

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**EL Bacillus subtilis INMOVILIZADO EN ESPUMAS HIDROFÍLICAS INDUCE
TOLERANCIA AL NaCl EN TOMATE Y LECHUGA**

POR:

MARCOS GONZÁLEZ CASTRO

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

M.C. Alberto Sandoval Rangel

ASESOR PRINCIPAL

SINODAL

Dr. Alberto Flores Olivas

L.C.Q. Gabriela Padrón Gamboa

SINODAL

ASESOR EXTERNO

M.C. Leopoldo Arce González

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Febrero del 2003

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida profesional, por todas sus bondades, por que día a día mi alma se llene de gozo y bondad, para poder enseñar lo que aprendí sin recelo; por ser tú el amigo incondicional que nunca me abandona y que sin ti nada tendría razón de ser.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: Mi **Alma Mater** con un eterno agradecimiento por los conocimientos que de ella recibí para formarme como profesionista y como hombre.

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza: Por su ayuda en la realización, escritura y presentación de este trabajo de tesis.

Al Dr. Alberto Flores Olivas: Por su apoyo en la realización y revisión de este trabajo.

Al M.C. Alberto Sandoval Rangel: Por asistencia en la revisión de esta tesis.

A la L.C.Q. Gabriela Padrón Gamboa: Un especial agradecimiento a Gaby, por su gran ayuda en la revisión, realización y escritura de mi tesis.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada (**CIQA**) por el apoyo técnico y de infraestructura otorgado para la realización de esta investigación.

A todos mis maestros, que de alguna u otra forma intervinieron en mi formación profesional. En especial a los del Departamento de Horticultura.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Sr. Marcos González Pérez

Sra. María Auxilio Castro Aguilar

Con todo mi amor, respeto y admiración a esos seres que me dieron la vida. Hombres incansables, que con destreza, amor y nobles consejos, han luchado en la vida, con el sudor en la frente para ver en sus hijos la superación y el éxito... Por haber depositado en mi su cariño, dedicación y confianza para ver realizada una meta más en mi vida y a los cuales dedico como un tributo a lo que me han brindado.

A MIS HERMANOS: Nivardy y Priscila, los mejores hermanos del mundo, para que esto les sirva a ustedes de ejemplo de superación y sean cada día mejores en todos los aspectos de su vida.

A MIS ABUELITOS: Pancho, Vicky y Nino, por sus sabios consejos y apoyo a lo largo de mi vida.

A TODA MI FAMILIA. Gracias por todo su apoyo.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Chayotolis, Morelos, Abuelo, Jackie, Tacuache, Chavo, Alvarito, Wendy, Tabasco, Ponce, Gato, Bronky, Chaires, Itzel, Ruthi, Litchi, Zulmin, Viadiana, Coyote, Pacheco, Odrix, Machetober, Piolinto, Palomo, Durango, Jalisquillo, Parizot, Flavio, Magda, Leo, Cantellán, Cebiche, Chiricaya, Aranda, Los Sinaloas, Chapulín, Quiñónez, Arcayo, Mendoza, Madrazo, Mena, Scooby, Shaggy, Osoy.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Estrés Ambiental	3
2.1.1 Concepto de estrés	4
2.1.2 Estrés salino	5
2.1.2.1 Efectos del estrés salino en las plantas	6
2.2 Resistencia sistémica	8
2.3 <i>Bacillus subtilis</i>	10
2.4 Espumas hidrofílicas biodegradables	11
2.5 Generalidades del cultivo de la lechuga	13
2.5.1 Origen e historia	13
2.5.2 Importancia	13
2.5.3 Características Botánicas y Taxonómicas	13
2.6 Generalidades del cultivo del tomate	14
2.6.1 Origen e historia	14
2.6.2 Importancia	14
2.6.3 Características Botánicas y Taxonómicas	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Ubicación del Área Experimental	16
3.1.1 Descripción del Área Experimental	16
3.1.1.1 Clima	16

3.2 Material Utilizado	16
3.2.1 Cepa de <i>Bacillus subtilis</i>	17
3.2.2 Material Vegetal	17
3.2.3 Espumas Hidrofílicas	17
3.3 Descripción de los Tratamientos	19
3.3.2 Diseño Experimental	19
3.4 Establecimiento del experimento	19
3.4.1 Lechuga Plántula	19
3.4.2 Tomate Plántula	20
3.4.3 Tomate Planta	21
3.5 Variables Evaluadas	22
3.5.1 Biomasa	22
3.5.2 Altura de Planta	22
3.5.3 Número de Nudos	22
3.5.4 Número de Racimos Florales	23
3.5.5 Número de Frutos	23
3.5.6 Peso de fruta	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1 Biomasa de las Plántulas de Lechuga	24
4.2 Biomasa de las Plántulas de Tomate	30
4.3 Resultados del Experimento con Plantas de Tomate en Maceta	32
4.3.1 Altura de Planta y Número de Nudos Antes del Estrés Salino	32
4.3.2 Altura y Número de Nudos por Planta después del estrés salino	33
4.3.3 Número de Racimos y Número de Frutos	36
4.4 Biomasa de las Plantas	38
4.5 Peso de Fruto por Planta por Corte	42
4.5.1 Análisis de la Interacción de los Cortes por los Niveles de Sal	44
4.5.1.1 Nivel de Sal 1 (Sin Estrés Salino)	44
4.5.1.2 Nivel de Sal 2 (Con Estrés Salino 250 mM de NaCl)	44
V. CONCLUSIONES	47
VI. LITERATURA CITADA	48

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.2.3.1 Formulaciones empleadas en la preparación de espumas de poliuretano biodegradable.	18
Cuadro 3.3.1 Tratamientos evaluados en el cultivo de lechuga en etapa de plántula	19
Cuadro 4.1.1 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántula durante el primer muestreo antes de aplicar el estrés.	24
Cuadro 4.1.2 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántula durante el segundo muestreo después de aplicar el estrés con NaCl.	25
Cuadro 4.1.3 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántula durante el segundo muestreo sin aplicar el estrés con NaCl.	27
Cuadro 4.1.4 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántula durante el tercer muestreo después de aplicar el estrés con NaCl.	28
Cuadro 4.1.5 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántula durante el tercer muestreo sin aplicar el estrés con NaCl.	29
Cuadro 4.2.1. Valores promedio de biomasa fresca y seca para las plántulas de tomate bajo estrés inducido con salinidad.	30
Cuadro 4.3.1.1 Valores Promedios para Altura de Planta y Numero de Nudos durante el primer muestreo sin aplicar el estrés con NaCl.	32
Cuadro 4.3.2.1 Valores Promedios para Altura y Número de Nudos por Planta después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl.	34

Cuadro 4.3.2.2	Valores Promedios para Altura y Número de Nudos por Planta después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl para el efecto del <i>Bacillus subtilis</i> contra el NaCl.	35
Cuadro 4.3.3.1	Valores Promedios para Número de Racimos y Número de Frutos por Planta después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl.	37
Cuadro 4.3.3.2.	Valores Promedios de la interacción del <i>Bacillus subtilis</i> contra la solución salina para Número de Racimos y Número de Frutos por Planta después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl.	38
Cuadro 4.4.3	Valores Promedios para Peso Fresco y Seco Aéreo y de Raíz de Planta después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl.	40
Cuadro 4.5	Valores Promedios del Efecto del Estrés Salino para todos los cortes en todos los tratamientos.	43

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.4.1.1 Esquema de la aplicación de los tratamientos.	20
Figura 4.1.2.1 Modelo esquematizado de los intervalos de estrés y recuperación.	26
Figura 4.2.2 Peso fresco de la raíz y la parte aérea de las plántulas en solución nutritiva Douglas.	31
Figura 4.2.3 Peso fresco de la raíz y la parte aérea de las plántulas en solución nutritiva Douglas más 250 mM de NaCl.	31
Figura 4.4.1 Peso fresco de la parte aérea de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl.	39
Figura 4.4.2. Peso fresco de la raíz de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl.	39
Figura 4.4.4 Peso seco de la parte aérea de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl.	41
Figura 4.4.5 Peso seco de la raíz de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl.	41
Figura 4.5.1.1 Peso Total de Fruta Por Corte por Planta en el tratamiento testigo (peat moss) de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl.	45
Figura 4.5.1.2 Peso Total de Fruta Por Corte por Planta en el tratamiento de Espuma Hidrofílica con cacao de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl.	46

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México. Durante el periodo Diciembre 2001 a Agosto 2002. Con el objeto de evaluar el efecto de la bacteria Bacillus subtilis inmovilizada en espumas hidrofílicas sobre el crecimiento de plantas de tomate y lechuga sometidas a estrés con NaCl. Los tratamientos de espumas fueron: espuma hidrofílica sola, espuma con cacao, espuma con cacao, mas un testigo que fue el peat moss, estas espumas mezclaron en un 5% V/V con sustrato de peat moss. El experimento se realizó hasta etapa de plántula en lechuga y tomate; además de otro experimento en donde se llevó tomate hasta producción.

Se sembraron 12 charolas de 200 cavidades de lechuga cv. Great Lakes en Dic. del 2001. La mitad de ellas fue inoculada con la bacteria, y a 3 de ellas se les aplicó estrés salino con 150 mM de NaCl, este mismo esquema se aplicó a las charolas que no tenían la bacteria (Fig. 3.4.1.1), bajo un esquema de estrés intermitente, en donde la planta se mantuvo por 3 días con estrés salino y 3 días sin estrés. En ausencia de estrés el efecto de la bacteria fue negativo sobre la biomasa de las plantas. En cambio en uno de los muestreos se encontró un efecto positivo de la bacteria bajo condiciones de estrés salino.

En el caso de tomate en etapa de plántula se uso el mismo esquema de los tratamientos pero aquí se utilizó 250 mM de NaCl. El tomate fue sembrado el 11 de Marzo del 2002, del cv. Floradade. Se repitió el mismo patrón intermitente de aplicación del estrés, ya mencionada en la lechuga. Una vez más se observó el efecto negativo de la bacteria en ausencia de estrés salino, pero aquí en presencia del estrés fue posible observar un efecto positivo de la bacteria, que se mantuvo constante durante todo el crecimiento de la planta, y se vio reflejado en la biomasa de la misma.

Para la producción de planta de tomate en maceta, se sembró tomate en peat moss el día 1 de Abril del 2002. Una vez que las plantas llegaron a edad de transplante, 15 de Mayo, se plantaron en macetas de 15 L, se mezclaron en peat moss los mismos tratamientos de espumas al 5% V/V, se tomaron 40

macetas por cada tratamiento de espuma. El volumen de espuma de 20 macetas de cada tratamiento se inoculó con la bacteria, para posteriormente mezclarlo con el peat moss. Las macetas se regaron con solución Douglas normal hasta el inicio de floración, 40 días después del trasplante, en esa fecha a 10 de ellas se les aplicó 250 mM de NaCl, por un lapso de 15 días, para continuar con una semana de recuperación, posteriormente al inicio de producción de la fruta se repitió el esquema de estrés antes mencionado. En esta fase se evaluó altura, número de nudos, número de racimos florales, número de frutos, biomasa y peso de fruta por planta. No se observó un efecto aparente de la bacteria en ausencia o en presencia de estrés salino, a excepción de la etapa de producción de fruta, en donde en los dos últimos cortes se manifestó un efecto positivo de la bacteria. La espuma con cacao tuvo un efecto favorable en el peso seco de raíz. En el peso seco de la fruta no se presentó diferencia alguna frente al testigo por parte de las espumas.

I INTRODUCCIÓN.

Se estima que únicamente un 10% de la superficie de tierra arable se encuentra libre de estrés. Cerca del 20% de la tierra presenta algún tipo de deficiencia o toxicidad mineral, 26% es afectada por estrés de sequía y 15% por congelación.

La salinidad del suelo se ve incrementada fuertemente en regiones áridas en donde la tasa anual de evaporación del suelo supera la cantidad de agua proveniente de las precipitaciones. Otro caso en donde se acumulan las sales en el suelo ocurre cuando se utiliza riego intensivo en suelos con drenaje deficiente.

Estas restricciones de ambiente son solo algunas a las cuales una plántula se va a enfrentar en etapa de post-transplante, por lo que es clave contar con sustratos que impartan valor agregado al cepellón y a la plántula producida, esto es, alta capacidad de retención de agua, habilidad para inducir tolerancia al estrés abiótico o a las enfermedades. Entre estos sustratos podemos mencionar a los biopolímeros a base de almidón o celulosa combinados con poliuretano. Trabajos anteriores llevados a cabo en la UAAAN concluyeron que un biopolímero hidrofílico con poliacrilamida, distribuyó mejor las sales y el agua, al trabajar con melón en un suelo calcáreo salino. Asimismo, y dadas las características de porosidad podemos emplear dichos biopolímeros como vehículo de transporte o inmovilización de microorganismos que ayuden a la plántula a enfrentarse a las condiciones estresantes del medio ambiente. Cabe mencionar que la utilización de microorganismos como fuentes de defensa para las plantas es algo que apenas comienza a estudiarse, sobre todo contra factores de estrés abiótico. Uno de estos microorganismos benéficos es la bacteria *Bacillus subtilis*, esta bacteria es un habitante común del suelo, la cual se ha demostrado que es antagonista de hongos patógenos como *Rhizoctonia solani*.

Se han realizado evaluaciones acerca del efecto del Bacillus subtilis contra este hongo en el cultivo del haba y obtuvo resultados positivos para el empleo de la bacteria anteriormente mencionada.

Sin embargo no se han realizado estudios acerca del efecto del Bacillus subtilis contra factores de estrés abiótico. Por lo que el presente trabajo tiene la finalidad de estudiarlo. Para ellos se plantearon los siguientes:

Objetivos.

Evaluar el efecto que tiene la bacteria Bacillus subtilis, inmovilizada en diferentes tipos de espumas hidrofílicas, sobre los cultivos de lechuga y tomate en presencia de un factor de estrés abiótico.

Estudiar el comportamiento de diferentes espumas hidrofílicas en presencia de estrés salino, asimismo evaluar el efecto que estas tienen sobre crecimiento y desarrollo de los cultivos de lechuga y tomate.

Demostrar que las diferentes espumas hidrofílicas pueden ser vehículo de inmovilización de microorganismos.

Hipótesis.

La bacteria Bacillus subtilis inmovilizada en espumas hidrofílicas modifica las respuestas de crecimiento y desarrollo de las plantas sometidas a estrés salino.

II REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Estrés Ambiental.

El estrés ambiental es una fuerte restricción para el aumento de la productividad y de la extensión de los cultivos. Se estima que únicamente un 10% de la superficie de tierra arable se encuentra libre de estrés. Cerca del 20% de la tierra presenta algún tipo de deficiencia o toxicidad mineral, 26% es afectada por estrés de sequía y 15% por congelación (Blum, 1988). Incluso bajo condiciones de producción protegida como invernaderos y túneles se presentan eventos de estrés biótico o abiótico que disminuyen la productividad, rentabilidad y calidad de los cultivos.

Aunque los factores causantes de estrés en las plantas pueden ser muy diversos, los mas frecuentes se pueden designar en tres grupos principales que son; estreses edáficos, físicos o climáticos y biológicos. Dentro del estrés edáfico es posible considerar la falta o exceso de agua, deficiencias o excesos minerales y pH del suelo. Los principales causantes del estrés climático, son las bajas o altas temperaturas, altas o bajas concentraciones de gases en el aire y altas o bajas intensidades de luz. (Robledo T.; et al, 2002). Por su parte Bowler *et al.*,(1992) indican que en las plantas las condiciones ambientales tales como temperaturas extremas y/o estrés por agua, especialmente, en combinación con altas intensidades lumínicas, ozono ambiental o dióxido de azufre, además de algunos patógenos pueden causar daños por estrés oxidativo por sobreproducción de algunos tipos de oxígeno tóxico. Este último factor patógeno, que llega a causar estrés también ocasionan alteraciones importantes en las plantas.

2.1.1 Concepto de estrés.

Se ha definido el estrés como una desviación significativa de las condiciones óptimas para la vida. Como respuesta a dicha desviación se inducen cambios en todos los niveles funcionales del organismo, pudiendo ser dichos cambios reversibles o permanentes.

Aún si la condición de estrés es temporal, es normal que la vitalidad de la planta se vea disminuida entretanto se realizan los ajustes requeridos para la nueva situación. Si el estrés es demasiado intenso o si el período de acción es demasiado largo entonces los daños latentes se transforman en daño irreversible que puede afectar a la planta entera o partes de la misma. (Benavides, 2002).

El significado literal de la palabra “estrés” es restricción (lt. *stringere*) o fuerza que empuja deformando un cuerpo. Para los físicos el estrés es la tensión interna de un material o estructura frente a una fuerza externa que potencialmente puede causar extensión o compresión. En el área biológica el término estrés ha adquirido una connotación más amplia, refiriéndose tanto a los estímulos ambientales que se apartan de los rangos óptimos como al estado fisiológico que se observa en el organismo como consecuencia de los estímulos ambientales negativos (Larcher, 1995). Sin embargo, el uso correcto del término debe circunscribirse a la descripción del estado del organismo.

Partiendo de lo anterior, la definición de estrés es: “conjunto de respuestas bioquímicas o fisiológicas que definen un estado particular del organismo diferente al observado bajo un rango de condiciones óptimas”. Asimismo, se aplicará el término resistencia al estrés para definir “la capacidad de un organismo para evitar los estímulos ambientales negativos o para permanecer bajo un estado particular de estrés sin que su fenotipo se vea modificado de manera significativa”. En la definición anterior se considera que existe un estado fenotípico ideal, observado bajo condición óptima, al cual se le llama “norma”. (Benavides, 2002).

De la definición anterior surge de manera lógica el criterio para reconocer el estrés. La norma para una característica específica, como el contenido de hierro en los tejidos foliares, debe marcar un rango de valores fuera de los cuales el funcionamiento de ciertos procesos vitales se verá disminuido.

Con base en la experiencia somos capaces de distinguir rápidamente diversos estados de estrés considerando manifestaciones fenotípicas visuales como deformaciones, amarillamientos, manchados, necrosis, etc.

Otras manifestaciones fenotípicas son menos obvias y requieren de equipo especializado para detectarlas, ejemplo de ello es la disminución en la actividad de asimilación de CO₂, la inducción de la transcripción de ciertos genes, cambios en la composición química de ciertas estructuras, etc. (Benavides, 2002).

2.1.2 Estrés salino.

Las plantas para su desarrollo requieren de sales minerales, sin embargo, concentraciones elevadas pueden resultar tóxicas y causantes de estrés, que desencadena múltiples repuestas fisiológicas. (Gossett et. al., 1994)

Los hábitat salinos se definen por la presencia de un contenido anormalmente alto de sales solubles. Los lagos y estanques salinos así como los océanos son ambientes acuáticos salinos; en tierra se presentan suelos salinos en regiones áridas y húmedas. En las regiones húmedas el suelo puede volverse salino al exponerse a los aerosoles marinos (que pueden llegar hasta 100 Km. tierra adentro), al encontrarse en áreas de inundación por aguas marinas, o al estar en contacto directo o indirecto con depósitos salinos. (Maiti et. al., 2002).

Solamente en el océano abierto la concentración de sal permanece constante (en promedio 480 mM Na⁺ y 560 mM Cl⁻). En la zona intermareas la salinidad muestra un rango amplio ubicado entre 290 y 810 mM Na⁺ y en los pantanos salados la concentración de Na⁺ puede incrementarse tanto como 600 – 1000 mM, (Flowers, 1985).

Durante la temporada de crecimiento las sales se acumulan en el dosel de las plantas; después de que las hojas mueren y caen al suelo para descomponerse las sales que contenían son lixiviadas por la lluvia o los riegos y retornadas al suelo.

La salinidad del suelo se ve incrementada fuertemente en regiones áridas en donde la tasa anual de evaporación del suelo supera la cantidad de agua proveniente de las precipitaciones. (Maiti *et. al.*, 2002).

Otro caso en donde se acumulan las sales en el suelo ocurre cuando se utiliza riego intensivo en suelos con drenaje deficiente.

Los suelos de regiones húmedas contienen predominantemente NaCl. En suelos de regiones áridas también llega a presentarse esta problemática, aunque lo más común en zonas áridas es la presencia de sales básicas como cloruros, sulfatos y bicarbonatos de sodio, magnesio y calcio. Dichos suelos tienen pH alto, alto contenido de yeso, cuando se humedecen son pegajosos y una vez secos se endurecen formando costras. (Flowers, 1985).

Desde el punto de vista agronómico la salinidad se expresa en términos de la conductividad eléctrica (EC) en unidades de dS m^{-1} (deciSiemens por metro equivalente a 1000 :S cm^{-1}) o mmhos cm^{-1} (equivalente a 1mS cm^{-1}) (Grattan y Grieve, 1999). Como referencia, la EC del agua de mar es de 44 mS cm^{-1} , (Epstein, 1983), y se recomienda que el agua de riego no rebase 2 mS cm^{-1} .

Desde el punto de vista fisiológico se expresa como concentración de sales en unidades milimolares (mM) y se utiliza entonces como referencia el efecto de una concentración particular sobre un proceso fisiológico.

2.1.2.1 Efectos del estrés salino en las plantas.

El problema central enfrentado por las plantas sometidas a alta concentración de sal es la retención osmótica de agua y efectos iónicos de toxicidad específicos sobre las proteínas del citoplasma y las membranas. El agua es retenida. El agua es “retenida” osmóticamente en las soluciones salinas de tal forma que conforme aumenta la concentración de sal el agua se encuentra

cada vez menos disponible para la planta. (Maiti *et. al.*, 2002). La explicación en términos físicos es la siguiente: la energía libre del agua se conoce como potencial químico (Ψ); el agua fluye espontáneamente desde un sitio de alta energía libre hacia uno de baja energía libre hasta que llega a un equilibrio termodinámico.

Considerando que el valor máximo de energía libre es el del agua pura (Ψ_0) y que cualquier adición de solutos disminuye la energía libre hasta un valor Ψ_{-1} (en donde $\Psi_{-1} < \Psi_0$), entonces el flujo espontáneo de agua se dará desde los sitios con menor cantidad de sales hacia los que presentan mayor concentración. La única forma en que el agua sea movilizadada desde un sitio con Ψ_{-2} hacia uno con Ψ_{-1} , en donde $\Psi_{-2} < \Psi_{-1}$, es a través de transporte activo invirtiendo energía. Esto quiere decir que en un suelo salino el valor Ψ es muy bajo y la planta debería entonces invertir gran cantidad de recursos para extraer el agua del suelo. Es por ello que rebasado cierto umbral de concentración de sal la planta es entonces incapaz de extraer agua del suelo. La base de la respuesta celular conocida como ajuste osmótico es precisamente la concentración de solutos no tóxicos en la célula, de tal forma que el valor Ψ de la célula disminuya y sea competitivo contra el presentado por la solución salina. (Maiti *et. al.*, 2002).

Normalmente la estructura proteica adecuada para ciertos fines se mantiene dentro de rangos apropiados de contenido de solutos en el agua de riego. Cuando el contenido de sales rebasa cierto umbral entonces la estructura del polipéptido se ve modificada disminuyendo o inhabilitando su función. Los sistemas enzimáticos de la glicólisis, el ciclo de Krebs y la fotofosforilación son especialmente sensibles a estos cambios conformacionales inducidos por el agua salina, resultando en una menor disponibilidad de energía, menor adquisición de nutrientes minerales y en general en un retardo en el crecimiento de la plántula o la germinación de las semillas, (Larcher, 1995).

Como se mencionó, el efecto general de la salinidad es el reducir la tasa de crecimiento resultando ello en hojas más pequeñas, menor altura y en ocasiones en menos cantidad de hojas.

Las raíces también disminuyen su longitud y biomasa aunque pueden ser más delgadas o mas gruesas. Igualmente la tasa de maduración puede ser mayor o menor dependiendo de la especie. (Maiti *et. al.*, 2002).

La severidad de la respuesta a la salinidad depende de la interacción con otras variables ambientales como la humedad, temperatura y radiación. (Maiti *et. al.*, 2002).

El efecto osmótico de la salinidad contribuye principalmente a obtener una baja tasa de crecimiento, mientras que los efectos de la toxicidad iónica modifican el color de las hojas, la tasa de madurez y el cociente entre la biomasa aérea y la biomasa de raíz. Estos últimos efectos iónicos se manifiestan más como daño en hojas y meristemas o bien por los síntomas típicos de desordenes nutricionales. De ese modo las altas concentraciones de Na ó Cl en hojas y tallos resultan en necrosis foliares y quemado de los bordes, mientras que los síntomas de deficiencia nutricional son similares a los presentados en ausencia de salinidad. (Maiti *et. al.*, 2002).

2.2 Resistencia sistémica.

Al presentarse una infección por patógenos las plantas inducen un tipo de resistencia a largo plazo, de amplio espectro y de tipo sistémico que permite resistir posteriores infecciones. Esta respuesta de resistencia sistémica (RS) ha sido conocida por muchos años bajo diferentes nombres como inmunidad fisiológica inducida o resistencia sistémica adquirida (SAR). El acrónimo RSI indica el tipo de resistencia sistémica inducida por un microorganismo no patógeno (como los encontrados en la rizosfera), mientras que la SAR indica el tipo de resistencia sistémica adquirida originada en todos los tejidos de la planta como resultado de la infección por un patógeno. La SAR es parte del repertorio de defensa de las plantas contra los patógenos y es un mecanismo diferente a otros como barreras físicas, entrelazamiento de las proteínas de la pared celular, biosíntesis de alexinas, respuesta hipersensible y cambios fisiológicos inducidos por el etileno, (Benavides, 2002).

El primer paso en el desarrollo de la SAR es el reconocimiento de la infección de patógenos por una planta. Una vez que la planta reacciona al patógeno, se liberan señales que disparan la resistencia en los tejidos adyacentes y en los más lejanos, (Kuc, 1982).

Las plantas, como todo ser vivo, activan sus sistemas naturales de defensa al reconocer un organismo infeccioso o una parte de éste (fragmentos de sus membranas, diversos metabolitos microbianos, etc.). Por ejemplo: un hongo patógeno estimula ciertos receptores de las membranas celulares del vegetal y gracias a la acción de mensajeros químicos, envían la correspondiente señal al genoma vegetal donde se sintetizarán las diversas sustancias implicadas en la protección del vegetal. Una vez han sido activados sus sistemas naturales de defensa, la planta actúa por varias vías:

- a) Produciendo compuestos volátiles antimicrobianos, por ejemplo ácido hidrociánico, diferentes alquenos, fenoles, polifenoles, etc.
- b) Sintetizando proteínas inhibidoras del crecimiento de hongos (enzimas hidrolíticos, quitinasas, gluconasas...).
- c) Sintetizando fitoalexinas: sustancias producidas por los tejidos vegetales que inhiben el desarrollo de hongos parásitos y se sintetizan cuando las células de la planta entran en contacto con éste o bien después de haber sufrido algún daño causado por agentes químicos o mecánicos. Las fitoalexinas aparecen en la planta 24 horas después de haber sido activadas. (<http://www.tavan.es/botry-stop.htm>, 2002)

Algunos compuestos, designados genéricamente inductores, promueven la síntesis de fitoalexinas y son capaces de actuar directamente sobre el patógeno e inducir una respuesta del hospedero.

Es bien sabido que ciertos microorganismos, actúan a modo de inductores, estimulando la producción de fitoalexinas, fenoles, polifenoles, etc. En definitiva, provocando los mecanismos de defensa de la planta. Se ha visto que ciertas bacterias estimulan la producción de fitoalexinas (scoporona, scopoletina...) en

cantidades suficientes para inhibir el crecimiento fúngico dos días después de su inoculación. La scoporona inhibe la elongación del tubo germinal del hongo e impide la germinación de la espora. (<http://www.tavan.es/botry-stop.htm>,2002).

Recientemente se ha descubierto que otro tipo de fitoalexina (resveratrol), impide el crecimiento de *Botrytis cinerea*. Algunos inductores microbianos juegan un papel esencial en la actividad de ciertos genes de defensa de los vegetales. Contribuye a la resistencia sistémica adquirida de la planta: regulan la síntesis de toda una serie de proteínas, de tal manera que el vegetal se comporta mejor frente a un patógeno tras la estimulación por estos inductores. La activación de los mecanismos de resistencia de las plantas mediante la aplicación de inductores, es una herramienta alternativa para el control de ciertas enfermedades, (<http://www.tavan.es/botry-stop.htm>,2002).

2.3 *Bacillus subtilis*.

El *Bacillus subtilis* es una bacteria no fitopatógena, tipo Gram-positiva habitante común del suelo. Cuando las condiciones en las que vive no son favorables forma esporas, lo que le permite sobrevivir hasta que las condiciones vuelven a ser buenas. Su genoma contiene 4,104 genes codificados por 4.200.000 pares de bases. Es una bacteria muy utilizada en estudios de laboratorio. Esta bacteria compite por el espacio en la rizosfera con hongos patogénicos; por lo que se le ha empleado en el control biológico de hongos del suelo. <http://www.cnb.uam.es>, 2002.

Existen preparados, a base de *Bacillus subtilis*, utilizados para desinfección de patatas, específicamente contra *Rhizoctonia*, *Streptomyces*, *Fusarium* y *Pythium*. *Bacillus cereus* también ha sido utilizada para el control de *Sclerotinia*. Debido a una interacción directa entre el hongo y el microorganismo antagonista, éste último puede reducir la infección causada por el patógeno. <http://www.tavan.es/botry-stop.htm>,2002

Soto, 1998; demostró la actividad antagónica de *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* y de *Serratia marcescens*, frente al patógeno *Rhizoctonia solani* Kuhn en haba (*Vicia faba*).

Por su parte Falconí, et al. 2002 ,demostraron que el *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas cepacia*s redujeron la enfermedad de moniliasis del cacao hasta en un 62% y 55%, respectivamente, en relación con la no aplicación.

2.4 Espumas hidrofílicas biodegradables.

En la actualidad el mercado de sustratos hortícolas se encuentra dominado por materiales de importación provenientes de Canadá y Estados Unidos, por lo que dicha actividad es muy sensible al tipo de cambio. Por otra parte , además del aspecto económico debe resaltarse que a excepción del peat moss ninguno de los materiales es biodegradable, por lo que el desarrollo de tecnologías hortícolas con materiales biodegradables puede constituir un gran avance en la disminución de desechos plásticos. (Emiliano-Terrazas,2002).

Uno de estos materiales es la espuma de poliuretano (PU), cuyo costo de producción es bajo, sin embargo uno de los inconvenientes de este material y de gran preocupación para la sociedad es la alta resistencia que presenta a la degradación, lo que lo convierte en un material altamente contaminante. Para resolver este problema, diversos autores han remplazado los polioles sintéticos por otros compuestos portadores de grupos hidroxilos de origen natural como los almidones, la celulosa, las ligninas, entre otros, obteniéndose espumas de PU susceptibles a la degradación microbiológica, (Padrón-Gamboa *et. al.*, 2002).

La eficiencia de estos polímeros biodegradables se ve incrementada con la incorporación de polímeros hidrofílicos en sus moléculas, estos polimeros hidrofílicos incluyen acrilamidas, acrilatos o acrilonitrilos cada tipo presenta cierta capacidad de retención de agua .(Emiliano-Terrazas, 2002).

La síntesis de Poliuretanos Biodegradables (PUB) utilizando en su composición química materiales adsorbentes como son: alcohol polivinílico (PVA), poliacrilamida (PAA) o almidón comercial los convierte en candidatos ideales para la generación de tecnología con el fin aumentar la eficiencia en el uso y retención de agua del suelo.

Así mismo, la disponibilidad y aplicación de PUB Hidrofílicos constituye un área de oportunidad tecnológica y científica que puede contribuir sensiblemente a la resolución de una problemática en el uso eficiente de agua de riego en la producción hortícola, es decir, aumentar en un 15% (675 m³ por hectárea por temporada) la eficiencia de uso del agua en la producción hortícola, mediante el desarrollo y aplicación de PUB hidrofílicos.(Emiliano-Terrazas, 2002).

Padrón-Gamboa; *et al*, 2002, realizó estudios aplicando espumas de poliuretano formuladas con almidón o cáscara de cacao en la horticultura. De los resultados derivados de estos trabajos, destaca el hecho que las semillas germinadas y desarrolladas en las espumas de PU en el invernadero generaron poca biomasa y poca altura, comparadas con las obtenidas en los sistemas tradicionales; charolas de poliestireno y peat moss. No obstante, la diferencia se hizo notar a los 40 días de transplante de estas en macetas.

Nava-Salazar, 2002;no encontró diferencia significativa en el empleo de tratamientos de espumas hidrofílicas de PU antes del transplante, al plantar plántulas de melón en un suelo calcáreo, en cuanto a la biomasa de las mismas; pero al muestrear el suelo, el mejor tratamiento fue el de espuma de PU con poliacrilamida, ya que este mostró tener mejor estabilidad y distribución de agua y sales.

2.5 Generalidades del cultivo de la lechuga.

2.5.1 Origen e historia.

El origen de la lechuga *Lactuca sativa* L. no parece estar muy claro, algunos autores afirman que procede de la India, aunque hoy en día los botánicos no se ponen de acuerdo, por existir un seguro antecesor de la lechuga, *Lactuca scariola* L. ,en zonas templadas del viejo continente. (Ordóñez, 2002).

2.5.2 Importancia.

En México la lechuga se puede explotar durante todo el año, y se reporta una superficie sembrada de 4000 ha, siendo Jalisco, Baja California Norte y San Luis Potosí los principales estados productores. (Valadez, 1997).

2.5.3 Características Botánicas y Taxonómicas.

La lechuga es una planta herbácea anual. Sus principales raíces de absorción se encuentran a una profundidad de 5 a 30 cm, la raíz principal puede llegar a penetrar hasta 1.80 m de profundidad.(Ordóñez, 2002).

Las hojas de la lechuga son lisas sin pecíolo (sésiles); el extremo puede ser redondeado o rizado. Su color va de verde amarillo hasta el morado claro. El limbo es entero y dentado. El tallo es pequeño y no se ramifica, salvo cuando pasa a estado reproductivo.(Ordóñez, 2002).

Las semillas son largas (4-5 mm), su color generalmente es blanco crema, aunque también hay pardas y castañas, (Ordóñez, 2002).

A continuación se especifica la taxonomía de la lechuga conforme a Valadez, 1997.

Familia :	Compositae
Genero :	<i>Lactuca</i>
Especie :	<i>sativa</i>
Nom. Común:	Lechuga
Var. Botánica:	Capitata: cabeza
Longifolia :	Romana o cos

2.6 Generalidades del cultivo del tomate.

2.6.1 Origen e historia.

El tomate es originario del sur de América, en tiempos precolombinos se le cultivaba ya en México y Centroamérica y constituía parte de la dieta básica de los antiguos pobladores del continente; la llegada de los españoles permitió la expansión de este producto al viejo continente, y de ahí a todo el mundo. (Claridades Agropecuarias, 1995).

2.6.2 Importancia.

La producción mundial para el año de 1994 fue de 72910 miles de toneladas métricas, (Claridades Agropecuarias, 1995).

En México se siembran 5.7 millones de has, de las cuales el 1.5% esta ocupado por este cultivo. (Claridades Agropecuarias, 1998).

El tomate esta considerado dentro de las principales hortalizas que produce nuestro país; su producción se extiende a un gran número de estados. Durante el periodo de 1989-1994, las entidades de Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Jalisco y Nayarit (en orden de importancia) contribuyeron en promedio con el 62% en lo que se refiere a la superficie sembrada y cosechada; y con el 74.2% en lo que se respecta a producción.

Los porcentajes de superficie sembrada en cada estado son: Sinaloa 47.8%, Baja California 10.7%, San Luis Potosí 7.8%, Jalisco 4.2%, Nayarit 4.0%, otros 25.8%, en el periodo 1989-1993.

Los rendimientos nacionales durante el periodo 1989-1994 fueron de 24.7, 23.1, 23.6, 18.2, 22.5, 21.9 ton/ha, siendo Sinaloa y Baja California los estados que obtuvieron los rendimientos más altos durante este periodo, (Claridades Agropecuarias, 1998).

2.6.3 Características Botánicas y Taxonómicas.

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. El ovario, súpero, bicarpelar, contiene numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas. (Nuez, 1995).

Siguiendo a Valadez, 1997, la taxonomía aceptada es :

Clase :	<i>Dicotiledóneas</i>
Orden :	<i>Solanales</i>
Familia :	<i>Solanaceae</i>
Genero :	<i>Lycopersicon</i>
Especie :	<i>esculentum</i>

El genero *Lycopersicon* se caracteriza por sus estambres únicos, con conectivos alargados. En el tomate y especies silvestres relacionadas los extremos de las anteras se mantienen unidos formando un cuello, constituyendo el conjunto de las anteras un cono estaminal característico en forma de botella. De manera asociada, las anteras se abren lateralmente, a diferencia de la dehiscencia terminal o poral característica de *Solanum*. El polen se libera dentro del cono estaminal y emerge a través del cuello del cono (Nuez, 1995).

III MATERIALES Y METODOS.

3.1 Ubicación del Área Experimental.

El experimento se realizó en el invernadero de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Este lugar cuenta con una altitud de 1743 msnm.

El experimento se llevó a cabo en dos cultivos y tres fases: lechuga (plántula) y tomate (plántula y planta).

3.1.1 Descripción del Área Experimental.

3.1.1.1 Clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, 1973, el tipo de clima es BWhw (x') (e'); esto significa: seco y templado con lluvias en verano con temperaturas extremosas.

3.2 Material Utilizado.

El material que se experimentó fue una cepa de Bacillus subtilis nativa de la región de León, Guanajuato, México, fue proporcionado por el Departamento de Parasitología de la UAAAN. Una serie de poliuretanos híbridos biodegradables (espumas hidrofílicas) que cuentan con una parte sintética, poliuretano (PU), poliacrilamida y una parte natural (almidón, cáscara de cacao) y peat moss ambos se utilizaron como sustrato para la producción de plántulas de tomate y lechuga. Las espumas se utilizaron básicamente para inmovilizar la bacteria y mezclarla con el sustrato convencional (peat moss).

3.2.1 Ceba de *Bacillus subtilis*.

Esta cepa fue desarrollada por el Departamento de Parasitología Agrícola de la UAAAN, fue purificada y cultivada en caldo de papa estéril. Posteriormente se realizó una serie de diluciones de la misma y se sembró cada dilución en medio nutritivo KB, estas diluciones se incubaron a 27 °C por 48 horas. De acuerdo a estas diluciones se obtuvo por medio de conteo de colonias la concentración del inóculo de *Bacillus subtilis* la cual fue de 5×10^6 ufc ml⁻¹.

3.2.2 Material Vegetal.

Se utilizaron dos cultivos: lechuga (*Lactuca sativa*) del cultivar “Great Lakes” y tomate (*Lycopersicon esculentum*) de la variedad “Floradade”.

3.2.3 Espumas Hidrofílicas.

En la formulación de las espumas de poliuretano-almidón se emplearon los siguientes productos químicos que fueron suministrados por Viar Corporación, S.A. de C.V., México, D.F. y fueron utilizados sin posterior purificación: poliol Arcol 3022 con un Mw de 3000, el proveedor especifica que el contenido de hidroxilos se encuentra en el intervalo de 54.5 a 57.5 (mg KOH/g), surfactante DC-5460, catalizador de espumado basado en estaño T-9, catalizador de gelación BL-33, 2,4-toluen-diisocianato TDI (mezcla con el 2,6-toluen-diisocianato en una relación de 80/20), colorante Negro de Humo. El polisacárido fue un almidón comercial marca Maizena adquirido en un centro comercial.

El deshecho de la cáscara de cacao (tierra de cacao) fue proporcionado por el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.

Las formulaciones empleadas en este estudio se muestran en el cuadro 3.2.3.1 y la metodología para su elaboración es la siguiente: en un recipiente de 1.0 L, provisto de un agitador mecánico Lightnin L1U08F de General Signal Corp., se adicionaron el poliol, el almidón, la cáscara de cacao molida y tamizada a 200 mallas, el surfactante, el catalizador de estaño, el catalizador de gelación, el

negro de humo y el agua. La mezcla se puso en agitación por 4 minutos a 1800 rpm. Transcurrido este tiempo se añadió el isocianato.

El contenido de isocianato se calculo tomando como base la relación de hidroxilos del poliol y agua empleados en la formulación de acuerdo a la siguiente ecuación: $\text{NCO base poliol (ppc)} = \Sigma[(\text{poliol (ppc)} * \text{funcionalidad del poliol}) / \text{Mw}] * \text{Peso Equivalente NCO}$; en donde la funcionalidad del poliol = $(\text{Mw poliol} * \text{contenido de OH}) / (\text{Mw KOH} * 1000)$, y el peso Equivalente del NCO para el TDI es de 87.10078 - El proceso de espumado se dejó llevar a cabo en el mismo recipiente. Lo anterior fue descrito por Padrón-Gamboa et. al., 2002.

Cuadro 3.2.3.1 Formulaciones empleadas en la preparación de espumas de poliuretano biodegradable.

Reactantes	Espuma poliuretano-almidón	Espuma poliuretano-almidón-poliacrilamida	Espuma poliuretano-almidón-tierra de cacao
ArcoI 3022	100	100.00	100.00
Tierra de cacao	0.00	0.00	30.00
Poliacrilamida	0.00	1.00	0.00
Almidón	50.00	50.00	50.00
DC-5460	0.40	0.40	0.40
T-9	0.01	0.01	0.01
BL-33	0.01	0.01	0.01
Agua	8.0	8.0	8.0
Negro de humo	0.01	0.01	0.01
TDI	86.13	86.13	86.13

La concentración esta dada en partes por cien (ppc) base poliol.

3.3 Descripción de los Tratamientos.

Los tratamientos experimentales aparecen descritos en el cuadro 3.3.1

Cuadro 3.3.1. Tratamientos evaluados en los dos cultivos en etapa de plántula y planta.

Tratamiento	Descripción
Peat moss (T)	Testigo
Espuma Poliuretano-almidón (E)	Espuma de poliuretano-almidón en peat moss al 5% (V/V)
Espuma Poliuretano-almidón (EP)	Espuma de poliuretano-almidón acondicionada con poliacrilamida en peat moss al 5% (V/V)
Espuma Poliuretano-almidón-tierra de cacao (EC)	Espuma de poliuretano-almidón acondicionada con tierra de cacao en peat moss al 5% (V/V)

3.3.2 Diseño Experimental.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar.

3.4 Establecimiento del experimento.

3.4.1 Lechuga Plántula.

El material vegetativo utilizado fue lechuga cv. Great Lakes, ésta se sembró en 12 charolas de 200 cavidades cada una, el día 28 de Noviembre del 2001. Cada charola se dividió en cuatro subtratamientos de sustrato de peat moss con espumas hidrofílicas de poliuretano-almidón al 5% v/v como se refirió en el cuadro 3.3.1 .

El inóculo (5×10^6 ufc ml⁻¹) de Bacillus subtilis (B) fue incorporado en todos los sustratos en la mitad de las charolas, quedando entonces seis charolas con la bacteria y seis sin ella (Figura 3.3.1.1).

Las charolas se colocaron entonces en cuatro camas flotantes que incluyeron tres charolas cada una utilizando solución Douglas completa como agua de riego, el riego se inició el día 5 de Diciembre del 2001.

Contando la planta con dos hojas verdaderas el día 10 de Diciembre, se aplicó durante tres días una solución salina (150 mM de NaCl por litro de solución de riego), en dos de las camas flotantes, aplicando en las otras dos únicamente la solución Douglas.

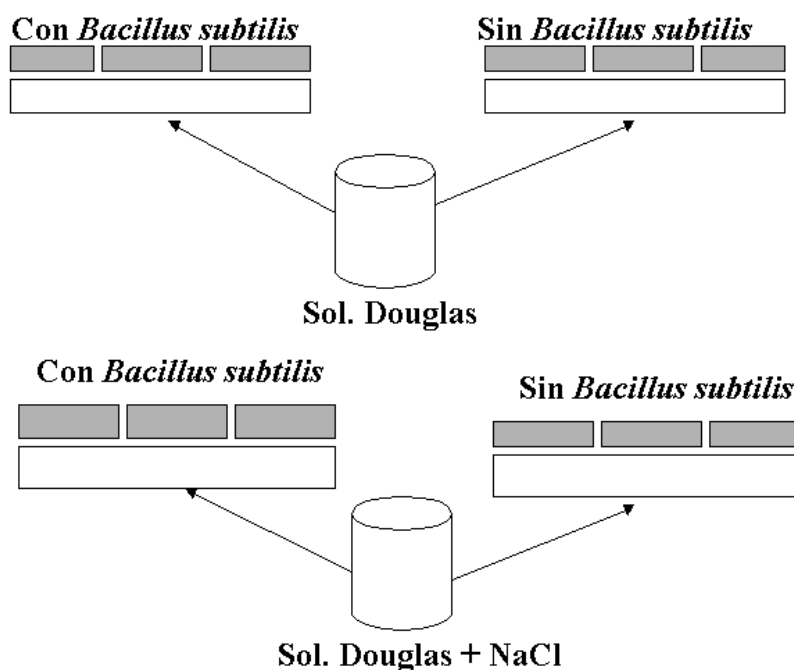


Figura 3.4.1.1 Esquema de la aplicación de los tratamientos.

Transcurrido el tiempo del estrés se permitió un período de recuperación de tres días (sin aplicar el exceso de NaCl), para posteriormente repetir el tratamiento de estrés salino. Se tomaron tres muestras de biomasa fresca y seca, una antes de aplicar el primer estrés salino el día 10 de Diciembre; y uno posterior a cada evento de estrés-recuperación, los días 17 y 22 de Diciembre.

3.4.2 Tomate Plántula.

Este experimento se inició el día 11 de Marzo del 2002, se utilizó tomate de la variedad “Floradade”, se sembró de igual manera en 12 charolas.

Los subtratamientos se distribuyeron de igual forma que el experimento anterior.

De igual forma el Bacillus subtilis. En este cultivo la diferencia fue que se aumento la concentración de sal (250 mM de NaCl), por litro de solución Douglas.

El día 1 de Abril se muestreó antes de aplicar el estrés, y el primer estrés se aplico al día siguiente. Se manejaron los mismos intervalos de estrés-recuperación.

Las fechas de muestreo de biomasa posterior a cada estrés salino fueron el 12 y 21 de Abril respectivamente.

3.4.3 Tomate Planta.

Para este experimento se sembró una charola de 200 cavidades el día 1 de Abril, con tomate de la variedad “Floradade”, no se aplico ningún tipo de espuma hidrofílica, únicamente se utilizó peat moss como sustrato. Tampoco se aplicó Bacillus subtilis, ni estrés salino, esta charola también se regó con solución Douglas completa, hasta que estuvo lista para transplante.

Una vez acontecido el momento del transplante, día 15 de Mayo, se tomaron 160 plantas, las cuales se colocaron en bolsas de 15 litros de volumen. Las bolsas se rellenaron con cuatro tratamientos de sustrato de peat moss mas las espumas hidrofílicas de poliuretano almidón antes mencionadas, estas espumas se colocaron al 5% v/v y fueron: testigo sin espuma (T), espuma hidrofílica (E), espuma hidrofílica con poliacrilamida y espuma hidrofílica con tierra de cacao; 40 macetas por cada tratamiento.

El inóculo (5×10^6 ufc ml⁻¹) de Bacillus subtilis se incorporó a 20 macetas de cada sustrato, la bacteria se aplicó remojando las espumas por 24 horas en la solución de Bacillus subtilis.

Las macetas continuaron regándose con solución Douglas completa hasta el inicio de la floración el día 28 de Junio. En este momento se aplicó junto con la solución Douglas 250 mM de NaCl para inducir estrés salino, este se puso exclusivamente a 10 macetas de cada sustrato y se mantuvieron regando con esta solución salina hasta el día 12 de Julio, después se sometió a recuperación por una semana.

El período de recuperación consistió en regar únicamente con agua corriente las macetas sometidas a estrés, esto con el fin de lavar las sales. Al finalizar este periodo el día 19 de Julio se tomaron 2 plantas por tratamiento para determinar biomasa fresca y seca.

Inmediatamente después el día 22 de Julio se repitió el estrés por dos semanas y otra de recuperación, para realizar el segundo muestreo de biomasa el día 16 de Agosto.

3.5 Variables Evaluadas.

3.5.1 Biomasa.

Para la estipular los valores de esta variable se procedió a pesar por separado la parte aérea de la parte radicular de las plántulas (tomate y lechuga), utilizando una balanza analítica marca OHAUS para obtener los pesos frescos de las mismas. Posteriormente el material vegetativo fresco se introdujo a una estufa de sacado por 24 horas a una temperatura de 70°C; transcurrido el tiempo se volvieron a pesar las muestras para determinar su peso seco.

3.5.2 Altura de Planta.

Para estimar esta variable se eligieron cuatro plantas de cada uno de los tratamientos y con ayuda de una regla graduada en centímetros y milímetros se midió desde la parte inferior del tallo hasta el meristemo apical.

Se realizaron cuatro muestreos, dos en el mes de junio (los días 12 y 26) y dos en el mes de Julio (los días 10 y 25) del año 2002. Cabe mencionar que esta variable solo se determinó en la etapa de producción en maceta.

3.5.3 Número de Nudos.

Para determinar esta variable se realizo un conteo desde la parte inferior del tallo hasta el meristemo apical de la planta. Así como la variable anterior se realizaron cuatro muestreos los mismos días.

3.5.4 Número de Racimos Florales.

Esta variable se determino realizando un conteo del número de racimos florales abiertos y desarrollados en toda la planta.

Únicamente se realizaron dos muestreos a partir de inicio de floración los días 10 y 25 de julio. De igual forma solo se realizaron conteos en esta fase del experimento.

3.5.5 Número de Frutos.

Se realizó un solo conteo de la fruta amarrada por planta, este se hizo el día 25 de julio. Los datos específicos del número de cortes y peso de fruto se reportan en peso de fruta.

3.5.6 Peso de fruta.

Esta variable fue evaluada tomando los frutos en estado rayado de cada planta, se contaba el número de ellos y se pesaban individualmente en una Balanza Granataria OHAUS. Se realizaron en total cinco cortes de fruta, estos se realizaron los días 15,20,26, 28 de Agosto y el 6 de Septiembre.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Biomasa de las Plántulas de Lechuga.

El cuadro 4.1.1 muestra los resultados que produjo el primer muestreo de biomasa previo a la aplicación del estrés 150 mM de NaCl, las claves de interpretación se muestran en la parte inferior del mismo.

Cuadro 4.1.1 Valores Promedios para peso fresco y seco de la parte aérea y de raíz en plántula de lechuga durante el primer muestreo antes de aplicar el estrés salino.

MUESTREO	TRAT	PFA	PFR	PSA	PSR
ANTES DEL ESTRÉS SALINO	TB	0.0329 c	0.0051 c	0.0037 ab	0.0019 a
	EB	0.0418 ab	0.0088 ab	0.0035 b	0.0020 a
	EPB	0.0431 ab	0.0062 bc	0.0034 b	0.0017 a
	ECB	0.0379 bc	0.0057 c	0.0034 b	0.0018 a
	T	0.0382 bc	0.00497 c	0.0041 a	0.0020 a
	E	0.0451 ab	0.0088 ab	0.0038 ab	0.0017 a
	EP	0.0434 ab	0.0094 a	0.0037 ab	0.0018 a
	EC	0.0496 a	0.0089 a	0.0042 a	0.0019 a

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco Raíz. Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

Conforme a lo obtenido podemos decir que el tratamiento con *Bacillus subtilis* no mostró diferencia significativa, excepto en el peso fresco aéreo, en donde el tratamiento con de espuma hidrofílica con cacao sin *Bacillus* fue más significativo. En el peso fresco de raíz observamos un comportamiento similar en los tratamientos con poliacrilamida y cacao. El peso seco aéreo se comporto de manera similar en todos los tratamientos excepto en el peso seco de raíz en

donde no hubo ninguna diferencia significativa. Esto pudo ser ocasionado por la habilidad que tiene la bacteria de aumentar la síntesis de especies activas de oxígeno, las cuales son señalizadoras de las respuestas de defensa, según lo citado por Ryals et al. (1994).

Entre las diferentes espumas no hubo ninguna diferencia significativa. Esto coincidió con lo que obtuvo Emiliano-Terrazas (2002), quien concluyó que los polímeros hidrofílicos no tienen efecto sobre la biomasa de plántulas de brócoli, bajo condiciones normales, sin estrés.

La espuma con poliacrilamida solo mostró impacto significativo, en el peso fresco de la raíz, aquí la presencia de la bacteria ocasionó un menor peso.

La espuma con cacao demostró un mejor comportamiento en ausencia del *Bacillus*, excepto en el peso seco de raíz, en donde no hubo diferencia significativa.

En el Cuadro 4.1.2 se plasman los resultados del segundo muestreo de biomasa, después de la aplicación del estrés salino

CUADRO 4.1.2 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántula de lechuga durante el segundo muestreo después de aplicar el estrés con NaCl.

MUESTREO	TRAT	PFA	PFR	PSA	PSR
DESPUÉS DEL ESTRÉS SALINO CON NaCl	TB	0.3057 a	0.1158 a	0.0213 ab	0.0104 a
	EB	0.2880 ab	0.1034 ab	0.0192 ab	0.0102 ab
	EPB	0.2721 ab	0.0809 abc	0.0185 ab	0.0084 abc
	ECB	0.2866 ab	0.0691 bc	0.0201 ab	0.0096 ab
	T	0.3090 a	0.0813 abc	0.0217 ab	0.0087 abc
	E	0.2508 b	0.0943 ab	0.0189 ab	0.0071 cd
	EP	0.2583 b	0.0860 abc	0.0180 b	0.0058 d
	EC	0.2672 ab	0.0517 c	0.0214 ab	0.0079 bcd

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco Raíz. Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

De lo anterior decimos que el peso fresco de raíz en los tratamientos en donde se aplicó *Bacillus* obtuvieron los mayores promedios, mientras que, en el resto de los tratamientos la presencia de la bacteria no fue significativa.

Debe señalarse que el modelo hipotético de acción que suponemos para la bacteria, como inductora de choque oxidativo, indicaba que las plántulas mostrarían mayor biomasa al someterlas a la condición de estrés salino. Sin embargo, la falta de respuesta, a excepción de lo observado para la biomasa de la raíz, parece indicar que la acción fue ejercida tan solo en el tejido radical o bien, por otra parte, que el modo de actuar de la bacteria es diferente al inicialmente propuesto.

No hubo diferencia significativa entre las espumas, únicamente en el peso fresco de raíz en donde la espuma con cacao fue menor.

Tampoco existieron diferencias entre los tratamientos de espuma con poliacrilamida.

Lo anterior también ocurrió entre los tratamientos de espuma con cacao.

Este resultado no coincidió con lo efectuado por Penagos, 2002, quien trabajando con diferentes espumas hidrofílicas en tomate, si obtuvo diferencias significativas para estos materiales. Sin embargo, debe considerarse que las condiciones citadas por Penagos fueron diferentes ya que el trabajo se realizó en suelos calcáreos de alta C.E. bajo estrés hídrico.

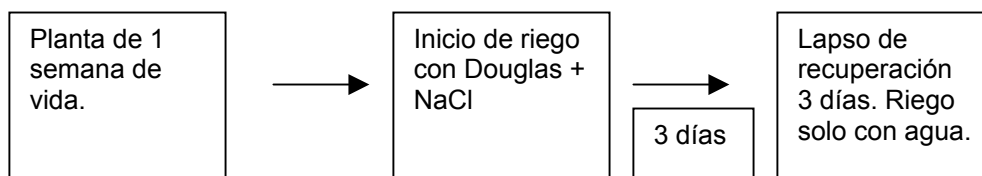


Figura 4.1.2.1. Modelo esquematizado de los intervalos de estrés y recuperación.

El cuadro siguiente 4.1.3 contiene los resultados de la biomasa del segundo muestreo de las plantas que no fueron sometidas al estrés salino.

CUADRO 4.1.3 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántulas de lechuga durante el segundo muestreo sin aplicar el estrés con NaCl.

MUESTREO	TRAT	PFA	PFR	PSA	PSR
SIN APLICAR ESTRÉS SALINO	TB	0.3144 bc	0.0780 abc	0.0247 bc	0.0094 ab
	EB	0.2409 d	0.1133 a	0.0166 e	0.0059 c
	EPB	0.2697 cd	0.0814 abc	0.0206 d	0.0071 bc
	ECB	0.2788 cd	0.0577 bc	0.0208 d	0.0072 bc
	T	0.2890 cd	0.0492 c	0.0283 ab	0.0105 a
	E	0.2860 cd	0.0552 bc	0.0232 cd	0.0076 bc
	EP	0.3409 ab	0.1029 ab	0.0250 bc	0.0076 bc
	EC	0.3851 a	0.0780 abc	0.0287 b	0.0085 ab

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco Raíz. Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

La presencia del *Bacillus* en ausencia del estrés salino fue desfavorable en todos los casos, las únicas diferencias las tuvo el tratamiento de espuma, el cual fue significativamente mejor en cuanto al peso fresco de raíz. Mientras que en el peso seco de raíz no hubo diferencias significativas. Puede suponerse que esta menor biomasa fue resultado del choque oxidativo inducido por la bacteria. La espuma sola también tuvo un efecto contrario frente a las que tenían poliacrilamida o cacao, exceptuando el peso seco de raíz en el cual no existieron diferencias. Esto fue similar a lo obtenido por Emiliano-Terrazas, 2002, en donde la espuma hidrofílica sola tuvo una menor biomasa frente a la poliacrilamida y al peat moss, esto en plántulas de brócoli.

La poliacrilamida no modificó el efecto negativo del *Bacillus*, ya que los tratamientos sin la bacteria fueron mejores, en el peso seco de la raíz no hubo ninguna diferencia. En el tratamiento de cacao ocurrió lo mismo.

El cuadro 4.1.4 nos muestra los resultados del tercer muestreo de biomasa, para las plantas que tuvieron el estrés con 150 mM de NaCl.

CUADRO 4.1.4 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántulas de lechuga durante el tercer muestreo después de aplicar el estrés con NaCl.

MUESTREO	TRAT	PFA	PFR	PSA	PSR
DESPUÉS DEL ESTRÉS SALINO CON NaCl	TB	0.5114 a	0.1641 c	0.0344 a	0.0164 bcd
	EB	0.4486 bc	0.1932 bc	0.0298 bcd	0.0160 cd
	EPB	0.4270 c	0.1585 c	0.0291 cd	0.0142 de
	ECB	0.4944 ab	0.2096 ab	0.0330 abc	0.0199 a
	T	0.4978 ab	0.1984 bc	0.0307 abc	0.0160 cd
	E	0.4412 bc	0.1994 abc	0.0296 d	0.0149 de
	EP	0.4525 bc	0.2078 ab	0.0264 d	0.0119 e
	EC	0.5261 a	0.2419 a	0.0333 ab	0.0189 ab

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco Raíz. Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

La presencia del *Bacillus* no fue significativa en todos los componentes de la biomasa, solamente en el peso fresco de la raíz en los tratamientos con poliacrilamida y cacao, donde tuvo un efecto negativo. Esto pudo ser posible, a que la bacteria mantuvo el estado de resistencia al estrés en la planta. Ayudando a que no existiera diferencias entre la biomasa de los dos tratamientos.

Tampoco hubo diferencias significativas entre las espumas, excepto en la que tenía cacao la cual en todos los componentes de la variable fue mejor. Lo mismo ocurrió entre los tratamientos con poliacrilamida, solamente en el peso fresco de la raíz la poliacrilamida sin *Bacillus* fue mejor.

El cacao sin la bacteria fue ligeramente superior en los pesos frescos, esta diferencia no se manifestó en los pesos secos, en donde no hubo ninguna diferencia significativa.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Nava (2002) quien encontró que las espumas de poliacrilamida y espuma sola, fueron mejores en biomasa a la espuma con cacao en plantas de melón.

En el cuadro siguiente se pueden ver los resultados que se obtuvieron del tercer muestreo de biomasa, de las plantas que no se sometieron al estrés.

CUADRO 4.1.5 Valores Promedios para peso fresco y seco aéreo y de raíz en plántulas de lechuga durante el tercer muestreo sin aplicar el estrés con NaCl.

MUESTREO	TRAT	PFA	PFR	PSA	PSR
SIN APLICAR ESTRÉS SALINO	TB	0.5704 bc	0.1494 d	0.0408 b	0.0178 bc
	EB	0.4969 cd	0.1850 bcd	0.0345 c	0.0156 c
	EPB	0.4649 d	0.1704 cd	0.0288 d	0.0142 c
	ECB	0.5838 b	0.2021 abc	0.0363 bc	0.0185 bc
	T	0.7742 a	0.2037 abc	0.0478 a	0.0254 a
	E	0.5605 bc	0.1960 abc	0.0366 bc	0.0208 ab
	EP	0.6147 b	0.2397 a	0.0381 bc	0.0175 bc
	EC	0.6953 a	0.2308 ab	0.0396 bc	0.0211 ab

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco Raíz. Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

La presencia del *Bacillus* provocó menores valores en la biomasa, en ausencia de estrés, siguiendo una tendencia similar al segundo muestreo. Este resultado nos dice una vez más que la bacteria tal vez desencadene un choque oxidativo, el cual llega a afectar negativamente a la planta en ausencia de un factor de estrés.

La espuma sola fue estadísticamente inferior a las espumas con cacao y poliacrilamida en el peso fresco, mientras que en el peso seco no existió ninguna diferencia.

Lo anterior coincidió con el trabajo realizado por Emiliano-Terrrazas, 2002, quien trabajando con plántulas de brócoli, obtuvo una menor biomasa en el tratamiento de espuma hidrofílica frente a la poliacrilamida y el peat moss.

La poliacrilamida sin *Bacillus* superó a su homólogo que tenía la bacteria. Lo mismo ocurrió con la espuma con cacao, aunque solamente en el peso seco aéreo no existieron diferencias.

4.2 Biomasa de las Plántulas de Tomate.

La presencia de *Bacillus subtilis* en el sustrato de las plántulas modificó la tolerancia de las mismas al estrés inducido con NaCl (Cuadro 4.2.1). En ausencia del estrés inducido por el NaCl la presencia de la bacteria se asoció con disminución en la biomasa de las plantas (Figura 4.2.2). Se supone que estas respuestas se relacionan con la habilidad de la bacteria de aumentar la síntesis de especies activas de oxígeno, las cuales son señalizadoras de las respuestas de defensa.

Cuadro 4.2.1. Valores promedio de biomasa fresca y seca para las plántulas de tomate bajo estrés inducido con salinidad.

TRATAMIENTO	PFA	PFR	PSA	PSR
Testigo	0.219 b*	0.067 b	0.032 b	0.012 b
<i>Bacillus subtilis</i>	0.432 a	0.126 a	0.044 a	0.020 a

* Promedios seguidos de la misma letra no son diferentes según una prueba DMS ($\alpha=0.05$). PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco Raíz.

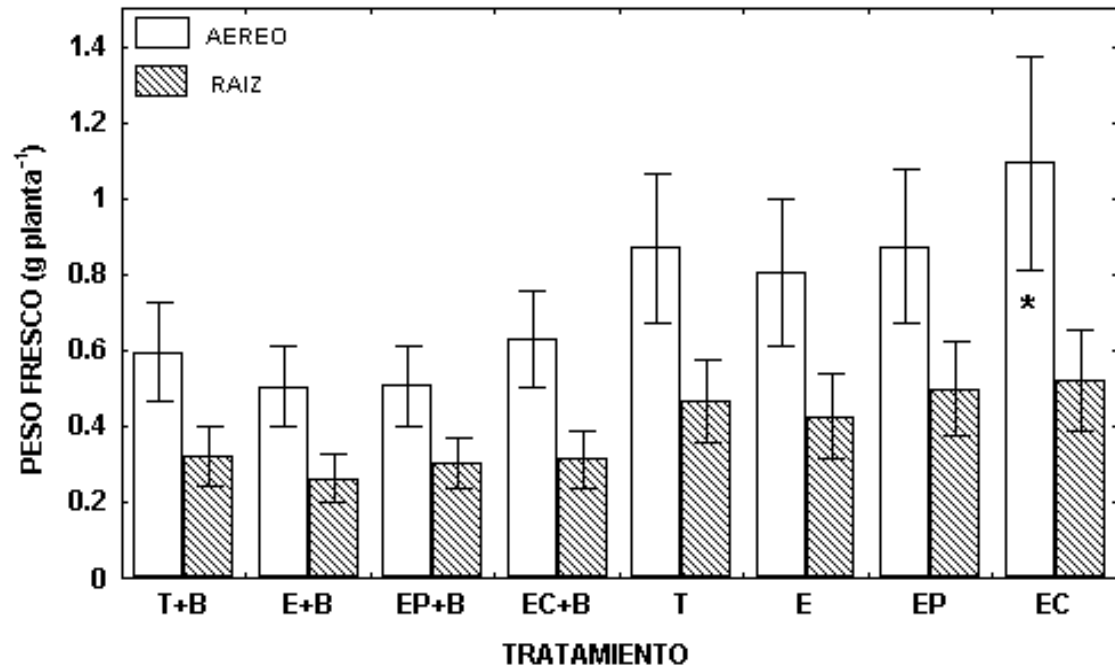


Figura 4.2.2. Peso fresco de la raíz y la parte aérea de las plántulas en solución nutritiva Douglas. Los sustratos con *Bacillus* se marcan con +B. Las claves de los sustratos son descritas en materiales y métodos.

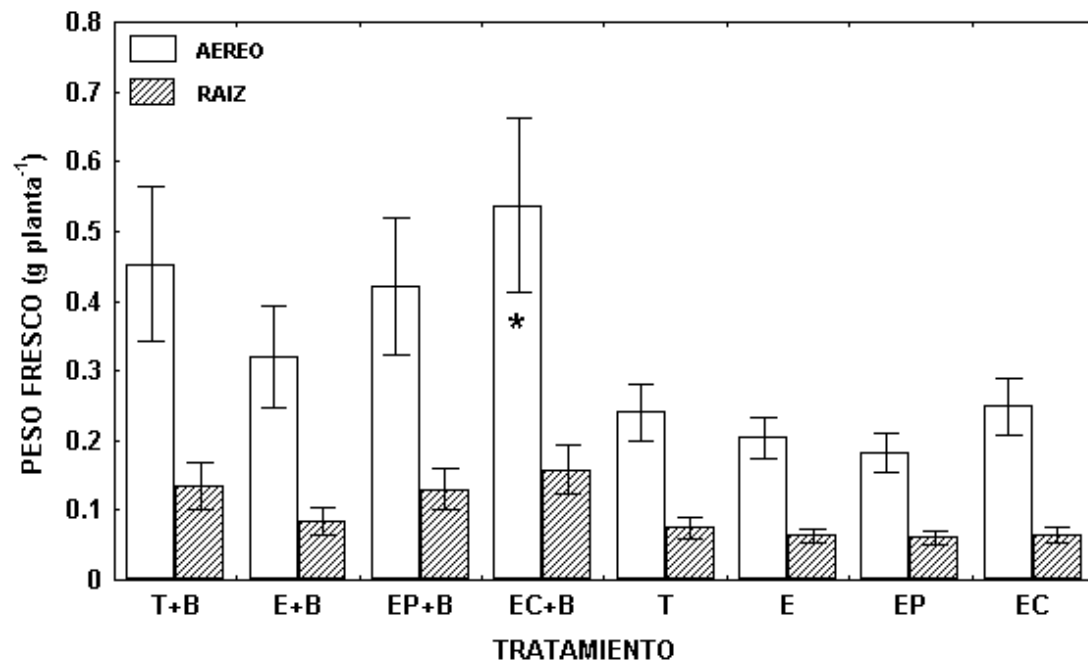


Figura 4.2.3. Peso fresco de la raíz y la parte aérea de las plántulas en solución nutritiva Douglas más 250 mM de NaCl. Los sustratos con *Bacillus* se marcan con +B. Las claves de los sustratos son descritas en materiales y métodos.

En la solución Douglas se observó un incremento significativo en la biomasa de las plántulas del tratamiento de espuma hidrofílica con tierra de cacao. El mismo efecto se observó en la solución Douglas con 250 mM NaCl siempre y cuando se contara con la presencia de la bacteria (Figura 4.2.3).

4.3 Resultados del Experimento con Plantas de Tomate en Maceta.

Las mediciones de las variables se determinaron de igual manera que en los experimentos anteriores, antes y después de someter las plantas al estrés salino.

4.3.1 Altura de Planta y Número de Nudos Antes del Estrés Salino.

El cuadro 4.3.1.1 muestra los resultados obtenidos en estas dos variables, en la etapa anterior al estrés salino.

CUADRO 4.3.1.1. Valores Promedios para Altura y Numero de Nudos en plantas de tomate durante el primer muestreo sin aplicar el estrés con NaCl.

TRAT	ALTURA	# NUDOS
T	29.5187492 a	8.4375 a
TB	24.46875 a	7.75 b
EP	28.96875 a	8.6875 a
EPB	38.30937558 a	7.25 bc
E	29.15625 a	8.6875 a
BE	24.78125 a	8.4375 ab
EC	27.09375 a	8.375 ab
ECB	21.625 a	7.4375 b

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco Raíz. Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

Los resultados de la prueba de medias efectuada para altura, mostraron que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con espumas y con el *Bacillus subtilis*. Esto fue similar a lo obtenido por Emiliano-Terrazas (2002) quien concluyó que los biopolímeros a base de almidón no tienen efecto sobre la altura de la plántulas de brócoli, en condiciones de ambiente normales.

Para la variable de número de nudos, se puede ver nuevamente el efecto negativo de la bacteria, ya que los tratamientos sin el *Bacillus* tuvieron un menor número de nudos; aunque en este caso el efecto no es tan marcado. En cuanto a las espumas no existieron diferencias significativas entre ellas.

Los resultados obtenidos por los tratamientos con la bacteria, nos indican, que tal vez por el volumen de sustrato que se manejo en planta no se permitió que la bacteria pudiera actuar.

4.3.2 Altura y número de nudos por planta después del estrés salino

En esta variable se analizó por separado la interacción de los tratamientos a los cuales se les aplicó estrés salino y a los que no lo tuvieron; este análisis se complementó con otro en el cual se analizó por separado el efecto de la bacteria contra la presencia de sal en la solución del agua de riego.

En este cuadro se anotaron los resultados de las pruebas de medias para las variables antes mencionadas, después de que se aplicó el estrés salino 250 mM de NaCl.

CUADRO 4.3.2.1. Valores promedio para altura y número de nudos por planta en tomate después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl.

TRAT	SAL	ALTURA	# NUDOS
T	1	59.375 ab	8.25 b
	2	60 ab	9.5 ab
TB	1	54.75 b	9.625 ab
	2	45.75 c	8.625 b
EP	1	58.75 ab	10.75 a
	2	48.5625 b	8.75 b
EPB	1	53.25 b	10.875 a
	2	59.875 bc	8.875 b
E	1	53.625 b	11 a
	2	59.875 ab	10.125 a
EB	1	62.5 a	10.125 a
	2	50 bc	8.625 b
EC	1	63.75 a	10.375 a
	2	48.5 bc	9.625 ab
ECB	1	54.125 b	8.875 b
	2	48.375 bc	8.375 b

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

En el primer análisis 4.3.2.1 la presencia del estrés salino ocasiono una menor altura de las plantas. Esto es similar a lo dicho por Larcher, 1995, quien cita que un retardo del crecimiento en plantas, es debido a que el contenido de sales afecta los procesos como la glicólisis, el ciclo de Krebs, entre otros. No existieron diferencias de la espuma hidrofílica sola contra la espuma con cacao y poliacrilamida, ni entre los dos tratamientos de cacao y poliacrilamida.

Coincidiendo con los resultados obtenidos por Emiliano-Terrazas,2002, quien también encontró que las espumas hidrofílicas no tuvieron efecto en la altura de plántulas de brócoli sometidas a estrés hídrico.

CUADRO 4.3.2.2. Valores promedio para altura y número de nudos por planta en tomate después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl para el efecto del *Bacillus subtilis* contra el NaCl.

TRAT	ALTURA	# NUDOS
T	59.687 a	9.062 b
TB	50.25 b	9.125 b
EP	53.656 b	9.75 ab
EPB	50.50 b	9.875 a
E	56.75 a	10.522 a
EB	56.25 a	9.375 ab
EC	56.125 a	10.00 a
ECB	51.25 b	8.625 b

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

En la segunda prueba 4.3.2.2, los tratamientos con *Bacillus subtilis* fueron menores significativamente a los que no los tenían. Este efecto no se observó en los tratamientos con espuma hidrofílica y espuma con poliacrilamida.

Para la variable número de nudos (Cuadro 4.3.2.1) también existieron diferencias entre los tratamientos a los que se les aplicó el estrés salino. No existieron diferencias entre las espumas; ni entre los tratamientos de poliacrilamida y cacao. Para el segundo caso 4.3.2.2 no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con *Bacillus* y sin *Bacillus*. Esto pudo ser debido a que un mayor volumen de sustrato no permitió que la bacteria interactuará con la planta.

4.3.3 Número de Racimos y Número de Frutos.

Al igual que las variables anteriores se separó el efecto del estrés salino en el conjunto de los tratamientos y el efecto del NaCl exclusivamente contra el *Bacillus*.

En el número de racimos florales no existieron diferencias significativas, entre los tratamientos con la bacteria y sin la bacteria. Tampoco existieron diferencias significativas entre las espumas, excepto las que tenían poliacrilamida que fueron ligeramente menores. (Cuadro 4.3.3.1)

En cuanto a la comparación del efecto del *Bacillus subtilis* contra la presencia de sal no existieron diferencias significativas para ningún factor o variable. (Cuadro 4.3.3.2)

Para al número de frutos si existieron diferencias significativas entre los tratamientos que se les aplicó sal y los que no se sometieron al estrés. Coincidiendo con lo mencionado por Maiti, 2002, quien dice que el efecto general de la salinidad es reducir la tasa de crecimiento, debido a su efecto osmótico en la planta. No hubo diferencias entre las espumas, ni en el cacao. (Cuadro 4.3.3.1)

En cuanto a la separación de los tratamientos con base a la presencia de la bacteria contra el NaCl, esta resultó ser no significativa para los dos tipos de tratamientos. Esto pudo ocurrir por que la bacteria fue aplicada en un mayor volumen de sustrato y no pudo interactuar con la planta. (Cuadro 4.3.3.2).

CUADRO 4.3.3.1. Valores promedio para número de racimos y número de frutos por planta en tomate después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl.

TRAT	SAL	# RACIMOS	# FRUTOS
T	1	3.625 ab	2 b
	2	3.75 ab	2 b
TB	1	4 ab	3.5 a
	2	2.125 bc	1.5 b
EP	1	2.875 b	3.75 a
	2	4.625 a	3 ab
EPB	1	3 b	1.75 b
	2	2.75 b	2.25 b
E	1	3.25 ab	3 ab
	2	4.25 ab	3.5 a
EB	1	3.875 ab	4.75 a
	2	3 b	1.25 b
EC	1	3.75 ab	2.5 b
	2	3.875 ab	3.5 a
ECB	1	2.625 b	1.25 b
	2	3 b	3.25 a

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

CUADRO 4.3.3.2. Valores Promedios de la interacción del *Bacillus subtilis* contra la solución salina para Número de Racimos y Número de Frutos por planta en tomate después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl.

TRAT	# RACIMOS	# FRUTOS
T	3.687 a	2.0 a
TB	3.062 a	2.50 a
EP	3.75 a	3.37 a
EPB	2.875 a	2.0 a
E	3.75 a	3.25 a
EB	3.437 a	3.0 a
EC	3.812 a	3.0 a
ECB	2.812 a	2.25 a

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

4.4 Resultados de Biomasa de las Plantas.

Para el peso aéreo fresco (Fig.4.4.1) y seco (Fig.4.4.4) la sal tuvo un efecto negativo en la biomasa. Esto no ocurrió en el testigo, ni en el tratamiento de *Bacillus* mas cacao en los cuales no hubo diferencias significativas. Este efecto fue coincidente con Larcher (1995) y Maiti (2002). Quienes afirman que el retardo del crecimiento de las plantas sometidas a salinidad es debido a que la sal afecta funciones fisiológicas de la planta como la glicólisis, el ciclo de Krebs, entre otras.

La presencia del NaCl no tuvo ningún efecto en los pesos fresco y seco de la raíz. Coincidiendo con lo dicho por Maiti (2002), quien dijo que la salinidad en algunos casos puede no afectar a la raíz (Cuadro 4.4.3).

La presencia del *Bacillus subtilis* no fue significativa en la biomasa, excepto en los tratamientos testigo y con cacao. Esto pudo ocurrir debido a que el volumen de sustrato fue mayor y no permitió la acción de la bacterias. Cuadro 4.4.3

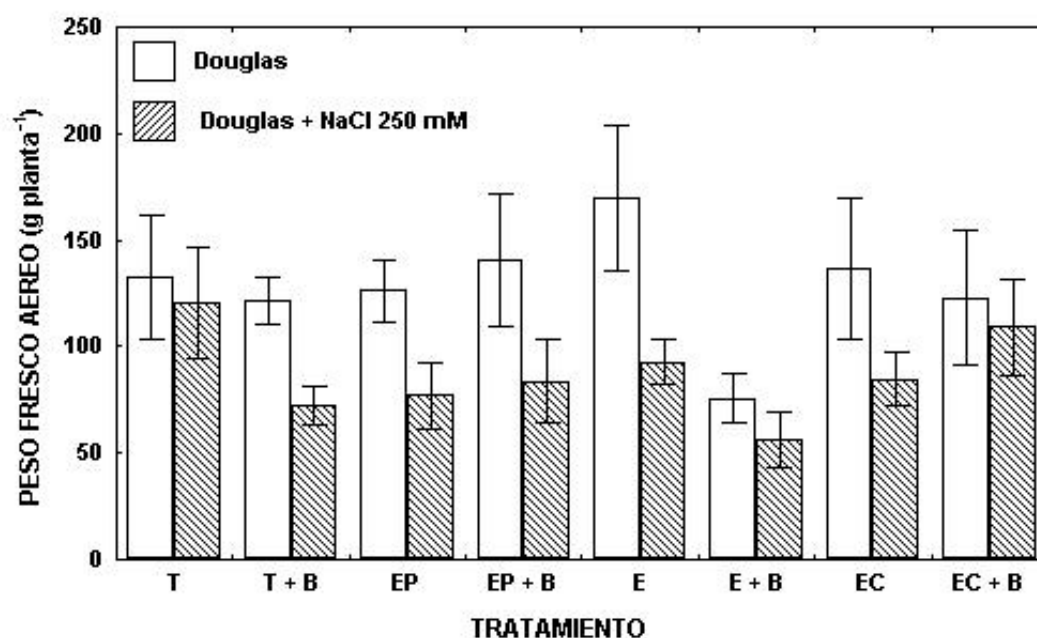


Figura 4.4.1. Peso fresco de la parte aérea de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl. Los sustratos con *Bacillus* se marcan con +B. Las claves de los sustratos son descritas en materiales y métodos.

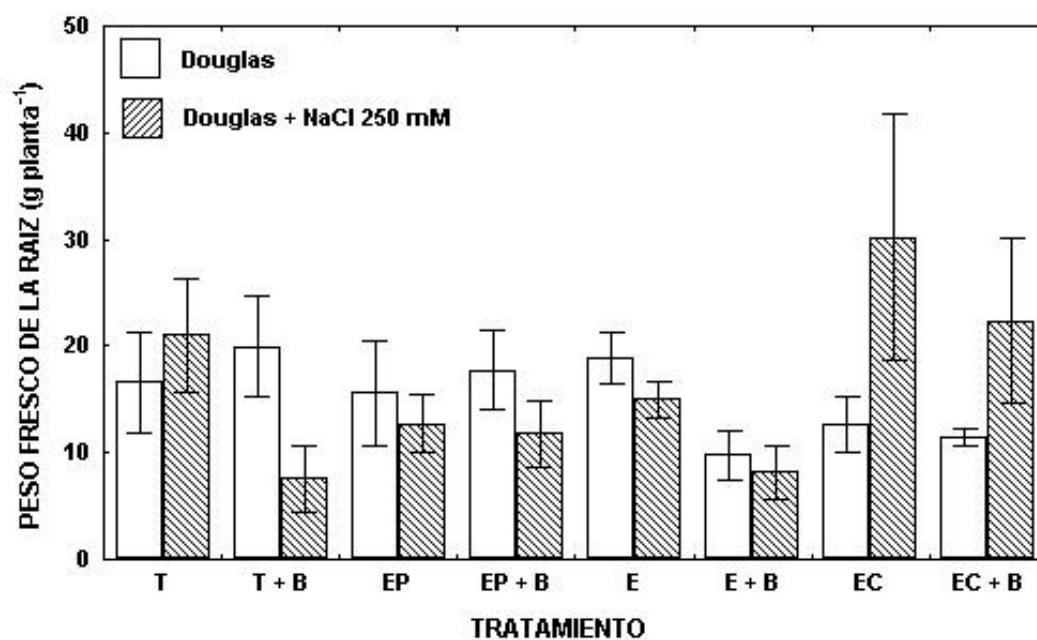


Figura 4.4.2. Peso fresco de la raíz de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl. Los sustratos con *Bacillus* se marcan con +B. Las claves de los sustratos son descritas en materiales y métodos.

No existieron diferencias significativas entre las espumas; ni entre los tratamientos con poliacrilamida. Esto no coincidió con lo que obtuvieron Emiliano-Terrazas, Lozada y Penagos (2002), quienes en diversos experimentos si reportaron diferencias entre los diferentes tratamientos de espumas aplicados.

El cacao fue mejor en los pesos secos de raíz, por que aumento el peso de esta. Esto fue similar a lo que obtuvo Penagos, 2002, en tomate obtuvo una mayor biomasa en las plantas del tratamiento de espuma hidrofílica con cacao. (Fig. 4.4.5)

CUADRO 4.4.3. Valores Promedios para Peso Fresco y Seco Aéreo y de Raíz de las Plantas de Tomate después de aplicar el estrés con 250 mM de NaCl.

TRAT	SAL	PFA	PFR	PSA	PSR
T	1	132.75 a	16.575 b	28.149 ab	2.325 ab
	2	120.349 ab	21 ab	29.799 ab	2.787 ab
TB	1	121.275 ab	19.975 ab	23.850 ab	2.5 ab
	2	72.25 b	7.599 bc	16.70 bc	2.225 b
EP	1	126.099 ab	15.574 b	26.350 ab	2.562 ab
	2	76.875 b	12.699 b	16.274 bc	2.287 b
EPB	1	140.625 a	17.774 b	30.20 ab	2.875 ab
	2	83.699 b	11.774 b	21.924 ab	2.062 b
E	1	169.524 a	18.975 ab	33 a	3.075 ab
	2	92.849 b	15.024 b	21.549 ab	2.650 ab
EB	1	75.425 b	9.821 b	19.274 b	2.25 b
	2	56.70 b	8.149 bc	13.050 bc	1.549 bc
EC	1	136.75 a	12.725 b	26.674 ab	2.312 b
	2	84.625 b	30.20 a	19.549 b	2.487 a
ECB	1	123 ab	11.449 b	27.150 ab	2.25 b
	2	109.175 ab	22.325 a	28.375 ab	3.512 a

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco Raíz. Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

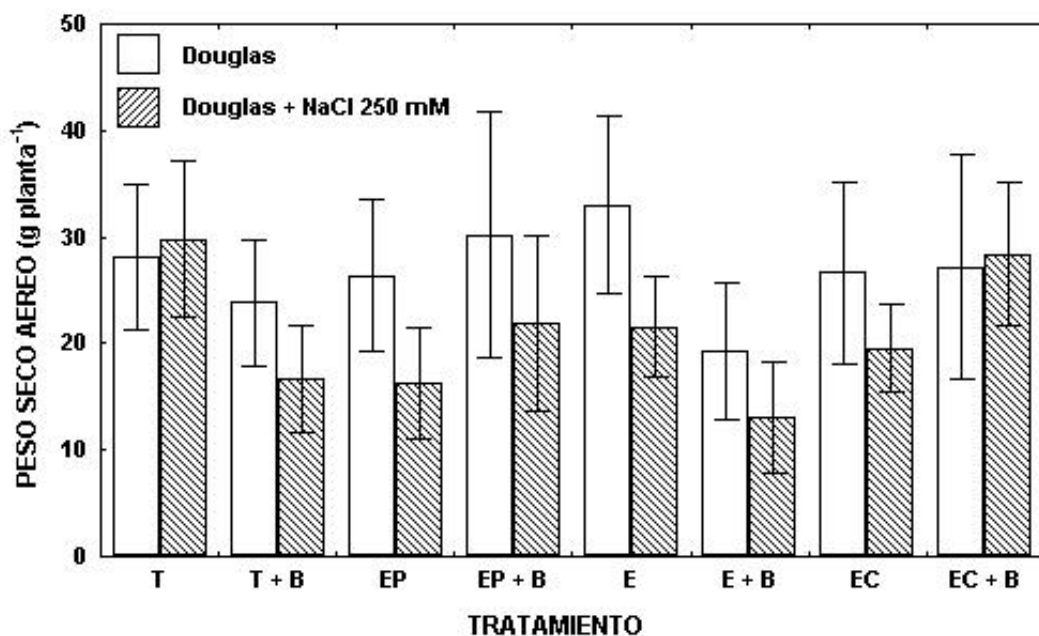


Figura 4.4.4. Peso seco de la parte aérea de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl. Los sustratos con *Bacillus* se marcan con +B. Las claves de los sustratos son descritas en materiales y métodos.

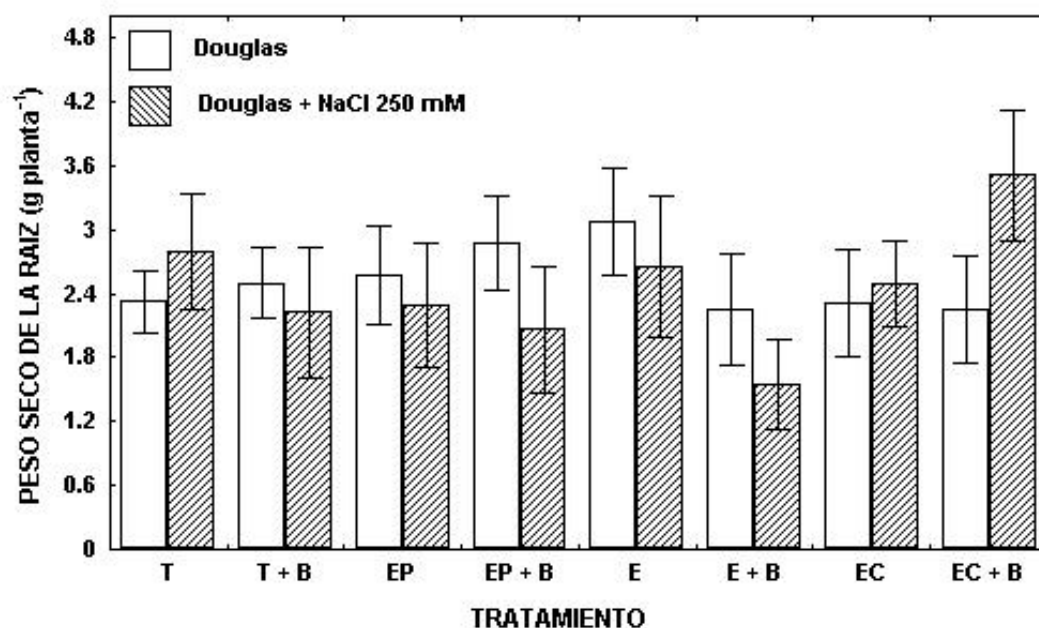


Figura 4.4.5. Peso seco de la raíz de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl. Los sustratos con *Bacillus* se marcan con +B. Las claves de los sustratos son descritas en materiales y métodos.

4.5 Peso de Fruto por Planta por Corte.

Esta variable se analizó en toda su interacción en cinco cortes, dos niveles de sal, y ocho tratamientos de espumas y el *Bacillus*. (Cuadro 1 Apéndice).

Además se analizó el efecto de los tratamientos con el estrés salino de una manera separada. Cuadro 4.5

En los cinco cortes existió una marcada diferencia significativa para los niveles de sal, ya que los tratamientos sometidos al estrés salino (Nivel de sal 2), tuvieron un menor peso de fruta. Esto coincidió con lo descrito por Larcher, 1995; quien dijo que cuando el contenido de sales ocasiona cambios en los sistemas enzimáticos de la glicólisis, resultando en una menor disponibilidad de energía y adquisición de nutrientes minerales esenciales para el crecimiento. (Cuadro 1 Apéndice).

El mejor corte de todos fue el número dos, en todos los tratamientos se obtuvieron los mejores promedios. (Cuadro 1 Apéndice).

El *Bacillus subtilis* tuvo un efecto favorable en los cortes dos y cinco, en los cortes tres y cuatro no hubo diferencias y en el primer corte tuvo un efecto contrario. De manera general el *Bacillus* tuvo un efecto favorable en los últimos cortes, esto tal vez pudo ser debido a que el sistema radicular de las plantas puso en contacto a la bacteria con la planta.

La espuma hidrofílica fue superada por los otros tipos de espumas, excepto en los cortes tres y cuatro donde no hubo diferencias.

La poliacrilamida se comportó mejor sin la presencia de la bacteria en los tres primeros cortes, mientras que en los dos últimos la que tuvo *Bacillus* fue mejor.

El efecto de la espuma de cacao fue mejor sin el *Bacillus* en todos los cortes, únicamente en el último corte *Bacillus* fue mejor. Esto coincidió con lo obtenido por Penagos (2002), en donde la espuma con cacao fue el mejor tratamiento de todos en tomate.

El siguiente cuadro muestra la prueba de medias para todos los cortes en interacción del estrés salino con los tratamientos. (Cuadro 4.5)

CUADRO 4.5 Valores Promedios del Efecto del Estrés Salino para todos los cortes de fruta en tomate en todos los tratamientos.

TRAT	SAL	PTFCP
TB	1	64.48048 ab
	2	11.89167 cd
EB	1	54.47679 ab
	2	16.47679 cd
EPB	1	76.41657 a
	2	18.53762 cd
ECB	1	39.520 bc
	2	21.17524 c
T	1	56.76750 ab
	2	25.92667 bc
E	1	43.40500 bc
	2	20.58286 c
EP	1	49.0850 b
	2	18.44071 cd
EC	1	59.98333 ab
	2	20.27143 c

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

Nivel de Sal, 1 = Sin Estrés Salino, 2 = Con 250 mM de NaCl. PTFCP= Peso Total de Fruta por corte por Planta. Trat. TB = Testigo + *Bacillus*, EB = Espuma Hidrofílica + *Bacillus*, EPB = Espuma con Poliacrilamida + *Bacillus*, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + *Bacillus*.

Aquí también se puede ver la diferencia significativa de los tratamientos que fueron sometidos al estrés salino, ya que estos tuvieron el menor peso de fruto. Este efecto fue coincidente con Larcher (1995) y Maiti (2002). Quienes afirman que el retardo del crecimiento de las plantas sometidas a salinidad es debido a que la sal afecta funciones fisiológicas de la planta como la glicólisis, el ciclo de Krebs, entre otras.

De manera general se puede ver una ligera diferencia, en donde los tratamientos con la bacteria fueron mejores.

No hubo diferencias entre las espumas, excepto en la de cacao que superó a la espuma testigo. La poliacrilamida se comportó mejor en presencia del *Bacillus*, caso contrario ocurrió con el tratamiento de cacao.

4.5.1 Análisis de la Interacción de los Cortes por los Niveles de Sal.

4.5.1.1 Nivel de Sal 1 (Sin Estrés Salino).

En general el *Bacillus* no mostró diferencia significativa en los cortes, excepto en el primero y ultimo corte. En el primer caso mostró un efecto negativo en la producción de fruta y en el ultimo mostró un efecto totalmente contrario. En el primer caso pudo ser debido a las especies reactivas de oxígeno que se cree produce la bacteria afecta la producción de fruta. Y en el segundo caso la planta superó ese efecto.

La espuma hidrofílica fue superada por sus similares de cacao y poliacrilamida en todos los cortes. La poliacrilamida se comportó mejor en los dos primeros cortes sin la bacteria, caso contrario ocurrió en los tres últimos cortes, en este caso los tratamientos con la bacteria fueron mejores.

Con el cacao ocurrió algo similar, en los cortes uno y tres no hubo diferencias, los cortes dos y cuatro fueron mejores sin la bacteria, y el ultimo corte se comportó mejor en presencia del *Bacillus*, siguiendo la tendencia favorable del *Bacillus* para todos los tratamientos en el ultimo corte. Esto fue similar a lo obtenido por Penagos, 2002, quien también reportó diferencias entre los diferentes tratamientos de espumas en tomate.(Cuadro 2 Apéndice).

4.5.1.2 Nivel de Sal 2 (Con Estrés Salino 250 mM de NaCl).

Para este nivel de sal, el *Bacillus* tuvo un efecto negativo en la producción de fruta en los cortes uno y cuatro, no hubo diferencias en el corte dos. Mientras que en el corte cinco hubo un efecto favorable, en el tres ocurrió lo mismo con la poliacrilamida y el cacao. También se observó un efecto favorable de la bacteria hasta el último corte. Tal vez debido a que el sistema radicular de las plantas puso en contacto a la bacteria con la planta.

La espuma hidrofílica no mostró diferencias significativas con sus similares de cacao y poliacrilamida, pero en el último corte la de cacao fue mejor. Esto fue igual a lo reportado por Nava, 2002, quien obtuvo que la salinidad, en este caso del suelo, afectó las propiedades características de las espumas.

En la espuma con poliacrilamida ocurrió lo mismo, únicamente que en el corte uno fue mejor sin la bacteria y en el último con la presencia de esta.

En los dos primeros cortes el cacao no mostró diferencias significativas, en el corte tres fue mejor con *Bacillus*, mientras que en los cortes cuatro y cinco ocurrió lo contrario. .(Cuadro 3 Apéndice)

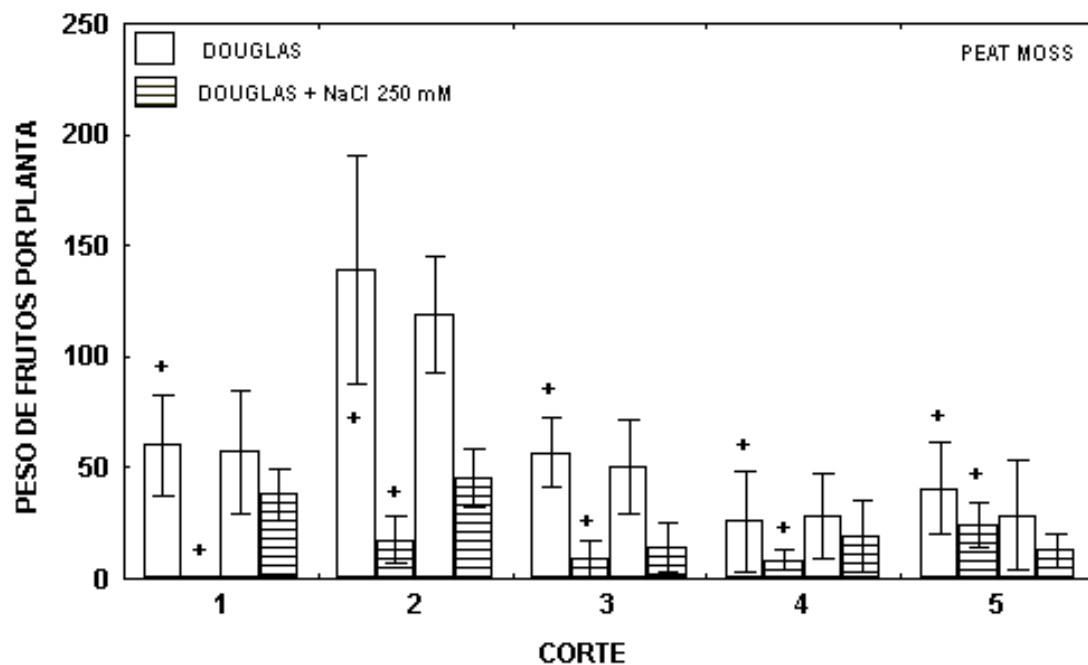


Figura 4.5.1.1. Peso total de fruta por corte por planta en el tratamiento testigo (peat moss) de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl. Los sustratos con *Bacillus* se marcan con +. Las claves de los sustratos son descritas en materiales y métodos.

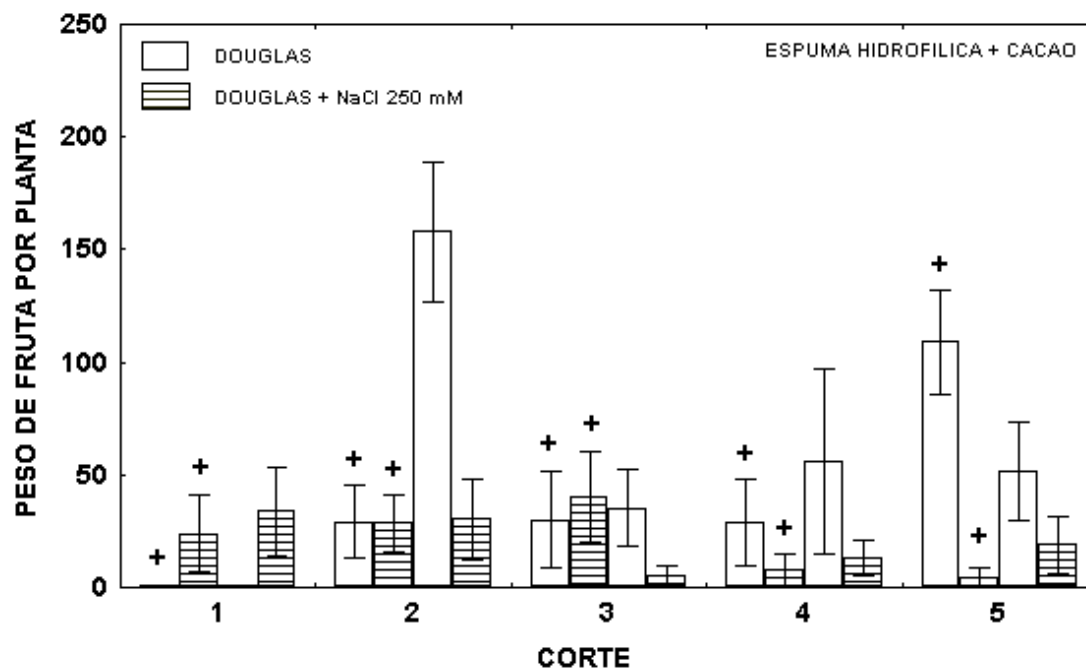


Figura 4.5.1.2. Peso total de fruta por corte por planta en el tratamiento de espuma hidrofílica con cacao de las plantas regadas con solución nutritiva Douglas y Douglas más 250 mM de NaCl. Los sustratos con *Bacillus* se marcan con +. Las claves de los sustratos son descritas en materiales y métodos.

V CONCLUSIONES.

La bacteria *Bacillus subtilis* demostró modificar las respuestas de las plántulas de lechuga y tomate sometidas a estrés salino inducido con NaCl, por lo que esta bacteria pudiera ser un inductor de resistencia sistémica al aumentar la biomasa de estas. Mientras que en etapa de planta no tuvo ningún efecto.

En ausencia de estrés salino la presencia de la bacteria fue negativa para los tratamientos a los cuales se les aplicó, al reducir su biomasa.

Las espumas hidrofílicas biodegradables demostraron que tienen capacidad de inmovilizar microorganismos vivos dentro de su matriz polimérica.

La espuma hidrofílica con tierra de cacao favoreció un aumento en la biomasa de las raíces de plántulas de tomate y lechuga.

LITERATURA CITADA.

Benavides, M., A. 2002. Ecofisiología y Bioquímica del Estrés en Plantas. Depto. de Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 223 p.

Bowler, C., M. Van Montagu, D. Inzé. 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 43:83-116.

Emiliano-Terrazas, C. 2002. Tesis de Licenciatura. Uso de espumas hidrofílicas bajo condiciones de estrés hídrico y su efecto en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica L.). UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Epstein, E. 1983. Crops tolerant of salinity and other mineral stresses. In: Ciba Found Symp. 97: Better crops for food. Pitman, London, pp. 61-76.

Falconí, et al. 2002. Investigaciones sobre control biológico de moniliasis con bacterias. Proyecto IQ-CV-025.
En: <http://www.fondocompetitivopromsa.org/html/proyecto/detalle/025.htm>

Flowers, T.J. 1985. Physiology of halophytes. Plant Soil 89:41-56.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana. Publicaciones UNAM. México, D. F.

Gossett D.R., E. P. Millhollon and M. C. Lucas. 1994. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton. Crop Sci. 34:706-714.

Grattan, C. R. and S. M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hort.* 78:127-157.

<http://www.cnb.uam.es/~foto/feria2002/page/fichas.html#Anchor-Bacillus-11481>

<http://www.tavan.es/botry-stop.htm,2002>. Microorganismos Antagonistas y Resistencia Inducida.

Kuc, J. 1982. Induced immunity to plant disease. *BioScience* 32:854-860.

Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 506 p.

Lozada R., A. 2002. Tesis de Licenciatura. El uso de espumas hidrofílicas y otros sustratos en dos soluciones nutritivas para la producción de plántula de brocoli. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Maiti, R. K. y A. Benavides M. 2002. Salinidad. En: A. Benavides M. (Compilador). *Ecofisiología y Bioquímica del Estrés en Plantas*. UAAAN. Saltillo, México. pp. 54-56

Nava S., I. 2002. Tesis de Licenciatura. Uso de espumas hidrofílicas para aumentar la eficiencia del uso del agua en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) bajo invernadero. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Nuez, F. 1995. *El cultivo del tomate*. Ediciones Mundiprensa. España.

Olvera, G. J. 1995. El Jitomate Mexicano: Complemento del Mercado Estadounidense. En: revista Claridades Agropecuarias, Editor M. Yoldi. ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 25:1-40.

Olvera, G. J. 1998. Jitomate, La Hortaliza de Excelencia en Exportación. En: revista Claridades Agropecuarias, Editor M. Yoldi. ASERCA. (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 62: 1-40.

Ordóñez P., J. A. 2002. Tesis de Licenciatura. Evaluación de diversos sustratos y soluciones nutritivas en la producción de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Great Lakes). UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Padrón-Gamboa, G., A. Benavides-Mendoza, A. Flores-Olivas, L. M. Lasso-Mendoza, J. Romero-García, H. Ramírez-Rodríguez, V. Robledo-Torres, J. Hernández-Dávila. 2002. Uso de Espumas Hidrofilicas Biodegradables para Mejorar el Crecimiento e Incrementar la Tolerancia al Estrés en Plantas Hortícolas. Memoria de la XIV Semana Internacional de Agronomía, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. Septiembre del 2002. pp. 231-240. ISBN 968-6404-34-1.

Penagos D., E. M. 2002. Tesis de Licenciatura. Uso de espumas Hidrofilicas para aumentar la eficiencia del uso de agua en el cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo invernadero. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Robledo T. ,V. 2002. Bases Geneticas de la Resistencia al Estrés Oxidativo. En: A. Benavides M. (Compilador). Ecofisiología y Bioquímica del Estrés en Plantas. UAAAN. Saltillo, México. pp. 145-150

Ryals, J., S. Uknes, E. Ward. 1994. Systemic acquired resistance. Plant Physiol. 104: 1109-1112

Soto L., P. 1998. Efecto de *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* y *Serratia marcescens* como bacterias antagónicas controladoras de *Rhizoctonia solani* en haba (*Vicia faba*), Arequipa. En: www.geocities.com/raaaperu/resuinv.html#soto

Valadez, L. A. 1997. Producción de Hortalizas. 6ª Reimpresión. ED. LIMUSA.
México, D. F.

APENDICE

CUADRO 1. Valores Promedios del Peso Total de Fruta por Corte por Planta en todos los cortes y todos los tratamientos.

TRAT	NIVEL SAL	CORTES				
		1	2	3	4	5
TB	1	60.142 bc	138.957 ab	56.785 bc	25.91 cd	40.599 cd
	2	0 d	17.333 cd	9 cd	8.5 cd	24.625 cd
EB	1	66.187 bc	152.187 ab	32.437 cd	21.571 cd	0 d
	2	33.062 cd	18.812 cd	10.087 d	4.428 d	17.166 cd
EPB	1	0 d	47.571 bc	87.028 bc	57.142 b	190.339 a
	2	12 d	23.125 c	19.274 cd	12.571 cd	25.716 cd
ECB	1	0 d	29.25 c	30.087 cd	29.212 cd	109.050 ab
	2	23.928 cd	28.714 c	40.599 cd	7.833 d	4.800 d
T	1	57.125 bc	119.187 ab	50.40 bc	28.625 cd	28.5 cd
	2	37.950 cd	45.25 bc	14.437 cd	19.062 cd	12.933 cd
E	1	12.25 d	52.562 bc	97.90 b	17.625 cd	36.6875 cd
	2	18.5 cd	43.571 bc	15.64 cd	21.60 cd	3.59 d
EP	1	64.687 bc	103 b	46.962 c	30.776 cd	0 d
	2	27.25 cd	36.125 cd	16.89 cd	11.928 cd	0 d
EC	1	0 d	157.833 ab	35.083 cd	55.75 bc	51.25 bc
	2	33.93 cd	30.214 cd	4.928 d	13.285 cd	19 cd

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

Nivel de Sal, 1 = Sin Estrés Salino, 2 = Con 250 mM de NaCl. PTFCP= Peso Total de Fruta por corte por Planta. Trat. TB = Testigo + Bacillus, EB = Espuma Hidrofílica + Bacillus, EPB = Espuma con Poliacrilamida + Bacillus, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + Bacillus.

CUADRO 2. Valores Promedios del Peso Total de Fruta por Corte por Planta en todos los cortes y con el Nivel de Sal 1, Sin Estrés.

TRAT	CORTES				
	1	2	3	4	5
T B	60.142 bc	138.95 ab	56.785 bc	25.916 c	40.59 bc
EB	66.187 bc	152.18 ab	32.437 c	21.571 c	0 d
EPB	0 d	47.571 b	87.028 bc	57.142 bc	190.339 a
ECB	0 d	29.25 c	30.087 c	29.212 c	109.050 ab
T E	57.125 bc	119.187 ab	50.40 bc	28.625 c	28.5 c
E	12.25 c	52.562 bc	97.90 bc	17.625 c	36.687 b
EP	64.68 bc	103 b	46.962 bc	30.774 c	0 d
EC	0 d	157.833 ab	35.083 bc	55.75 bc	51.25 b

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

Nivel de Sal, 1 = Sin Estrés Salino, 2 = Con 250 mM de NaCl. PTFCP= Peso Total de Fruta por corte por Planta. Trat. TB = Testigo + Bacillus, EB = Espuma Hidrofílica + Bacillus, EPB = Espuma con Poliacrilamida + Bacillus, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + Bacillus.

CUADRO 3. Valores Promedios del Peso Total de Fruta por Corte por Planta en todos los cortes y con el Nivel de Sal 2, Con Estrés, 250 mM de NaCl.

TRAT	CORTES				
	1	2	3	4	5
TB	0 c	17.333 ab	9 bc	8.5 b	24.625 ab
EB	33.062 ab	18.812 ab	10.087 bc	4.428 bc	17.166 ab
EPB	12 b	23.125 ab	19.274 ab	12.571 ab	25.716 ab
ECB	23.928 ab	28.714 ab	40.59 ab	7.833 bc	4.80 bc
T	37.950 ab	45.25 a	14.437 ab	19.062 ab	12.93 ab
E	18.5 ab	43.571 ab	15.642 ab	21.60 ab	3.59 bc
EP	27.25 ab	36.125 ab	16.899 ab	11.928 b	0 c
EC	33.928 ab	30.214 ab	4.928 bc	13.285 ab	19 ab

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con $\alpha = 0.05$.

Nivel de Sal, 1 = Sin Estrés Salino, 2 = Con 250 mM de NaCl. PTFCP= Peso Total de Fruta por corte por Planta. Trat. TB = Testigo + Bacillus, EB = Espuma Hidrofílica + Bacillus, EPB = Espuma con Poliacrilamida + Bacillus, ECB = Espuma con Tierra de Cacao + Bacillus.