).



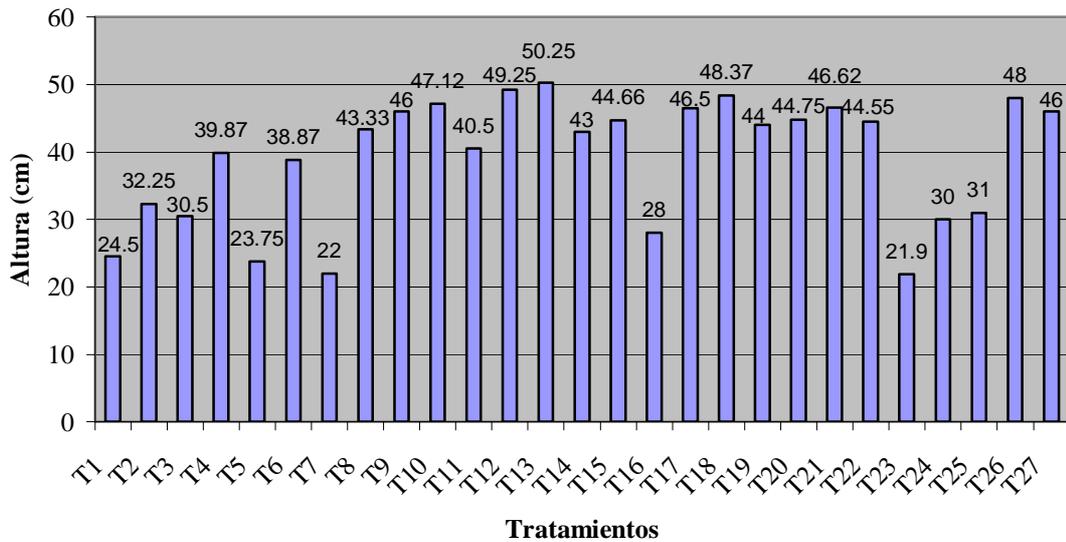
Gráfica 4. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso seco de la raíz de maíz.

### **Peso seco total de maíz.**

Los resultados obtenidos en este parámetro, la comparación de medias por DMS al 0.05, indica que no hay diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos, aunque el T11 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  estéril + *F. oxysporum*) sobresale de los demás teniendo un resultado de 9.75 gr de peso total de materia seca. Sin duda alguna la bacteria estéril ha dado buenos resultados tanto en peso fresco como en la materia seca en el cultivo de maíz promocionando el mejor desarrollo

### **Altura del tallo de tomate.**

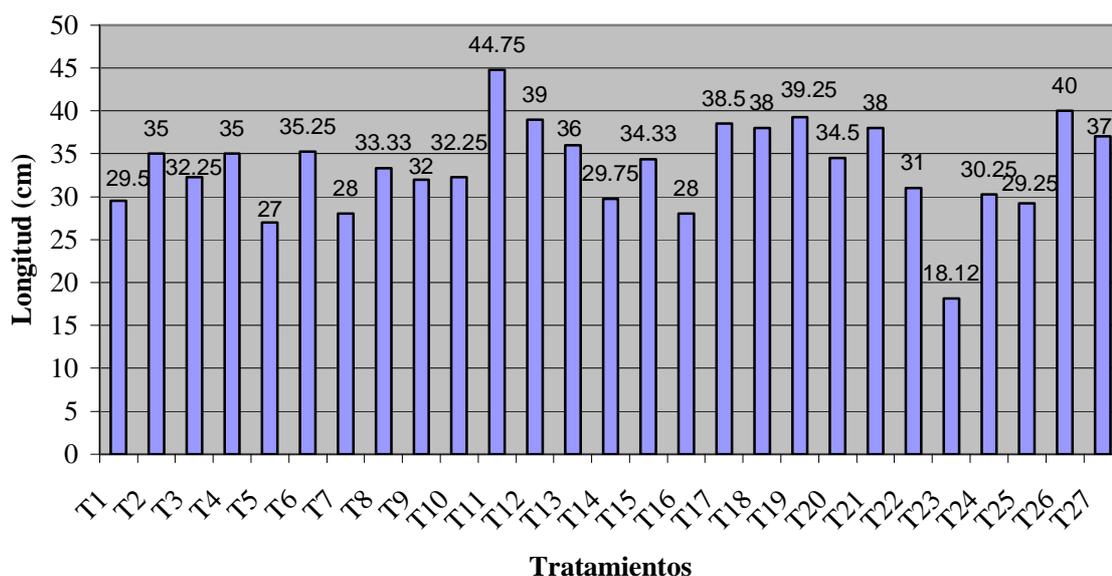
Los mejores resultados obtenidos en la altura de la planta de tomate de acuerdo a la comparación de medias por DMS 0.05, se encontraron en el T13 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^8$  estéril + *F. oxysporum*), (Gráfica 5, Cuadro 13 del apéndice.) Se observa un incremento de 53% en comparación con el T5 (testigo absoluto sólo agua), un 15% con el T14 (testigo + *F. oxysporum*) y un 56% respecto al T23 (testigo + *R. solani*.) Podemos ver que la bacteria promueve el crecimiento del follaje en tomate. Al igual que en maíz, la bacteria estéril sigue siendo eficiente en altas o bajas concentraciones. Por otra parte, el tratamiento 23 (testigo sólo *R. solani*) tuvo menor resultado respecto a los demás (Gráfica 5, Cuadro 13 del apéndice).



Gráfica 5. Comparación de los tratamientos evaluados en la altura del tallo de tomate.

### Longitud de la raíz de tomate.

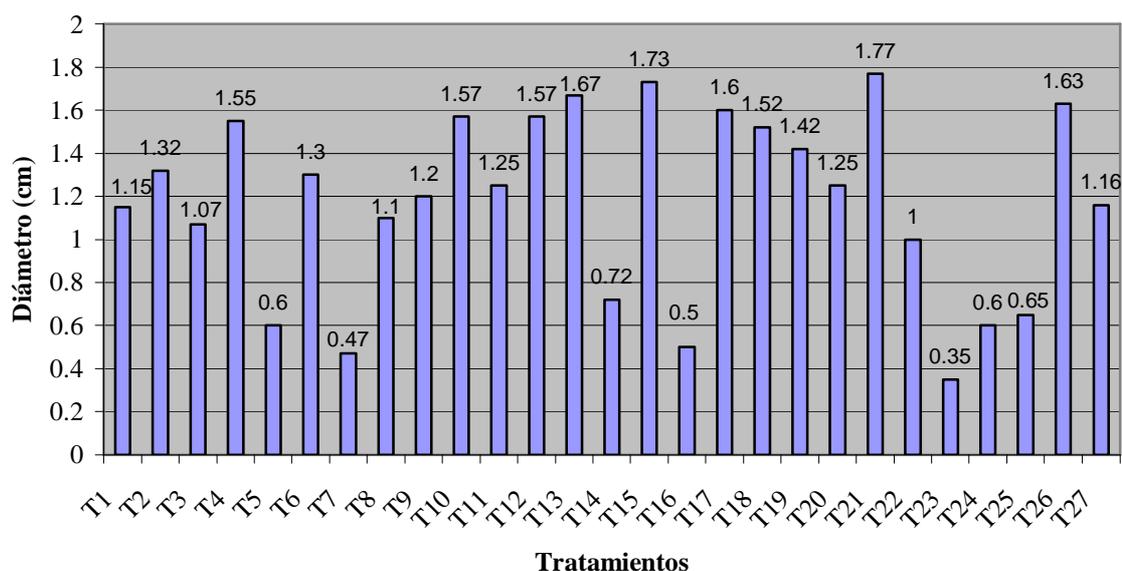
La comparación de medias por DMS al 0.05, indica que el tratamiento 11 (B. subtilis A  $6.3 \times 10^9$  estéril + F. oxysporum) muestra mayor resultado, superando un 40% respecto al T5 (testigo absoluto sólo agua), un 34% respecto al T14 (testigo sólo F. oxysporum) y un 60% más respecto al T23 (testigo sólo R. solani.) Los demás tratamientos se comportaron de manera similar, siendo el T23 (testigo sólo R. solani) seguido del T5 (testigo solo agua) quienes tuvieron menores resultados (Gráfica 6, Cuadro 14 del apéndice). Nuevamente el tratamiento con bacteria estéril es eficiente en este parámetro.



Gráfica 6. Comparación de los tratamientos evaluados en la longitud de la raíz de tomate.

### **Diámetro del tallo de tomate.**

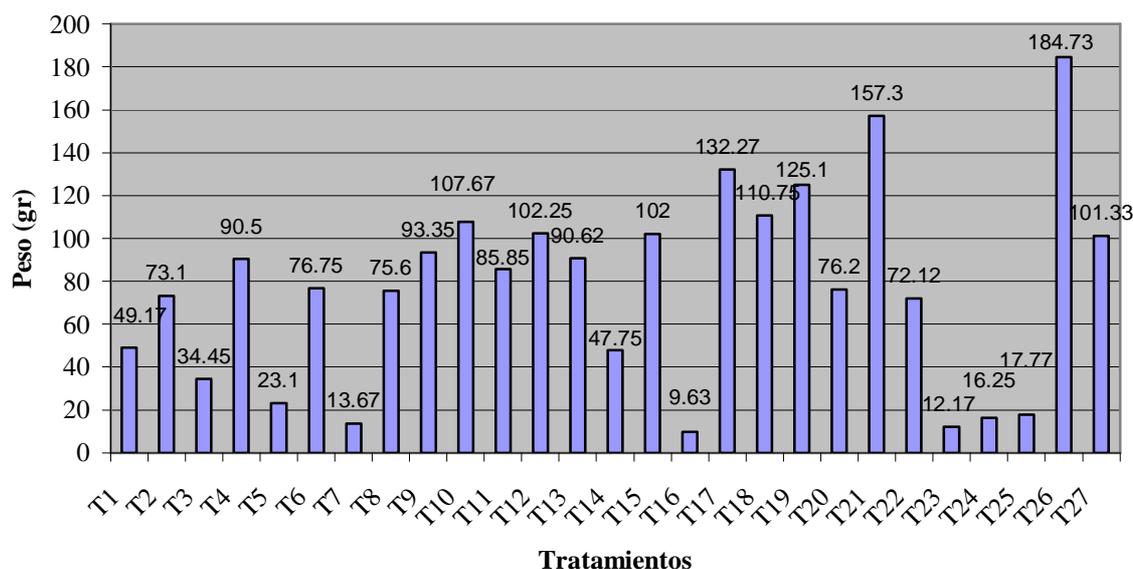
La comparación de medias por DMS al 0.05, en el diámetro del tallo de tomate muestra diferencia entre tratamientos, indicando que el tratamiento 21 (B. subtilis A  $6.3 \times 10^8$  + R. solani) fue estadísticamente superior. Se observó un incremento de 66%, al T5 (testigo absoluto sólo agua), un 60% al T14 (testigo sólo *F. oxysporum*) y un incremento de 80% respecto al T23 (testigo sólo *R. solani*) (gráfica 7, cuadro 15 del apéndice). Mientras que el tratamiento 23 (testigo sólo *R. solani*) seguido del T7 (B. subtilis B  $4.5 \times 10^9$  estèril) mostraron resultados inferiores (Gráfica 7, Cuadro 15).



Gráfica 7. Comparación de los tratamientos evaluados en el diámetro del tallo de tomate.

#### **Peso fresco del tallo de tomate.**

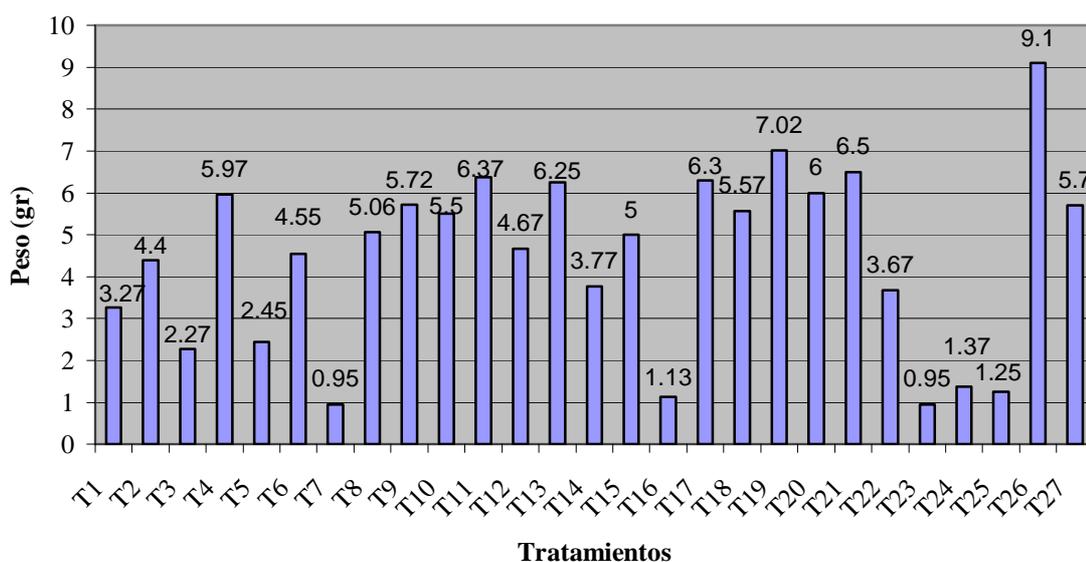
El resultado obtenido en el análisis de varianza y comparación de medias por la prueba DMS al 0.05, indican que hay diferencias entre los tratamientos. Siendo el T26 (*B. subtilis* B  $7.2 \times 10^8$  + *R. solani*) quien tuvo mayor peso, seguido del T21 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^8$  + *R. solani*), T17 (*B. subtilis* B  $7.2 \times 10^8$  + *F. oxysporum*) y T19 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  + *F. oxysporum*) (Gráfica 8, Cuadro 16 del apèndice) superando al T5 4testigo absoluto sólo agua) un 87%, un incremento de 74% al T14 (testigo sólo *F. oxysporum*) y un incremento de 93% respecto al T23 (testigo sólo *R. solani*). Los efectos menos sobresalientes se vieron en los tratamientos 16 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estèril + *F. oxysporum*), 23 (testigo sólo *R. solani*) y 7 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estèril) respectivamente (Gráfica 8, Cuadro 16 del apèndice). Al igual que el parámetro anterior se observa que la bacteria no estèril aplicados en tomate, también muestran resultados eficientes.



Gráfica 8. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso fresco del tallo de tomate.

#### **Peso fresco de la raíz de tomate.**

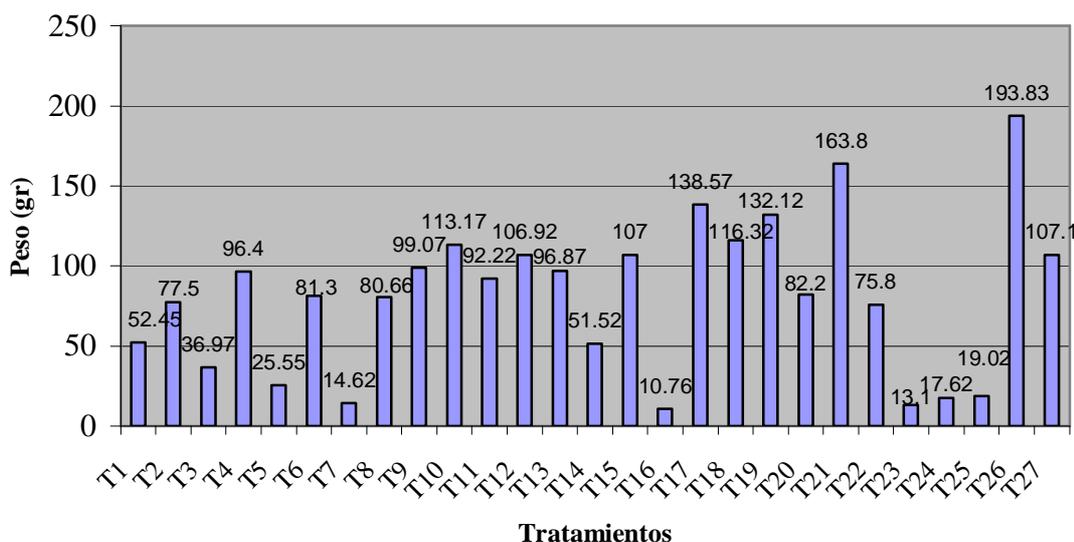
De acuerdo a la comparación de medias por DMS al 0.05, indica que existe diferencias entre tratamientos, siendo el tratamiento 26 (*B. subtilis* B  $7.2 \times 10^8$  + *R. solani*) quien tuvo mayor respuesta ante los demás, tuvo un incremento de 73% respecto al T5 (testigo absoluto sólo agua), un 58% al T14 (testigo sólo *F. oxysporum*) y un incremento de 90% respecto al T23 (testigo sólo *R. solani*). Los tratamientos 23 (testigo sólo *R. solani*) y 7 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril) resultaron con menores efectos para peso fresco de la raíz (Gráfica 9, Cuadro 17 del apéndice). De nuevo para este parámetro el tratamiento con bacteria no estéril mostró mejor resultado.



G rfica 9. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso fresco de la raíz de tomate.

### **Peso total de la planta de tomate.**

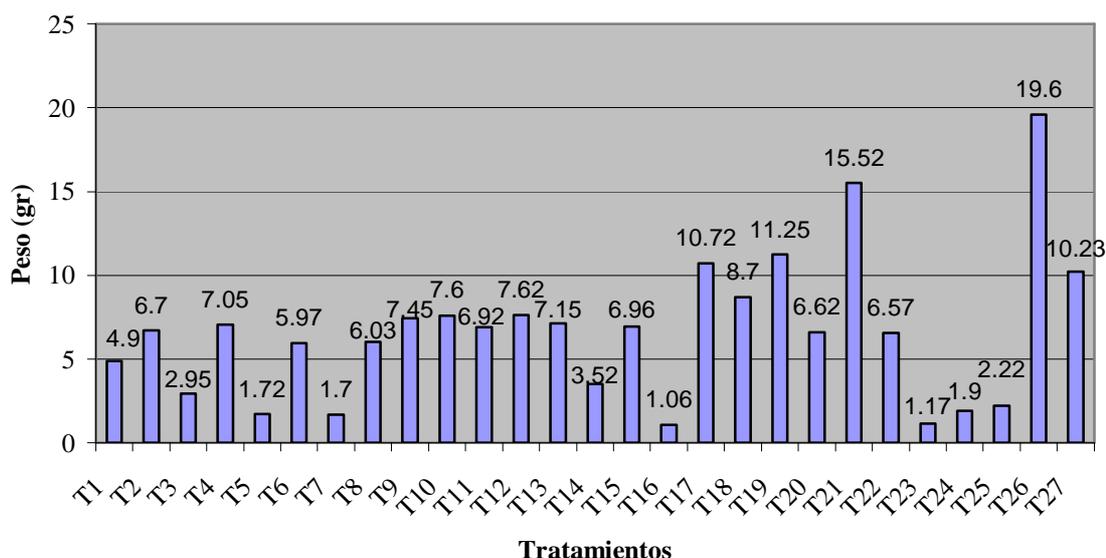
Los resultados obtenidos para este parámetro, muestran que hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 26 (*B. subtilis* B  $7.2 \times 10^8$  + *R. solani*), seguido del 21 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^8$  + *R. solani*), 17 (*B. subtilis* B  $7.2 \times 10^8$  + *F. oxysporum*) y 19 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  + *R. solani*) (Gráfica 10, Cuadro 18 del apndice). Comparado con el T5 (testigo absoluto sólo agua) hubo un incremento de 86%, respecto al T14 (testigo sólo *F. oxysporum*) superó un 73% y un incremento de 93% respecto al T14 (testigo + *R. solani*). Los tratamientos con menores resultados fueron T23 (testigo sólo *R. solani*) y T7 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril) (Ver Gráfica 10, Cuadro 18 del apndice). Nuevamente la bacteria no estéril tuvo un resultado, por lo tanto en tomate la bacteria estéril como la bacteria no estéril son eficaces para promoción de desarrollo.



Gráfica 10. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso total de la planta de tomate.

#### **Peso seco del tallo de tomate.**

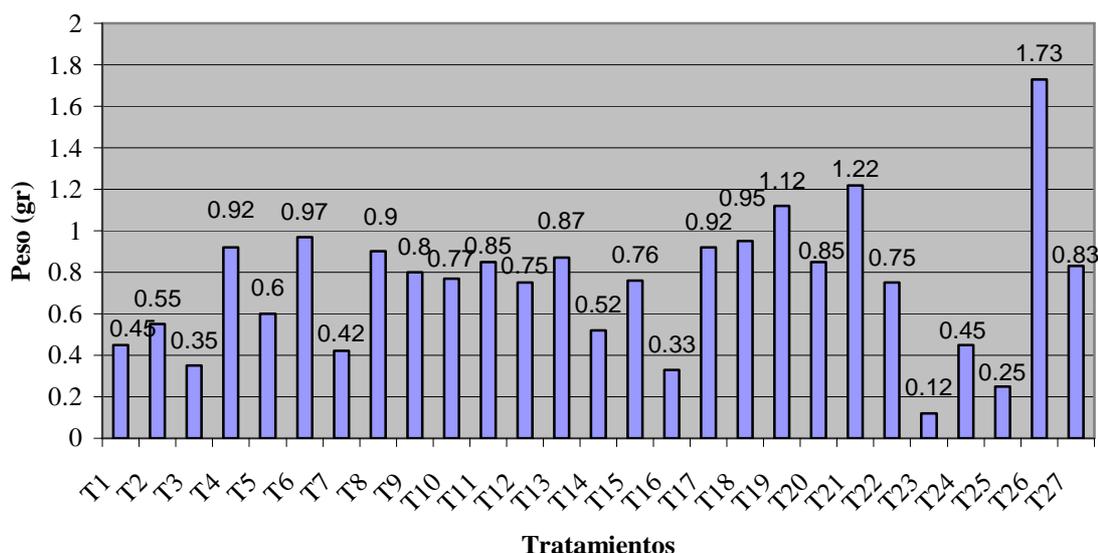
Para este parámetro, la comparación de medias muestra diferencia entre tratamientos, indica que el tratamiento 26 (*B. subtilis* B  $7.2 \times 10^8$  + *R. solani*) fue el mejor al obtener mayor resultado, seguido del T21 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^8$  + *R. solani*) (Gráfica 11, Cuadro 19 del apéndice). Superando al T5 (testigo absoluto sólo agua) un 91%, un 82% al T14 (testigo sólo *F. oxysporum*) y un incremento de 94% respecto al T23 (testigo sólo *R. solani*.) Siendo T16 (*B. subtilis* B  $4.5 \times 10^9$  estéril) y T23 (testigo sólo *R. solani*) quienes tuvieron menor resultado (Cuadro 19). La bacteria esterilizada muestra una vez mas la eficacia aplicados en tomate.



Gráfica 11. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso seco del tallo de tomate.

#### **Peso seco de la raíz de tomate.**

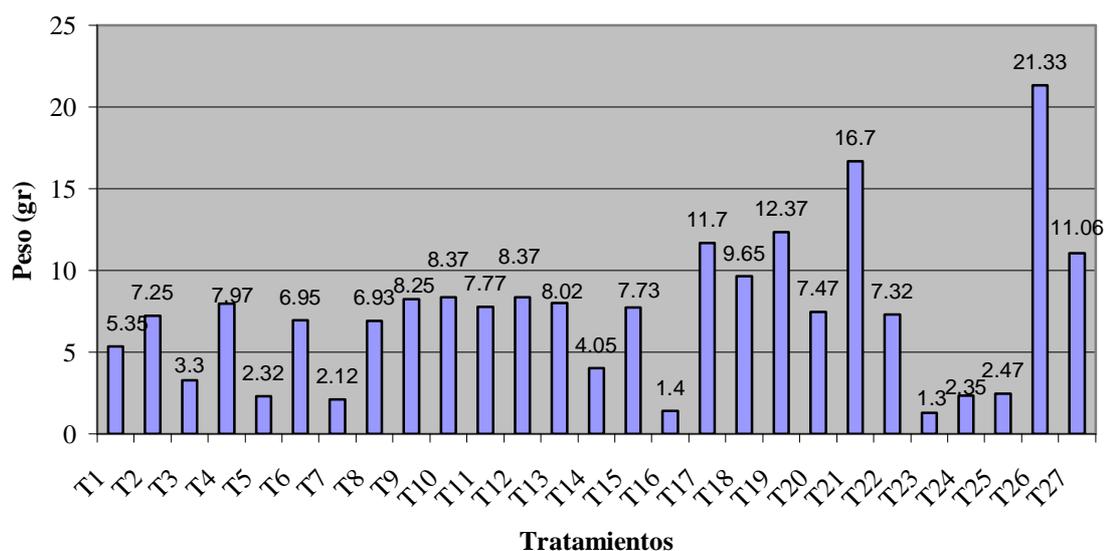
Los resultados obtenidos en la comparación de medias por DMS al 0.05, muestra que existe diferencia entre tratamientos, siendo el T26 (*B. subtilis* B  $7.2 \times 10^8$  + *R. solani*) seguido del T21 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^8$  + *R. solani*) y T19 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^9$  + *R. solani*) (Gráfica 12, Cuadro 20 del apéndice) quienes mostraron mayor respuesta. Incrementando un 65% al T5 (testigo absoluto sólo agua), un 69% al T14 (testigo sólo *F. oxysporum*) y un incremento de 92% respecto al T23 (testigo sólo *R. solani*). Siendo el T23 (Testigo sólo *R. solani*) (Gráfica 12, Cuadro 20 del apéndice) quien tuvo menor respuesta para este parámetro. Como se observó el tratamiento 26 con bacteria no estéril nuevamente mostró mejor resultado.



Gráfica 12. Comparación de los tratamientos evaluados en el peso seco de la raíz de tomate.

### **Peso seco total de tomate.**

Los resultados obtenidos en la comparación de medias, indican que los tratamientos 26 (*B. subtilis* B  $7.2 \times 10^8$  + *R. solani*) y 21 (*B. subtilis* A  $6.3 \times 10^8$  + *R. solani*) tuvieron mayores resultados para esta parámetro. El T26 quien tuvo mayor respuesta superó al T5 (testigo absoluto sólo agua) un 90%, al T14 (testigo sólo *F. oxysporum*) un 81% y un incremento de 93% respecto al T23 (testigo sólo *R. solani*). El tratamiento 23 (testigo sólo *R. solani*) tuvo resultado mas bajo para este variable. (Ver Gráfica 13, Cuadro 21 del apèndice). La bacteria no estéril para el desarrollo del cultivo de tomate resultó ser muy eficiente quien se observó con mas resultados.



Gráfica 13. Comparación de los tratamientos evaluados en peso seco total de tomate.

Debido a la ausencia de los parámetros a evaluar de los hongos fitopatógenos en ambos cultivos, no se hacen los análisis estadísticos. Por lo tanto, no se describirán el comportamiento de éstos en los cultivos de tomate y maíz respectivamente.

## CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los cultivos de tomate y maíz bajo condiciones de invernadero, podemos concluir lo siguiente:

*B. subtilis* es eficiente al ser aplicado directo a la semilla al momento de la siembra, promoviendo el desarrollo de raíz y follaje en tomate y maíz bajo condiciones de invernadero.

*B. subtilis* es eficiente y promueve mejor el desarrollo al ser aplicadas de forma estéril en Maíz.

*B. subtilis* es eficiente y promueve mejor el desarrollo al ser aplicados en forma estéril y directa en tomate

*B. subtilis*, es eficiente al ser aplicadas en altas y bajas concentraciones en forma directa a la semilla.

La cepa A y la cepa B de *B. subtilis* promueven el desarrollo de raíz y follaje en tomate y maíz, bajo condiciones de invernadero.

## CITAS BIBLIOGRÁFICAS.

Agrios, G. 1997. Plant Pathology. Fourth Ed. Ac. Press, New York. Pp: 635.

Alvarado, N. R. 1997. Patogenicidad de tres cepas de *Rhizoctonia* aisladas de maleza, frijol y zanahoria en las variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) Alpha y Mundial. Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México: Pp 5.

Booth, C. 1997. Fusarium. Laboratory Guide to the Identification of the Mayor Species.

Butt T. M., J. G. Harris and K. A. Powell. 1999. Microbial Biopesticides. The European scene In Biopesticides use and Delivery. Ed. F. R. Hill and J. J. Menn. Humana Press, N. J. Pp: 23-44.

Dashti N., F. Zhang, R. Hynes y D.L. Smith. 1997. Plant and Soil pp: 33, 188.

Frank J. A. 1975. The relative importance of tuber-borne *Rhizoctonia* inoculum in comparison to soil-borne inoculum. American Potato Journal Vol 52 pp. 244 (Abstract).

Freitas, J. R; Germida, J. J. 1990. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Canadian Journal of Microbiology\_ 36 (4): 265-272.

Garza, G. j. L. 1996. Fitopatología general. Ed Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp: 513.

Glick, B. R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can . J. Microbiol. 41:109-117.

Gonzales V., y S. Fragoso. 2002.. Citado por Lisboa M. M. A. Tesis licenciatura. Efectividad de *Bacillus subtilis* y de una cepa nativa de *Trichoderma harzianum* Sobre la Incidencia y Severidad de Pudrición Gris (*Botrytis cinerea*) en Vid *vinífera*. Universidad de Talca Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Pp: 30.

Guardiola, S. V. 2004. Tesis Licenciatura. Efectos de productos biológicos y químicos en el desarrollo de algas y hongos fitopatógenos. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Harrison, M. D. 1978. The *Rhizoctonia* disease of potatoes: importance and Control. In Report of the planning conference on the control of important fungal diseases of Potatoes, CIP. Lima. pp 129-150.

Hernández, F. V. M. 2004. Tesis Licenciatura. Efectividad Biológica *in vitro* de Extractos Vegetales para el Control de Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., Mex. pp: 32.

Herrera. C. S. 2005. Control biológico de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y *Fusarium solani* en tomates bajo invernaderos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Hooker W. J. 1978. The *Rhizoctonia* disease of potatoes Description and introductory observations in Michigan. American Potato Journal Vol. 55 pp 55-56.

Jarvis, W. R. and R.A. Shoemaker. 1978. Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. Phytopathology 68:1679-1680.

Kloepper, J. W., Lifshitz, R., Zablotowicz, M. 1989. Freelifving bacterial inocula for enhancing crop productivity. Trends Biotechnology. 7: 39-44.

Kistler, H. C., Alabouvette, C., Baayen, R. P., Bentley, S., Brayford, D., Coddington, A., Corell, J., Daboussi, M. J., Elias, K., Fernández, D., and Woo, S. 1998. Phytopathology. Systematic Numbering of Vegetative Compatibility Groups in The Plant Pathogenic Fungus *Fusarium oxysporum*. January. The American Phytopathological Society. Pp: 30

Mayea, S. S.; Carone, D.M.; Nova, S. R.; Boado, S. I. ; Silveira, P. E.; Soria, A. M.; Morales, G. Y. Valifio, A. A. 1998. Microbiología Agropecuaria Tomo II. Editorial Félix Varelap. Pp: 257-264.

National Academy of Science, 1985.

Randall, C. R. 1993. Potato Health Management. The American Phytopathological Society. USA. Pp: 178.

Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL, versión 2.5. Facultad de Agronomía. Marín, N. L.

Roberts, D. A. 1978. Fundamentos de Patología Vegetal. Acriba. México. Pp:302.

Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. Ed Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp: 347

Schaad, N. W., J. B. Jones y W. Chun. 2001. Plant Patogenic Bacteria. 3ª edición.

Summerell, B. A., J. F. Leslie, D. Backhouse, W.L.L.W. Bryden y Burgess. 2001. *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial Symposium. 1st Ed. APS. Saint Paul, Minnesota.

Zambrano, C. 1981. Comportamiento y control biológico de fitopatógenos causantes de pudriciones radicales en ajonjolí. Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado.

#### **CITAS INTERNET.**

[www.agronomia.uchile.cl/temporalscroll/2004/controlbiologico/index.html](http://www.agronomia.uchile.cl/temporalscroll/2004/controlbiologico/index.html)

[www.bioplaguicidas.org/capacitaciones/resumen/microorganismos/antagonista/.pdf](http://www.bioplaguicidas.org/capacitaciones/resumen/microorganismos/antagonista/.pdf)

[www.bioland.cl/mo-biobac.htm](http://www.bioland.cl/mo-biobac.htm)

[www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd18/texto/enfermedades.htm](http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd18/texto/enfermedades.htm)

[www.iabiotec.com/inoculantes.htm](http://www.iabiotec.com/inoculantes.htm)

<http://phmexico.com.mx/pdfs/catalogos/catalogo00.pdf>

## APÉNDICE.

Cuadro 2. Datos obtenidos de los parámetros evaluados en el cultivo de Maíz.

TRATAM.	LTM (cm)	LRM (cm)	DTM (cm)	PFTM (gr.)	PFRM (gr.)	PTPM (gr.)	PSTM (gr.)	PSRM (gr.)	PSTM*
T1R1	64.0	52.0	2.2	50.6	20.6	71.2	8.5	2.5	11.0
T1R2	62.0	62.0	2.2	51.9	18.6	70.5	6.5	2.7	9.2
T1R3	49.0	57.0	1.3	13.5	9.0	22.5	2.0	1.7	3.7
T1R4	74.0	62.0	2.4	77.0	23.6	100.6	10.1	2.9	13.0
T2R1	63.0	65.0	2.4	63.7	24.8	88.5	8.0	2.0	10.0
T2R2	63.0	49.0	2.5	69.5	33.0	102.5	7.9	2.6	10.5
T2R3	30.0	57.0	1.3	8.0	9.5	17.5	1.0	1.0	2.0
T2R4	63.0	50.0	1.9	41.3	19.4	60.7	4.8	1.9	6.7
T3R1	50.0	40.0	1.2	11.0	64.0	17.5	1.5	0.6	2.1
T3R2	71.0	44.0	2.4	55.0	14.5	69.5	6.2	1.8	8.0
T3R3	58.0	40.0	1.0	13.5	8.0	21.5	1.7	1.0	2.7
T3R4	66.8	45.0	1.8	32.5	17.0	49.5	4.2	1.9	6.1
T4R1	75.8	49.0	2.1	47.5	19.8	67.3	5.8	2.4	8.2
T4R2	83.0	44.0	2.2	64.0	19.0	83.0	7.9	2.4	10.3
T4R3	84.5	40.0	2.3	58.3	22.2	80.5	8.0	2.1	10.1
T4R4	83.1	35.0	2.0	48.0	12.5	60.5	6.1	1.5	7.6
T5R1	79.0	34.0	2.3	64.0	10.0	74.0	8.0	1.8	9.8
T5R2	60.0	28.0	1.1	17.5	5.5	23.0	2.1	0.4	2.5
T5R3	69.4	53.0	1.8	40.4	10.5	50.9	5.8	0.8	6.6
T5R4	65.1	34.0	1.3	20.1	9.0	29.1	2.7	0.8	3.5
T6R1	71.0	50.0	1.7	37.0	10.2	47.2	4.1	1.1	5.2
T6R2	83.5	47.0	1.7	45.6	16.8	62.4	5.5	2.5	8.0
T6R3	72.0	49.0	1.8	34.5	15.0	49.5	4.1	1.4	5.5
T6R4	72.3	53.0	2.2	50.5	26.0	76.5	6.0	3.5	9.5
T7R1	97.5	79.0	2.2	63.2	13.6	76.8	9.7	2.0	11.7
T7R2	91.5	58.0	1.9	49.3	12.0	61.3	7.8	1.8	9.6
T7R3	86.0	45.4	1.7	21.0	5.0	26.0	3.0	1.0	4.0
T7R4	115.5	66.0	2.2	66.7	12.5	79.2	10.0	2.2	12.2
T8R1	50.0	43.0	1.9	30.0	11.5	41.5	3.5	1.4	4.9
T8R2	53.8	49.0	2.3	48.5	23.0	71.5	5.6	2.4	8.0
T8R3	23.2	55.0	1.0	4.5	9.0	13.5	0.5	0.8	1.3
T8R4	76.8	49.0	2.7	88.0	39.0	127.0	10.8	4.6	15.4
T9R1	63.0	47.0	1.8	39.0	12.5	51.5	5.0	1.5	6.5
T9R2	64.8	43.0	1.9	48.5	16.5	65.0	5.6	2.4	8.0
T9R3	61.8	50.0	1.8	39.8	19.0	58.8	5.0	1.5	6.5
T9R4	57.0	37.0	2.0	43.0	21.0	64.0	5.4	2.8	8.2
T10R1	39.0	35.0	1.2	14.0	9.0	23.0	2.2	1.3	3.5
T10R2	50.8	40.0	1.8	26.5	11.0	37.5	3.8	1.6	5.4
T10R3	56.8	49.0	1.7	32.0	10.5	42.5	5.0	2.0	7.0
T10R4	50.8	35.0	1.3	20.0	8.0	28.0	3.2	1.8	5.0
T11R1	70.8	49.0	2.3	75.5	32.0	107.5	9.2	3.3	12.5
T11R2	66.0	49.0	2.4	66.0	20.0	80.0	7.8	2.4	10.2
T11R3	64.0	48.0	2.1	56.5	30.1	86.6	7.0	3.6	10.6
T11R4	53.8	60.0	1.8	34.5	32.0	66.5	4.2	1.6	5.8

T12R1	55.8	49.0	1.2	17.5	8.0	25.5	2.1	2.6	4.7
T12R2	57.0	42.0	1.2	15.0	8.0	23.0	2.1	1.4	3.5
T12R3	75.3	40.0	1.8	41.0	15.0	56.0	6.0	3.0	9.0
T12R4	56.8	45.0	1.2	15.0	9.0	24.0	2.0	1.7	3.7
T13R1	51.0	40.0	1.8	30.0	10.0	40.0	2.0	2.2	4.2
T13R2	68.3	45.0	1.8	30.2	12.0	42.2	4.4	1.8	6.2
T13R3	75.0	53.0	2.0	52.2	13.5	65.7	6.4	2.6	9.0
T13R4	68.0	50.0	1.7	30.0	12.0	42.0	3.5	2.2	5.7
T14R1	65.0	37.0	1.6	35.0	10.4	45.4	5.0	1.5	6.5
T14R2	59.0	35.0	1.2	20.0	10.0	30.0	2.5	2.0	4.5
T14R3	59.0	36.0	1.3	20.0	11.0	31.0	2.4	1.8	4.2
T14R4	65.0	38.0	1.7	25.0	10.0	35.0	3.4	1.6	5.0
T15R1	73.0	39.0	2.0	43.5	18.0	61.5	6.1	2.4	8.5
T15R2	84.0	62.0	2.2	55.0	22.0	77.0	8.0	3.1	11.1
T15R3	77.0	46.0	2.0	50.0	24.0	74.0	7.0	3.3	10.3
T15R4	66.8	42.0	1.9	37.0	15.5	52.5	5.5	2.0	7.5
T16R1	88.0	67.0	1.9	45.0	7.6	52.6	6.7	1.3	8.0
T16R2	93.5	67.0	1.9	39.2	10.3	49.5	6.0	1.7	7.7
T16R3	92.5	57.0	1.7	31.4	6.4	37.8	4.7	1.0	5.7
T16R4	102.0	52.0	2.1	53.9	8.0	61.9	9.4	1.1	10.5
T17R1	44.0	50.0	0.9	12.0	9.0	21.0	3.7	1.7	5.4
T17R2	58.8	53.0	1.8	39.0	14.0	53.0	5.6	2.4	8.0
T17R3	58.8	52.0	1.8	37.0	15.5	52.5	5.6	3.0	8.6
T17R4	38.5	50.0	1.5	22.0	10.0	32.0	2.0	1.4	3.4
T18R1	58.9	45.0	1.7	43.0	13.0	56.0	6.3	1.2	7.5
T18R2	63.7	53.0	1.7	49.0	11.5	60.5	6.5	1.5	8.0
T18R3	53.6	52.0	1.8	41.5	17.0	58.5	5.6	1.9	7.5
T18R4	48.0	54.0	1.8	33.0	18.0	51.0	5.1	2.9	7.6
T19R1	46.0	52.0	1.4	25.0	10.0	35.0	3.5	1.1	4.6
T19R2	51.0	50.0	1.5	24.5	8.0	32.5	3.5	0.7	4.2
T19R3	60.0	64.0	1.7	43.0	11.0	54.0	6.0	1.5	7.5
T20R1	68.8	59.0	2.3	65.0	18.0	83.0	8.5	2.1	10.6
T20R2	63.5	59.0	1.7	37.0	10.0	47.0	5.9	2.1	8.0
T20R3	68.0	61.0	1.9	50.0	19.5	69.5	7.0	2.4	9.4
T20R4	68.9	50.0	1.8	48.5	15.5	64.0	6.1	1.5	7.6
T21R1	83.8	57.0	2.0	59.5	19.5	79.0	7.7	2.8	10.5
T21R2	80.0	47.0	1.7	50.0	12.0	62.0	6.3	1.4	7.7
T21R3	24.0	38.0	0.6	1.6	13.5	5.5	0.9	0.3	1.2
T21R4	49.0	57.0	1.7	15.5	10.0	25.5	2.8	1.0	3.8
T22R1	60.0	48.0	1.6	24.5	12.0	36.5	4.1	1.4	5.5
T22R2	65.8	50.0	1.7	38.5	12.5	51.0	5.6	1.7	7.3
T22R3	86.7	49.0	2.0	64.0	16.3	80.3	9.8	1.9	11.7
T22R4	87.8	48.0	2.0	56.5	13.4	69.9	8.3	1.6	9.9
T23R1	79.0	43.0	2.0	49.5	10.4	59.9	7.8	1.7	9.5
T23R2	65.0	42.0	1.8	35.0	10.0	45.0	5.2	2.2	7.4
T23R3	70.0	43.0	1.8	40.5	10.0	50.5	5.6	1.6	7.2
T23R4	79.0	45.0	1.8	30.0	12.0	42.0	6.0	0.8	6.8
T24R1	76.0	52.0	2.1	65.0	20.0	85.0	9.0	2.1	11.1
T24R2	70.8	52.0	1.5	31.0	12.5	43.5	4.2	1.3	5.5
T24R3	71.0	60.0	2.0	43.5	20.3	63.8	6.5	2.5	9.0
T24R4	62.0	53.0	1.4	23.5	14.0	37.5	3.6	1.9	5.5

T25R1	90.5	65.0	2.1	49.9	8.1	58.0	8.0	1.4	9.4
T25R2	81.5	52.0	1.2	19.0	5.0	24.0	2.5	0.8	3.3
T25R3	90.5	66.0	2.0	40.5	5.0	45.5	6.5	1.0	7.5
T25R4	118.0	85.0	2.3	80.0	17.6	97.6	13.2	2.8	16.0
T26R1	53.0	60.0	1.6	32.0	14.0	46.0	4.0	2.0	6.0
T26R2	50.0	53.0	1.7	34.0	12.5	46.5	4.5	1.5	6.0
T26R3	61.0	55.0	2.0	55.0	13.5	68.5	7.0	1.6	8.6
T26R4	55.8	60.0	1.6	31.5	12.5	44.0	4.2	1.2	5.4
T27R1	43.0	60.0	1.4	23.0	11.5	24.5	3.1	1.4	4.5
T27R2	64.8	53.0	2.0	59.0	20.0	79.0	7.9	2.2	10.1
T27R3	63.0	60.0	2.1	49.0	15.0	64.0	7.9	2.1	10.0
T27R4	53.1	50.0	1.5	29.5	14.5	44.0	4.5	2.0	6.5

LTM = Longitud del tallo de maíz, LRM = Longitud de la raíz de maíz, DTM = Diámetro del tallo de maíz, PFTM = Peso fresco del tallo de maíz, PFRM = Peso fresco de la raíz de maíz, PTPM = Peso total de la planta de maíz, PSTM = Peso seco del tallo de maíz, PSRM = Peso seco de la raíz de maíz, PSTM = Peso seco total de maíz.

Cuadro 3. Datos obtenidos de las variables evaluados en el cultivo de Tomate.

TRATAM.	ATT (cm)	LRT (cm)	DTT (cm)	PFTT (gr.)	PFRT (gr.)	PTPT (gr.)	PSTT (gr.)	PSRT (gr.)	PSTT* (gr.)
T1R1	25.0	30.0	1.3	45.0	2.6	47.6	4.4	0.6	5.0
T1R2	31.5	34.0	1.6	101.5	6.5	108.0	10.0	0.7	10.7
T1R3	28.5	27.0	1.3	48.2	3.5	51.7	4.9	0.3	5.2
T1R4	13.0	27.0	0.4	2.0	0.5	2.5	0.3	0.2	0.5
T2R1	30.0	33.0	1.2	50.0	2.0	52.0	4.6	0.5	5.1
T2R2	22.0	32.0	0.5	7.4	2.6	10.0	0.8	0.2	1.0
T2R3	39.0	41.0	1.8	130.0	7.0	137.0	12.5	1.0	13.5
T2R4	38.0	34.0	1.8	105.0	6.0	111.0	8.9	0.5	9.4
T3R1	35.0	28.0	0.9	29.0	1.6	30.6	2.7	0.5	3.2
T3R2	36.0	33.0	1.7	74.8	5.2	80.0	6.1	0.5	6.6
T3R3	30.0	33.0	1.1	29.0	1.5	31.5	2.5	0.2	2.7
T3R4	21.0	35.0	0.6	5.0	0.8	5.8	0.5	0.2	0.7
T4R1	27.5	32.0	0.7	11.9	2.1	14.0	1.3	0.2	1.5
T4R2	42.0	35.0	1.9	125.3	8.0	133.0	10.0	1.2	11.2
T4R3	43.0	34.0	1.9	170.0	10.8	180.8	13.2	1.5	14.7
T4R4	47.0	39.0	1.7	54.8	3.0	57.8	3.7	0.8	4.5
T5R1	39.0	26.0	0.7	42.5	1.5	44.0	3.0	0.7	3.7
T5R2	27.0	25.0	0.6	39.0	7.0	46.0	3.5	1.2	4.7
T5R3	21.0	35.0	0.7	9.5	0.8	10.3	0.3	0.4	0.7
T5R4	8.0	22.0	0.4	1.4	0.5	1.9	0.1	0.1	0.2
T6R1	42.0	25.0	1.6	65.0	4.5	69.5	4.0	1.0	5.0
T6R2	43.5	35.0	1.4	67.6	3.5	71.1	4.5	1.0	5.5
T6R3	28.0	35.0	0.4	3.3	0.2	3.5	14.7	1.6	16.3
T6R4	42.0	46.0	1.8	171.1	10.0	181.1	0.7	0.3	1.0
T7R1	19.0	26.0	0.3	4.2	0.3	4.5	0.6	0.4	1.0
T7R2	18.0	31.0	0.2	1.8	0.2	2.0	0.4	0.2	0.6

T7R3	39.0	39.0	1.1	48.0	3.0	51.0	5.4	0.9	6.3
T7R4	12.0	16.0	0.3	0.7	0.3	1.0	0.4	0.2	0.6
T8R1	44.0	33.0	1.4	130.0	8.0	138.0	10.5	1.5	12.0
T8R2	36.0	35.0	1.1	54.0	5.5	59.5	4.8	0.8	5.6
T8R3	50.0	32.0	0.8	48.8	1.7	44.5	2.8	0.4	3.2
T9R1	54.0	30.0	1.3	112.2	6.4	118.6	8.1	0.8	8.9
T9R2	39.0	28.0	0.8	23.3	4.2	7.5	1.4	0.4	1.8
T9R3	44.0	30.0	0.8	50.2	3.1	53.3	3.8	0.5	4.3
T9R4	47.0	40.0	1.9	187.7	9.2	196.9	16.5	1.5	18.0
T10R1	44.5	30.0	1.2	63.8	5.0	68.8	4.8	0.4	5.2
T10R2	52.0	37.0	1.8	90.8	5.3	96.1	6.5	0.5	7.0
T10R3	43.0	30.0	2.0	202.3	7.7	210.0	14.1	1.6	15.7
T10R4	49.0	32.0	1.3	73.8	4.0	77.8	5.0	0.6	5.6
T11R1	29.0	33.0	0.6	11.4	2.2	13.6	0.5	0.2	0.7
T11R2	36.0	40.0	1.5	102.5	7.5	110.0	8.5	1.1	9.6
T11R3	45.0	53.0	1.5	109.0	9.5	118.5	9.7	1.0	10.7
T11R4	52.0	53.0	1.4	120.5	6.3	126.8	9.0	1.1	10.1
T12R1	53.0	40.0	1.5	93.5	3.2	96.7	6.0	0.5	6.5
T12R2	53.0	40.0	1.8	135.5	7.0	142.5	9.9	0.6	10.5
T12R3	50.0	32.0	1.5	93.5	3.5	97.0	7.1	0.9	8.0
T12R4	41.0	44.0	1.5	86.5	5.0	91.5	7.5	1.0	8.5
T13R1	43.0	40.0	1.7	37.0	4.5	41.5	4.3	0.7	5.0
T13R2	52.0	32.0	1.8	120.0	7.0	127.0	9.0	1.0	10.0
T13R3	54.0	37.0	1.6	101.5	7.5	109.0	7.8	1.2	9.0
T13R4	52.0	35.0	1.6	104.0	6.0	110.0	7.5	0.6	8.1
T14R1	43.0	32.0	0.9	100.0	5.0	105.0	7.9	0.6	8.5
T14R2	42.0	28.0	0.6	30.0	2.0	32.0	1.6	0.4	2.0
T14R3	42.0	28.0	0.5	30.0	2.1	32.1	1.6	0.5	2.1
T14R4	45.0	31.0	0.9	31.0	6.0	37.0	3.0	0.6	3.6
T15R1	49.0	33.0	1.8	143.0	6.5	149.5	10.3	0.7	11.0
T15R2	45.0	35.0	1.7	68.0	3.5	71.5	3.6	0.6	4.2
T15R3	40.0	35.0	1.7	95.0	5.0	100.0	7.0	1.0	8.0
T16R1	24.0	28.0	0.4	7.5	1.5	9.0	0.7	0.4	1.1
T16R2	28.0	20.0	0.6	11.5	1.3	12.8	1.4	0.3	1.7
T16R3	32.0	36.0	0.5	9.9	0.6	10.5	1.1	0.3	1.4
T17R1	52.5	36.0	1.6	131.6	5.4	137.0	9.8	0.9	10.9
T17R2	40.0	34.0	1.3	61.5	4.5	66.0	5.0	0.7	5.7
T17R3	44.5	49.0	1.5	110.0	6.6	116.6	9.7	0.8	10.5
T17R4	49.0	35.0	2.0	226.0	8.7	234.7	18.4	1.3	19.7
T18R1	49.0	40.0	1.5	70.5	3.5	74.0	4.5	0.5	5.0
T18R2	53.0	37.0	1.6	157.0	8.0	165.0	9.0	1.0	10.0
T18R3	47.0	37.0	1.6	116.5	5.3	121.8	12.4	1.1	13.5
T18R4	44.5	38.0	1.4	99.0	5.5	104.5	8.9	1.2	10.1
T19R1	43.0	35.0	1.1	41.0	2.5	43.5	3.0	0.5	3.5
T19R2	47.0	49.0	1.7	169.2	9.3	178.5	15.1	1.4	16.5
T19R3	50.0	37.0	1.2	67.2	3.8	71.0	5.5	0.7	6.2
T19R4	36.0	36.0	1.7	223.0	12.5	235.5	21.4	1.9	23.3
T20R1	41.0	36.0	1.4	69.0	3.0	72.0	2.9	0.3	3.2
T20R2	43.0	33.0	1.3	79.5	6.5	86.0	7.6	1.4	9.0
T20R3	40.0	29.0	0.9	33.5	4.5	38.0	5.0	0.5	5.5
T20R4	55.0	40.0	1.4	122.8	10.0	132.8	11.0	1.2	12.2

T21R1	40.0	39.0	1.8	168.5	6.6	175.1	14.3	1.0	15.3
T21R2	47.0	34.0	1.5	108.7	4.3	113.0	8.9	1.0	9.9
T21R3	49.5	35.0	1.8	129.5	3.0	132.5	11.7	0.6	12.3
T21R4	50.0	44.0	2.0	222.5	12.1	234.6	27.2	2.3	29.5
T22R1	43.0	37.0	1.5	12.5	6.7	135.2	13.0	1.6	14.6
T22R2	52.2	30.0	1.2	125.0	4.5	129.5	10.7	0.8	11.5
T22R3	37.0	30.0	0.5	7.5	1.0	8.5	0.4	0.2	0.6
T22R4	46.0	27.0	0.8	27.5	2.5	30.0	2.2	0.4	2.6
T23R1	32.0	21.0	0.3	8.5	0.9	9.4	0.4	0.1	0.5
T23R2	1.6	0.5	0.1	0.5	0.5	0.1	0.2	0.1	0.3
T23R3	36.0	29.0	0.6	37.5	2.0	39.5	4.0	0.3	4.3
T23R4	18.0	22.0	0.3	2.2	0.8	3.0	0.09	0.01	0.1
T24R1	38.0	37.0	0.7	19.2	2.3	21.5	2.4	0.3	2.7
T24R2	18.0	25.0	0.3	3.5	0.5	4.0	0.7	0.3	1.0
T24R3	40.0	31.0	1.0	37.8	22	4.0	4.1	1.0	5.1
T24R4	24.0	28.0	0.4	4.5	0.5	5.0	0.4	0.2	0.6
T25R1	29.0	32.0	0.5	7.6	0.7	8.3	1.0	0.3	1.3
T25R2	20.0	23.0	0.3	2.0	1.0	3.0	0.4	0.1	0.5
T25R3	30.0	25.0	0.7	14.7	1.1	15.8	1.8	0.2	2.0
T25R4	45.0	37.0	1.1	46.8	2.2	49.0	5.7	0.4	6.1
T26R1	50.0	33.0	1.5	146.5	6.0	152.5	13.0	1.5	14.5
T26R2	47.0	43.0	1.6	193.5	11.0	204.5	24.0	2.0	26.0
T26R3	47.0	44.0	1.8	214.2	10.3	224.5	21.8	1.7	23.5
T27R1	49.0	42.0	1.4	147.6	6.7	154.3	14.5	1.0	15.5
T27R2	46.0	32.0	0.7	27.4	2.6	30.0	3.0	0.2	3.2
T27R3	43.0	37.0	1.4	129.0	8.0	137.0	13.2	1.3	14.5

ATT = Altura del tallo de tomate, LRT = Longitud de la raíz de tomate, DTT = Diámetro del tallo de tomate, PFTT = Peso fresco del tallo de tomate, PFRT = Peso fresco de la raíz de tomate, PTPT = Peso total de la planta de tomate, PSTT = Peso seco del tallo de tomate, PSRT = Peso seco de la raíz de tomate, PSTT = Peso seco total del tomate.

Cuadro 4. Análisis de varianza de la longitud de la planta de maíz (LTM).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	18708.718750	719.566101	5.8448	0.000
ERROR	80	9848.937500	123.111717		
TOTAL	106	28557.656250			

C.V. = 16.67 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
7	97.625	A
25	95.125	AB
16	94.000	AB

4	81.600	BC
15	75.200	CD
22	75.075	CD
6	74.700	CD
23	73.250	CDE
24	69.950	CDEF
5	68.375	CDEFG
20	67.300	CDEFG
13	65.575	DEFGH
11	63.650	DEFGHI
1	62.250	DEFGHI
14	62.000	DEFGHI
9	61.650	DEFGHI
3	61.450	DEFGHI
12	61.225	DEFGHI
21	59.200	EFGHI
18	56.050	FGHI
27	55.975	FGHI
26	54.950	FGHI
2	54.750	FGHI
19	52.333	GHI
8	50.950	HI
17	50.025	HI
10	49.350	I

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 5. Análisis de varianza de la longitud de raíz de maíz (LRM).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	6127.406250	235.669464	5.2764	0.000
ERROR	80	3573.187500	44.664845		
TOTAL	106	9700.593750			

C.V. = 13.31 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media	
25	67.000	A
7	62.100	AB
16	60.750	ABC
1	58.250	ABCD
20	57.250	BCDE
26	57.000	BCDE
27	55.750	BCDEF
19	55.333	BCDEF
2	55.250	BCDEF
24	54.250	BCDEF
11	51.500	CDEFG

17	51.250	DEFGH
18	51.000	DEFGH
6	49.750	DEFGH
21	49.750	DEFGH
8	49.000	DEFGHI
22	48.750	EFGHI
15	47.250	FGHI
13	47.000	FGHI
9	44.250	GHIJ
12	44.000	GHIJ
23	43.250	GHIJ
3	42.250	GHIJ
4	42.000	HIJ
10	39.750	IJ
5	37.250	J
14	36.500	J

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 6. Análisis de varianza del diámetro del tallo de maíz (DTM).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	4.980652	0.191564	1.4676	0.099
ERROR	80	10.442047	0.130526		
TOTAL	106	15.422699			

C.V. = 20.15 %

Trat.	Media
1	2.025
2	2.025
3	1.600
4	2.125
5	1.625
6	1.850
7	2.000
8	1.975
9	1.875
10	1.500
11	2.150
12	1.350
13	1.825
14	1.450
15	2.025
16	1.900
17	1.500
18	1.750
19	1.533
20	1.925

21	1.500
22	1.825
23	1.850
24	1.755
25	1.900
26	1.725
27	1.750

Cuadro 7. Análisis de varianza del peso fresco de tallo de maíz (PFTM).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	9211.890625	354.303497	1.1898	0.273
ERROR	80	23823.328125	297.791595		
TOTAL	106	33035.218750			

C.V. = 43.27 %

Trat.	Media.
1	48.250
2	45.625
3	28.000
4	54.450
5	35.500
6	41.900
7	50.049
8	42.750
9	42.575
10	23.125
11	58.125
12	22.125
13	35.599
14	25.000
15	46.375
16	42.375
17	27.500
18	41.625
19	30.833
20	50.125
21	31.650
22	45.875
23	38.750
24	40.750
25	47.349
26	38.125
27	40.125

Cuadro 8. Análisis de varianza del peso fresco de la raíz de maíz (PFRM)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	2437.027344	93.731819	3.7755	0.000
ERROR	80	1986.089844	24.826122		
TOTAL	106	4423.117188			

C.V. = 34.93 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
11	28.525	A
2	21.675	AB
8	20.625	B
15	19.875	BC
4	18.375	BCD
1	17.950	BCDE
9	17.250	BCDEF
6	17.000	BCDEF
24	16.700	BCDEFG
20	15.750	BCDEFGH
27	15.250	BCDEFGHI
18	14.875	BCDEFGHIJ
22	13.550	CDEFGHIJ
26	13.125	CDEFGHIJ
17	12.125	DEFGHIJ
13	11.875	DEFGHIJ
3	11.475	DEFGHIJ
21	11.250	EFGHIJ
7	10.775	FGHIJ
23	10.600	FGHIJ
14	10.350	FGHIJ
12	10.000	GHIJ
19	9.666	GHIJ
10	9.625	HIJ
25	8.925	HIJ
5	8.750	IJ
16	8.075	J

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 9. Análisis de varianza del peso total de la planta de maíz (PTPM).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	17288.250000	664.932678	1.4521	0.105
ERROR	80	36633.468750	457.918365		
TOTAL	106	53921.718750			

C.V. = 39.63 %

Trat.	Media
1	66.199
2	67.300
3	39.500
4	72.824
5	44.250
6	58.900
7	60.825
8	63.375
9	59.825
10	32.750
11	85.150
12	32.125
13	47.474
14	35.349
15	66.250
16	50.449
17	39.625
18	56.500
19	40.500
20	65.870
21	42.900
22	59.425
23	49.349
24	57.450
25	56.275
26	51.250
27	52.875

Cuadro 10. Análisis de varianza del peso seco del tallo de maíz (PSTM).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	204.592529	7.868943	1.4695	0.098
ERROR	80	428.377441	5.354718		
TOTAL	106	632.969971			

C.V. = 42.07 %

Trat.	Media
1	6.775
2	5.425
3	3.400
4	6.950
5	4.650
6	4.925
7	7.625
8	5.100
9	5.250
10	3.550
11	7.050
12	3.050
13	4.075
14	3.325
15	6.650
16	7.450
17	4.225
18	5.875
19	4.333
20	6.875
21	4.425
22	6.950
23	6.150
24	5.825
25	7.550
26	4.925
27	5.850

Cuadro 11. Análisis de varianza del peso seco de la raíz de maíz. (PSRM).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	20.068298	0.771858	1.6728	0.042
ERROR	80	36.912506	0.461406		
TOTAL	106	56.980804			

C.V. = 36.56 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
11	2.725	A
15	2.700	AB
1	2.450	ABC
8	2.300	ABCD
13	2.200	ABCDE
12	2.175	ABCDE
6	2.125	ABCDEF
17	2.125	ABCDEF
4	2.100	ABCDEF

9	2.050	ABCDEF
20	2.025	ABCDEF
24	1.950	ABCDEF
27	1.925	ABCDEF
2	1.875	ABCDEFG
18	1.775	ABCDEFG
7	1.750	BCDEFG
14	1.725	CDEFG
10	1.675	CDEFG
22	1.650	CDEFG
26	1.575	CDEFG
23	1.575	CDEFG
25	1.500	CDEFG
21	1.375	DEFG
3	1.325	EFG
16	1.275	EFG
19	1.100	FG
5	0.950	G

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 12. Análisis de varianza del peso seco total de maíz (PSTM\*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	257.847656	9.917217	1.2002	0.264
ERROR	80	661.030273	8.262878		
TOTAL	106	918.877930			

C.V. = 39.37 %.

Trat.	Media
1	9.225
2	7.300
3	4.725
4	9.050
5	5.600
6	7.050
7	9.375
8	7.400
9	7.300
10	5.225
11	9.750
12	5.225
13	6.275
14	4.300
15	9.350
16	7.975
17	6.350
18	7.650

19	5.433
20	8.900
21	5.800
22	8.600
23	7.724
24	7.775
25	9.050
26	6.500
27	7.775

Cuadro 13. Análisis de varianza de la altura de la planta de tomate (APT).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	8680.859375	333.879211	5.4898	0.000
ERROR	76	4622.171875	60.818050		
TOTAL	102	13303.031250			

C.V. = 20.02 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
13	50.250	A
12	49.250	AB
18	48.375	AB
26	48.000	AB
10	47.125	AB
21	46.625	AB
17	46.500	AB
9	46.000	AB
27	46.000	AB
20	44.750	AB
15	44.666	AB
22	44.550	AB
19	44.000	AB
8	43.333	ABC
14	43.000	ABC
11	40.500	ABCD
4	39.875	ABCD
6	38.875	BCDE
2	32.250	CDEF
25	31.000	DEF
3	30.500	DEF
24	30.000	DEF
16	28.000	EF
1	24.500	F
5	23.750	F
7	22.000	F

23            21.900            F  
 Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 14. Análisis de varianza de la longitud de raíz de tomate (LRT).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	2853.945313	109.767128	3.1498	0.000
ERROR	76	2648.515625	34.848888		
TOTAL	102	5502.460938			

C.V. = 17.63 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
11	44.750	A
26	40.000	AB
19	39.250	ABC
12	39.000	ABC
17	38.500	ABCD
21	38.000	ABCDE
18	38.000	ABCDE
27	37.000	ABCDEF
13	36.000	BCDEFG
6	35.250	BCDEFGH
2	35.000	BCDEFGH
4	35.000	BCDEFGH
20	34.500	BCDEFGH
15	34.333	BCDEFGH
8	33.333	BCDEFGH
10	32.250	BCDEFGH
3	32.250	BCDEFGH
9	32.000	BCDEFGH
22	31.000	CDEFGH
24	30.250	DEFGH
14	29.750	EFGH
1	29.500	FGH
25	29.250	FGH
7	28.000	GH
16	28.000	GH
5	27.000	H
23	18.125	I

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 15. Análisis de varianza del diámetro del tallo de tomate (DTT).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	18.299362	0.703822	5.2467	0.000
ERROR	76	10.195038	0.134145		
TOTAL	102	28.494400			

C.V. = 31.18 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
21	1.775	A
15	1.733	AB
13	1.675	AB
26	1.633	ABC
17	1.600	ABC
12	1.575	ABCD
10	1.575	ABCD
4	1.550	ABCD
18	1.525	ABCD
19	1.425	ABCDE
2	1.325	ABCDE
6	1.300	ABCDE
11	1.250	BCDE
20	1.250	BCDE
9	1.200	BCDEF
27	1.166	BCDEFG
1	1.150	CDEFG
8	1.100	CDEFGH
3	1.075	DEFGH
22	1.000	EFGHI
14	0.725	FGHIJ
25	0.650	GHIJ
24	0.600	HIJ
5	0.600	HIJ
16	0.500	IJ
7	0.475	J
23	0.350	J.

Cuadro 16. Análisis de varianza del peso fresco del tallo de tomate (PFTT).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	200207.062500	7700.271484	3.2692	0.000
ERROR	76	179012.625000	2355.429199		
TOTAL	102	379219.687500			

C.V. = 63.66 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
26	184.733	A
21	157.300	AB
17	132.275	ABC
19	125.100	ABC
18	110.750	BCD
10	107.675	BCD
12	102.250	BCDE
15	102.000	BCDE
27	101.333	BCDE
9	93.350	BCDE
13	90.625	BCDEF
4	90.500	BCDEF
11	85.850	CDEFG
6	76.750	CDEFGH
20	76.200	CDEFGH
8	75.600	CDEFGH
2	73.100	CDEFGH
22	72.125	CDEFGH
1	49.175	DEFGH
14	47.750	DEFGH
3	34.450	EFGH
5	23.100	FGH
25	17.775	GH
24	16.250	H
7	13.675	H
23	12.175	H
16	9.633	H

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 17. Análisis de varianza del peso fresco de la raíz de tomate (PFRT).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	446.508179	17.173391	2.5587	0.001
ERROR	76	510.102295	6.711872		
TOTAL	102	956.610474			

C.V. = 58.33 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media	
26	9.100	A
19	7.025	AB
21	6.500	ABC
11	6.375	ABC
17	6.300	ABC
13	6.250	ABC
20	6.000	ABCD
4	5.975	ABCDE
27	5.766	ABCDE
9	5.725	ABCDE
18	5.575	ABCDE
10	5.500	ABCDE
8	5.066	ABCDEF
15	5.000	ABCDEF
12	4.675	BCDEF
6	4.550	BCDEFG
2	4.400	BCDEFG
14	3.775	BCDEFG
22	3.675	BCDEFG
1	3.275	CDEFG
5	2.450	DEFG
3	2.275	EFG
24	1.375	FG
25	1.250	FG
16	1.133	FG
7	0.950	G
23	0.950	G

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 18. Análisis de varianza del peso total de la planta de tomate (PTPT)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	218224.187500	8393.238281	3.2514	0.000
ERROR	76	196187.062500	2581.408691		
TOTAL	102	414411.250000			

C.V. = 62.97 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
26	193.833	A
21	163.800	AB
17	138.575	ABC
19	132.125	ABC
18	116.325	BCD
10	113.175	BCD
27	107.100	BCDE
15	107.000	BCDE
12	106.925	BCDE
9	99.075	BCDE
13	96.875	BCDE
4	96.400	BCDEF
11	92.225	CDEF
20	82.200	CDEFG
6	81.300	CDEFG
8	80.666	CDEFG
2	77.500	CDEFG
22	75.800	CDEFG
1	52.450	DEFG
14	51.525	DEFG
3	36.975	EFG
5	25.550	FG
25	19.025	G
24	17.625	G
7	14.625	G
23	13.100	G
16	10.766	G

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 19. Análisis de varianza del peso seco del tallo de tomate (PSTT).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	1722.135742	66.235992	3.1585	0.000
ERROR	76	1593.781738	20.970812		
TOTAL	102	3315.917480			

C.V. = 69.82 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
26	19.600	A
21	15.525	AB
19	11.250	BC
17	10.725	BC
27	10.233	BCD
18	8.700	CDE
12	7.625	CDEF
10	7.600	CDEFG
9	7.450	CDEFG
13	7.150	CDEFG
4	7.050	CDEFG
15	6.966	CDEFG
11	6.925	CDEFG
2	6.700	CDEFG
20	6.625	CDEFG
22	6.575	CDEFG
8	6.033	CDEFG
6	5.975	CDEFG
1	4.900	CDEFG
14	3.525	DEFG
3	2.950	EFG
25	2.225	FG
24	1.900	FG
5	1.725	FG
7	1.700	FG
23	1.172	G
16	1.066	G

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 20. Análisis de varianza del peso seco de la raíz de tomate (PSRT).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	10.500332	0.403859	2.2873	0.003
ERROR	76	13.419250	0.176569		
TOTAL	102	23.919582			

C.V. = 57.17 %.

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
26	1.733	A
21	1.225	AB
19	1.125	ABC
6	0.975	BCD
18	0.950	BCD
4	0.925	BCDE
17	0.925	BCDE
8	0.900	BCDE
13	0.875	BCDE
11	0.850	BCDE
20	0.850	BCDE
27	0.833	BCDEF
9	0.800	BCDEF
10	0.775	BCDEF
15	0.766	BCDEF
22	0.750	BCDEF
12	0.750	BCDEF
5	0.600	CDEFG
2	0.550	CDEFG
14	0.525	DEFG
24	0.450	DEFG
1	0.450	DEFG
7	0.425	DEFG
3	0.350	EFG
16	0.333	EFG
25	0.250	FG
23	0.127	G

Nivel de significancia: 0.05

Cuadro 21. Análisis de varianza del peso seco total de tomate (PSTT\*).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	26	1975.779297	75.991508	3.1127	0.000
ERROR	76	1855.397461	24.413124		
TOTAL	102	3831.176758			

C.V. = 67.74 %

Comparación de medias (DMS).

Trat.	Media.	
26	21.333	A
21	16.700	AB
19	12.375	BC
17	11.700	BCD
27	11.066	BCDE
18	9.650	CDEF
10	8.375	CDEFG
12	8.375	CDEFG
9	8.250	CDEFG
13	8.025	CDEFGH
4	7.975	CDEFGH
11	7.775	CDEFGH
15	7.733	CDEFGH
20	7.475	CDEFGH
22	7.325	CDEFGH
2	7.250	CDEFGH
6	6.950	CDEFGH
8	6.933	CDEFGH
1	5.350	DEFGH
14	4.050	EFGH
3	3.300	FGH
25	2.475	GH
24	2.350	GH
5	2.325	GH
7	2.125	GH
16	1.400	GH
23	1.300	H

Nivel de significancia: 0.05