

INTRODUCCION

El origen de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, en México se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos llevados a España y servidos como alimento. En países europeos solo se utilizaban en farmacia hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos (Rick, 1974).

El tomate es una de las hortalizas más importantes de México ocupa el segundo lugar de los productos agroalimentarios de exportación después del café, reportándose en promedio un valor de 444 millones de dólares, con una producción de 19 millones de toneladas durante 1990 al 2001 (CIEA- SAGARPA, 2002).

El tomate y la papa se ubican entre los cultivos más importantes para la alimentación humana, tanto en América como en Europa. A escala mundial ambos cultivos sobresalen al contribuir el 47% de la producción de hortalizas, seguidas por la col, la sandía y la cebolla. En el comercio internacional de hortalizas el 70% se encuentra en 7 productos: papa, tomate, cebolla, sandía, pepino, lechuga y melón (Anónimo, 1994).

A nivel mundial el tomate ocupa el segundo lugar entre las hortalizas: nacionalmente es la más importante tanto para la generación de empleos como por la aportación de divisas derivados de las exportaciones (Arellano y Gutiérrez, 2003).

En años recientes, se ha retomado el interés de utilizar bacterias promotoras de crecimiento en la producción de cultivos.

Estas bacterias se han aplicado a semillas, tubérculos o raíz, y son capaces de colonizar las raíces de las plantas y estimular el crecimiento y rendimiento de cultivos (Chanway *et al.*, 1989).

El cultivo de la papa ya se practicaba durante el descubrimiento de América y parecía a ser muy antiguo en las regiones de Chile hasta la Nueva Granada (Montaldo, 1984).

La papa es el cultivo más importante, después de los cereales, en la alimentación humana; supera al trigo (*Triticum aestivum* L.), arroz (*Oriza sativa* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en producción de materia seca y de proteína por unidad de área (Hooker, 1980). Es también una hortaliza muy importante, no solamente por la superficie que anualmente se destina a su cultivo, sino por la cantidad de carbohidratos que aporta a la alimentación del pueblo mexicano. Es una de las hortalizas que proporciona fuentes muy significativas de energía como alimento de uso tradicional. Ofrece mayor producción de calorías por ha y es el segundo lugar en cuanto a la producción por unidad de superficie de proteína diaria, después de la soya (CIEA-SAGARPA, 2002).

Se cultiva actualmente en todo el mundo y en muchos países es la comida básica como el arroz, el pan, o las pastas. En Alemania Oriental, Rusia y Polonia se consumen alrededor de 180 kilogramos de papa per-cápita por año. Por su parte, el promedio de consumo nacional per-cápita promedio en México durante el periodo 1992-2001 fue de 16.5 kilogramos por persona (CIEA-SAGARPA, 2002).

Las bacterias promotoras del crecimiento de plantas, habitan en la raíz que estimulan significativamente el crecimiento de la planta. Con el uso de estas bacterias se ha observado un incremento en la emergencia, el vigor y el peso de plántulas, un mayor desarrollo en sistemas radiculares y un incremento hasta de 30% en la producción de cultivos de interés comercial, tales como papa, rábano, jitomate, trigo y soya (FAO, 2000).

Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto promotor de las cepas bacterianas del genero *Bacillus* en el peso de fresco de fruto, peso fresco de follaje y numero de frutos, en los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill,) y papa (*Solanum tuberosum* L.).

Hipótesis

Con el uso de bacterias promotoras de crecimiento del genero *Bacillus* se obtendrá el mayor rendimiento en la producción.

REVISION DE LITERATURA

Origen del Cultivo de Tomate

Wilsie (1966), reporta que el tomate es una planta nativa de América tropical, situándose el centro de origen en América del Sur, en la región de los Andes, compuesta por los países de Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

El tomate, aparentemente es originario de Sudamérica, pero fue en México donde se cultivó por primera vez. Los colonizadores europeos lo llevaron a Europa a mediados del siglo XVI, donde no fue ampliamente utilizado durante muchos años, aunque en EUA fue introducido en el siglo XVIII, tardando otros 100 años, en ser aceptado como fruto comestible (Halfacre, 1984).

En México la región de Veracruz y Puebla es considerado como el centro de domesticación más importante, esto por el gran número de evidencias históricas, y lingüísticamente; el nombre de tomate proviene de la palabra náhuatl "tomatl", así como por otras características de tipo arqueológico y etnobotánico. Se considera también que nuestro país, fue el centro de domesticación más importante por que de aquí fueron enviados los primeros tomates cultivados a Europa por los Españoles en el siglo XVI (Rick, 1976).

Características morfológicas

La planta de tomate es perenne de porte arbustivo y se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera y erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitados en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar en estas ultimas, a 10 m en un año (Rick, 1976) (Figura 1).

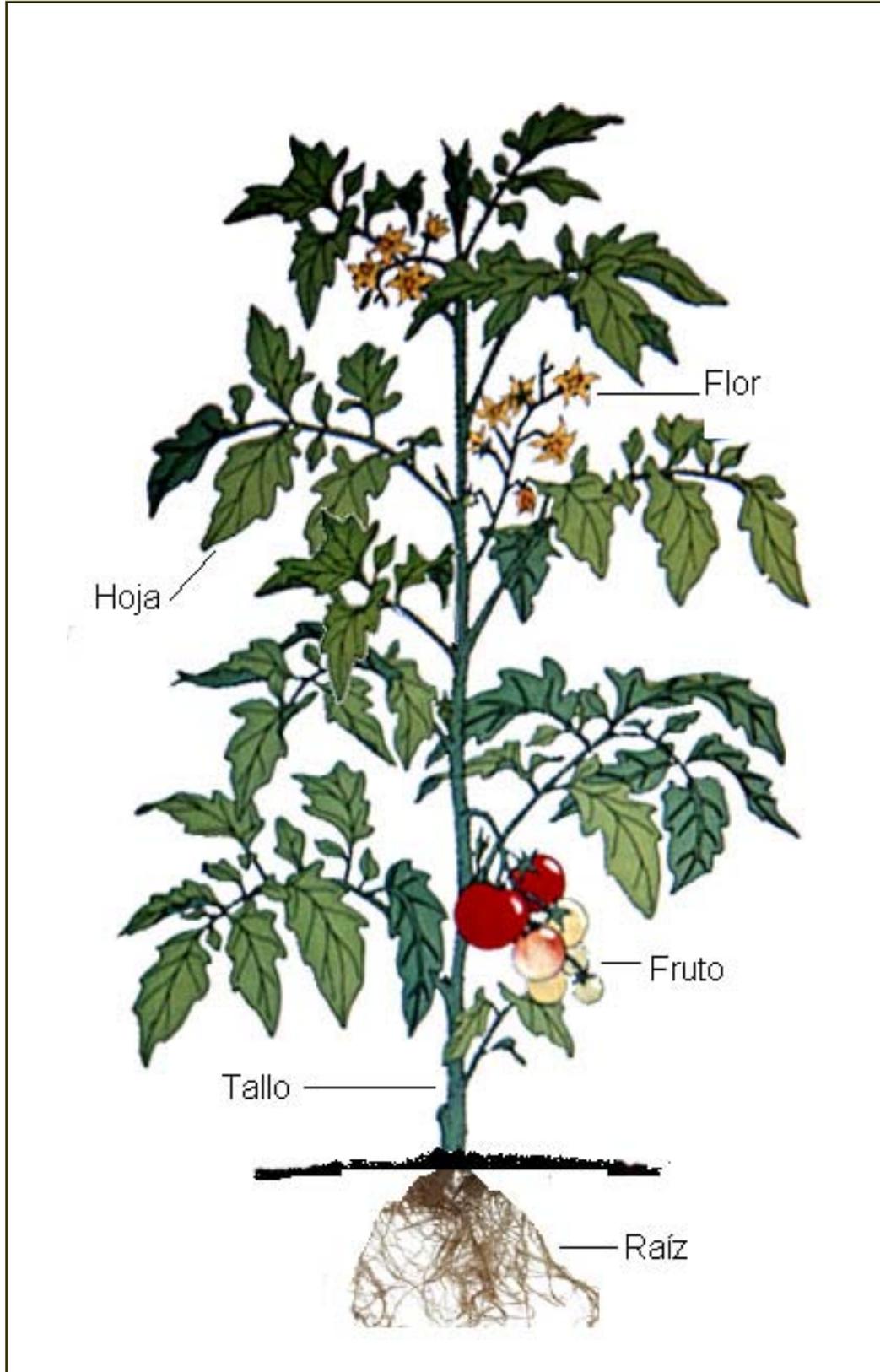


Figura 1.- Planta de tomate

Fuente: <http://www.uc.cl>

Raíz

Picken *et al.* (1986) reporta que el sistema de raíces es fibroso y robusto, pudiendo llegar hasta 1.8 m de profundidad. El sistema radical consta de una raíz principal pivotante de origen seminal que crece unos 3 cm, al día alcanza hasta 60 cm de profundidad, generalmente se producen raíces adventicias y ramificaciones secundarias que pueden llegar a formar una masa densa de cierto volumen (Valdez, 1998).

Tallo

Pérez, *et al.* (1997) mencionan que el tallo es dicotómico de 0.4 a 2.0 cm de altura, cilíndrico y posteriormente anguloso de consistencia herbácea a algo leñosa. En la superficie del tallo se forman diminutas gotas de sutina. El tallo tiene un diámetro de 3 a 4 cm. en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis (Nuez, 1999).

Hoja

Las hojas son grandes, compuestas de 7 a 9 folíolos con bordes dentados, de diferentes tonos de color verde en el haz y el envés de color grisáceo, de distintas formas, según la variedad. En las axilas de las hojas, se forman las yemas que producen los tallos secundarios, la disposición de las hojas sobre el tallo es alterna (León y Arosamena, 1980).

Flor

La flor de las diversas especies de tomate es de color amarillo brillante. El cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y pétalos respectivamente. (Cásseres 1981).

Fruto

El fruto de tomate es una baya globosa de color por lo general rojo aunque algunas variedades pueden presentar otras coloraciones como el amarillo, la superficie de la baya puede ser lisa, acostillada, presenta lóculos variables, dos o más, el diámetro varía de 3 a 16 cm (Morato, 1992).

Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular, con unas dimensiones de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, endospermo y la testa o cubierta seminal (Nuez, 1995).

Clasificación taxonómica de tomate

Flores (1980) reporta que el tomate se encuentra dentro de la siguiente Taxa:

Reino -----Vegetal
 División -----Tracheophyta
 Subdivisión ----- Pteropsidae
 Clase ----- Angiospermae
 Subclase ----- Personotae
 Orden ----- Solanales
 Familia -----Solanaceae
 Genero ----- *Lycopersicon*
 Especie ----- *esculentum*

Condiciones Ambientales

Temperatura

La temperatura ambiente para el desarrollo de tomate es de 21 a 24° C, la optima es de 22° C, a temperaturas menores de 18° C y mayores de 32° C detienen el crecimiento (Guerrero, 1998).

Humedad

La humedad influye sobre el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores y desarrollo de las enfermedades, siendo preferible una humedad media no superior al 50% y suelos no encharcados (Rodríguez *et al*, 1984).

Luminosidad

En cuanto al balance de luz, los tomates son exigentes, por lo que requiere una cantidad de alrededor de 12 horas con luz y alta intensidad. Durante el ciclo otoño invierno los tomates empiezan a fructificar más tarde en comparación con las siembras realizadas durante la primavera y verano, esto debido a la menor intensidad de luz (Casseres, 1981).

Suelo

El tomate se puede sembrar en diferentes suelos, sin embargo la mayor producción y calidad se obtiene en suelos francos, que sean ligeros con tendencia a una textura más arenosa, debido a su buen drenaje y evitar problemas con patógenos. Debido a que la mayor cantidad de raíces se encuentran superficialmente, es recomendable no sembrar en suelos compactados o pedregosos (Zalom, 1990).

Fertilización

El tomate es un consumidor de nutrientes, por lo cual es capaz de producir altos rendimientos. Para satisfacer sus requerimientos nutricionales se emplean grandes cantidades de fertilizantes, ya que su consumo resulta económicamente beneficioso. Además, de mejorar el volumen, también aumenta la calidad de los frutos (Edmond *et al*, 1984).

Importancia del Cultivo

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como encurtido (Tamaro, 1921).

Producción Nacional

La producción total mexicana de jitomate durante los últimos diez años (1991-2000) fue de 19 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los estados de Sinaloa (39.9%), Baja California (14.7%), San Luis Potosí (7.9%) y Michoacán (6.7%). Sinaloa, estado productor de hortalizas por excelencia, actualmente dedica una superficie de 30 mil hectáreas aproximadamente para este cultivo. Aún cuando ha existido una disminución del 36.7% en la superficie sembrada durante los últimos 10 años, se ha compensado con los elevados rendimientos que en la actualidad se obtienen por hectárea (32.6% en el 2000, muy superior al 29.6% obtenido en 1991). Es importante destacar que el cultivo del jitomate representó en los últimos diez años poco más del 50% de la producción total de hortalizas producidas en Sinaloa. Durante el periodo analizado, la superficie sinaloense dedicada a la siembra de este cultivo representó el 33.5% respecto al total nacional. San Luis Potosí el 9.3%, Baja California el 8.8% y Michoacán el 7.7%. (SIEA-SAGARPA, 2002)

Producción Mundial

Pocas son las hortalizas que a nivel mundial presentan una demanda tan alta como el tomate. Su importancia radica en que posee cualidades para integrarse en la preparación de alimentos, ya sea cocinado o crudo en la elaboración de ensaladas. En los últimos años, la producción mundial se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas. Los principales productores de tomate son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70% de la producción mundial (SIEA-SAGARPA,2002).

Origen del Cultivo de la Papa

Según Linares (1959) el origen geográfico de la papa cultivada se encuentra en las cordillera de los andes, en las zonas altas y montañosas al sur del continente Americano. Los españoles la encontraron en Perú en el año de 1524, trasladándola a España y de ahí posteriormente a toda Europa.

La papa es nativa de la cordillera Andina de Sudamérica donde ha sido utilizada como la dieta principal del nativo por siglos o milenios de donde se han seleccionado muy diversos tipos de papa (Rangel, 1987).

Se considera que la papa tuvo dos centros de origen: el centro de origen es Chile donde se cultiva la papa (*Solanum tuberosum* L.) y el centro de origen Ecuador, Perú y Bolivia donde se cultiva la papa andina (*Solanum andigenum*) y otras especies de papa endémica (Vavilov, 1951).

Características morfológicas

La papa es una planta anual, herbácea y de naturaleza perenne produce varios tallos aéreos que crecen de 0.5 a 1 m de altura. Pueden presentarse flores terminales y dar como resultado un fruto de 1 a 3 cm de diámetro, que contiene una gran cantidad de semillas. Los frutos (bayas) no son comestibles y las semillas se emplean sólo en la siembra. El sistema fibroso de raíces se extiende superficialmente y se desarrollan rizomas múltiples que terminan en los tubérculos conocidos como papas (Tamaro, 1981). (Figura 2).

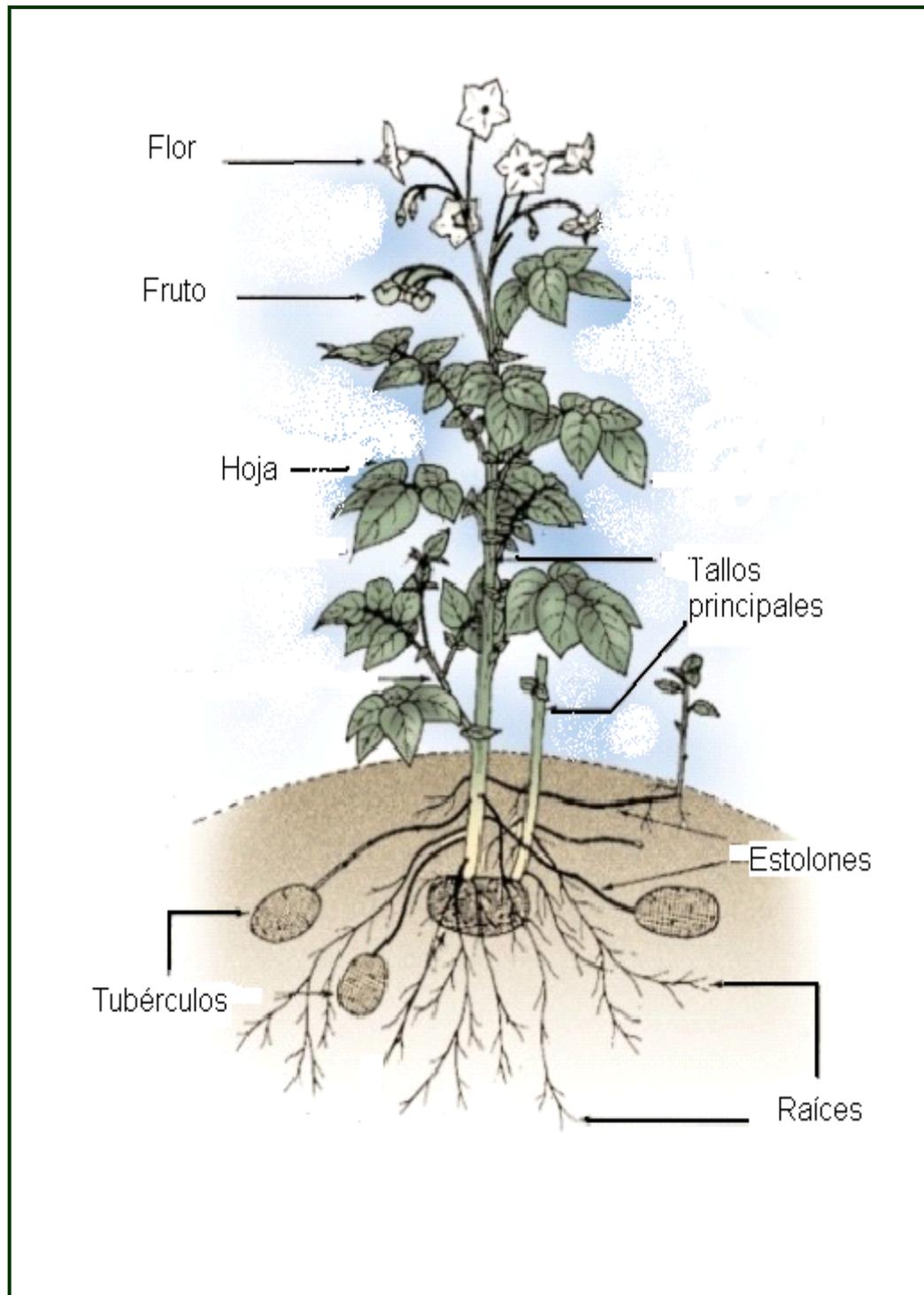


Figura 2.- Planta de la Papa

Fuente: <http://www.htei.info>.

Raíz

Las raíces de la papa son de tipo adventicias, gruesas y pivotantes; la mayoría de ellas se encuentran en los primeros 40 cm de profundidad, estas son muy ramificadas, finas y largas dependiendo de su desarrollo, por eso es necesario un suelo de muy buenas condiciones para su cultivo (Guerrero, 1981).

Tallos

La papa posee un tallo principal y a veces varios tallos según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo; en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias (Montaldo, 1984).

Tubérculos

El tubérculo de la papa es un tallo subterráneo ensanchado, en la superficie posee yemas axilares en grupos de 3-5 y protegidas por hojas escamosas (ojos). Morfológicamente los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de la papa; un tubérculo tiene dos extremos: el basal o el extremo opuesto, y el unido la estolón, que se llama extremo apical o distal (Montaldo, 1984).

Hojas

Las hojas son alternas, igual que los estolones, las primeras hojas tienen aspecto de simples, vienen después las hojas compuestas imparipinadas con tres o cuatro pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden (Montaldo, 1984).

Flor

Las flores son pentámeras de colores diversos colores; tienen estilo y estigma simples, y ovario bilocular. El polen es dispersado por el viento y la autopolinización se realiza en forma natural. Las flores nacen en racimos en la extremidad de los tallos, las flores individuales son perfectas, pueden ser de color blanco, rosadas o violeta, según la variedad (Hooker, 1986)

Fruto

Báez (1983) reporta que el fruto es una baya carnosa, redonda u ovoide, más o menos gruesa de 15 a 30 mm de diámetro, color verde (inmadura) y verde amarillo (madura) o verde azulado. Cada fruto contiene aproximadamente de 50 a 300 semillas son redondos, suaves con un diámetro de aproximadamente 2 cm. Las semillas del fruto son pequeñas y aplastadas (SEP, 1990).

Clasificación taxonómica de la papa

La ubicación taxonómica de la papa según Báez (1993) es la siguiente:

Reino -----Plantae

Subreino -----Embriophyta

División -----Spermatophyta

Tipo -----Angiospermae

Clase -----Dicotiledonea

Subclase -----Gamopetala

Orden: -----Tubliflorae

Familia -----Solanaceae

Tribu ----- Solanae

Género-----*Solanum*

Especie----- *tuberosum*

Condiciones Ambientales

Temperatura

Las plantas es más rápida a altas temperaturas y ésta ocurre a los 22° C, dos semanas antes que a los 13° C. También indican que la temperatura óptima para la formación de tubérculos es de 20° C y que a 15 y 25° C la formación de tubérculos se inicia entre una y tres semanas más tarde (Montaldo (1984).

Humedad

La planta necesita una provisión de agua continua durante la etapa de crecimiento; la cantidad total de agua para el desarrollo del cultivo es de aproximadamente 500 mm. Para poder sembrar se necesita un tiempo seco en el transcurso del cual se prepara la tierra y se efectúa la siembra. Durante en la primer etapa de su desarrollo la planta requiere sólo poco agua, pero después y hasta la cosecha, su consumo de agua es alto. Asimismo, para facilitar la cosecha, el campo debe estar seco (SEP, 1990).

Luminosidad

Todas las especies y variedades de papa crecen más en días largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se cortan, no obstante, esta condición no es muy marcada en el trópico, donde el largo de los días es casi igual todo el año y donde el factor temperatura parece sobreponerse al fotoperíodo. La papa, por regla general, florece más abundantemente cuando los días son más largos. En el trópico se ha observado que esta condición se modifica por la calidad de la luz y por la temperatura (Montaldo, 1984).

Suelo

La papa se desarrolla bien en los suelos francos arenosos con buen contenido de materia orgánica y drenaje óptimo. En lo referente al pH la papa esta clasificada como altamente tolerante a la acidez teniendo valores de pH de 6.5-5.0. Es una hortaliza tolerante a la salinidad con valores de 4-10 mmhos/cm (Valadez, 1993).

Fertilización

Báez (1983) señala que los elementos que mayor cantidad requiere la planta de papa para su desarrollo y producción de tubérculos son N, P y K. La concentración de éstos en materia seca varía con el tiempo y la variedad.

Importancia del Cultivo

La papa (*solanum tuberosum* L.) es una hortaliza importante, no solamente por la superficie que anualmente se destina a su cultivo, sino por la cantidad de carbohidratos que aporta a la alimentación del pueblo mexicano. Es una de las hortalizas que proporciona fuentes muy significativas de energía como alimento de uso tradicional. Ofrece mayor producción de calorías por hectárea y es el segundo lugar en cuanto a la producción por unidad de superficie de proteína diaria, después de la soya. Se cultiva actualmente en todo el mundo y en muchos países es la comida básica como el arroz, el pan, o las pastas. (CIEA-SAGARPA, 2002)

Producción Nacional

Valdez, (1989) reporta que en México la papa empezó a tomar importancia en la década de los años 40's de acuerdo a estadísticas de la secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicas, en 1940 se cultivaron en todo el país 18,060 hectáreas y se produjeron 70,819 ton; en 1979 se sembraron 86,803 ha. con una producción de 1'100,000 ton. lo cuál indica cambios favorable. La papa se cultiva en casi todo los estados del país, comprendido desde 0 hasta 4000 msnm). En 1996 la superficie sembrada fue de 64, 251 ha con una producción promedio de 1' 271, 951 ton, con un rendimiento promedio de 20 ton/ha. Los principales estados productores de papa en México son: Nuevo León, México, Coahuila, Puebla, Chihuahua, Tlaxcala, Veracruz, Sinaloa y Sonora, aportando el 70% de la producción nacional (SAGAR, 1995).

Dada la diversidad de condiciones climáticas de los estados de Nuevo León y Coahuila, México es uno de los países que dispone de tubérculos todo el año (Cepeda y Gallegos, 2003). En el área de la influencia de la UAAAN., misma que comprende algunos municipios de los estados de Coahuila y Nuevo León se siembra, aproximadamente 3,000 hectáreas bajo riego con rendimientos de aproximadamente 30 ton/ha (INIA, 1998).

Producción Mundial

La producción mundial de papa ha crecido en los últimos 10 años. En el año 2000 fue de 308 millones de ton, reflejando tendencias diferentes de la producción y utilización de la papa en los países desarrollados y en desarrollo. La producción de papa esta creciendo muy poco en los primeros, especialmente en Europa, mientras que en los países en desarrollo esta aumentando y representa el 35% de la producción mundial. Asia produce el 80% del volumen total de papa de los países en desarrollo. China, representa el 20 % de la producción mundial.

La expansión en estos países es tanto a nivel de la oferta como de la demanda. El procesamiento es el sector de la economía de la papa a nivel mundial que esta experimentando el crecimiento mas acelerado. Mas de la mitad de la cosecha de EEUU se procesa y esta creciendo rápidamente en muchos países en vías de desarrollo como Argentina, Colombia, China, y Egipto. La rápida urbanización en países en desarrollo, unida a la creciente importancia en procesamiento, podría expandir el comercio mundial de papa estimulado por el crecimiento de la demanda de comida rápida (papas fritas), bocadillos y aperitivos (papas crocantes) en especial en Asia, África y América Latina por el cambio en los hábitos alimenticios (CIEA- SAGARPA, 2002).

Principales Enfermedades del Suelo

Los hongos fitopatógenos habitantes del suelo tienen una enorme capacidad de sobrevivir por tiempo indefinido como organismos saprófitos como son (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*), los habitantes del suelo son parásitos no especializados que tienen una amplia gama de hospedantes. Otras hongos son organismos transitorios del suelo; es decir, son parásitos especializados que a menudo estrechamente asociados a su hospedante, pero que pueden sobrevivir en el suelo durante varios períodos relativamente cortos como esporas de resistencia o bien como organismos saprófitos (Agrios, 1996).

Phytophthora infestans

Distribución.- En México se encuentra en todas las regiones paperas. Este hongo se considera de importancia y es un problema serio en las zonas productoras de papa con clima fresco y húmedo de Rusia, China, Suecia, Holanda, Alemania, Inglaterra, Irlanda, Canadá, Estados Unidos, México, Colombia, Perú, Argentina y Chile, así como a nivel mundial (Mendoza y Pinto, 1983).

Síntomas.- Los síntomas pueden observarse en hojas, tallos y tubérculos, según sea el grado de infección; los primeros síntomas en el campos se observan en las hojas inferiores, en principio tienen apariencia de manchas circulares o irregulares de color verde claro y oscuro, que se inicia en las puntas o bordes de las hojas, con la humedad las manchas se vuelven pardas o negras. En los tallos pueden desarrollarse por infección directa a partir de las hojas, donde las lesiones se extienden longitudinalmente desde los pecíolos, los tallos infectados se debilitan, quedan quebradizos y mueren por la lesión (Agrios, 1996).

Agrios (1996), menciona que el control de esta enfermedad ocasionado por (*Pythium* sp). se controla de la manera siguiente manera:

Control cultural.- Para la producción de invernadero, uso de suelos esterilizados, utilizar variedades resistentes.

Control químico.- Los productos que con más frecuencia se utilizan para tratar semillas o bulbos, cloranil, thiram, captán, diclone, ferbam y al diazoben. El fungicida sistémico metalaxyl.

Fusarium oxysporum

Distribución.- Se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo y en las localidades de la región productora de la papa de Coahuila y Nuevo León. Este parásito se asoció con todas las variedades Alpha, Atlantic, Gigant y Norteña (Cepeda y Gallegos, 2003).

Síntomas.- En la plantas jóvenes provoca ahogamiento, podredumbre cortical y acaparamiento (Dixon, 1981). En el follaje se observa un puntillado o amarillo cobrizo intervenal distribuido irregularmente en las hojas apicales que avanzan hacia los bordes y después la planta comienza a marchitarse. Las plantas enfermas muestran clorosis, acaparamiento, coloración café del xilema y lo más común en la marchitez (Romero, 1993).

Control cultural.- Uso de variedades resistentes al hongo, en caso de invernadero esterilización del suelo, uso de semilla sana. Existen reportes el uso de plásticos como cobertura del suelo, lo más recomendable para disminuir parcialmente la presencia de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate (Ramírez, 1989).

Control biológico.- Uso de hongos antagónicos como *Trichoderma* y, asimismo, empleando bacterias del género *Pseudomonas* que producen siderófos (Agrios, 1996). La bacteria *Bacillus* sp, inhibió a *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Alternaria* en condiciones de invernaderos y que el tratamiento de la semilla certificada con *Bacillus subtilis* al transplantas redujo considerablemente la marchitez (Ramírez, 1989).

Control químico.- Para el combate de esta enfermedad se recomienda aplicar productos a base de Benlate solo abaten la población del fitopatógeno, ya sea por que muchas esporas son capaces de evadir la acción fungicida o por que los mismos fungicidas actúan como agentes mutagénicos, dar por resultado que varias esporas adquieren resistencia (Romero, 1993).

Rhizoctonia solani

Distribución.- Este hongo se encuentra distribuido por todo el mundo causando pérdidas considerables en la mayoría de las plantas anuales, incluyendo a las malezas, casi a todas las hortalizas y plantas florales, varios cultivos mayores y también en las plantas perennes tales como los pastos para césped, plantas de ornato perennes, arbustivos y árboles (Agrios, 1996). En México se encuentran presentes los grupos de anastomosis AG-2, AG-3, AG-4, AG-5 y AG-7 (Hernández, 2002).

Síntomas.- Los más comunes en la mayoría de las plantas son el ahogamiento de las plántulas y la pudrición de la raíz, así como la pudrición y la cancrrosis del tallo de las plantas adultas y en proceso de crecimiento. Sin embargo, en algunos hospedantes, *Rhizoctonia* causa también la pudrición de la raíz, así como la pudrición de los órganos vegetales almacenados, así como los tizones o manchas de follaje, especialmente del follaje que se encuentra cerca del suelo. En los tubérculos de papa *Rhizoctonia* causa síntomas característicos denominados “costra negra”, en los cuales aparecen pequeños esclerocios negros y endurecidos sobre la superficie del tubérculo, que es imposible desprenderlos mediante lavado (Agrios, 1996).

Control cultural.- uso de semillas libres de la enfermedad o que hayan sido tratadas con agua caliente o con productos químicos, evitar cultivar en tierras húmedas y muy poco drenadas (Agrios, 1996).

Control biológico.- El control biológico solamente debe ser considerado como componente del control integrado, en algunos países ya se tienen a nivel comercial algunos microorganismos antagónicos para controlar algunas enfermedades de las plantas. Entre los enemigos naturales de *R. solani*, los más eficientes son *Trichoderma harzianum*, *R. Binucleada* (De la Isla, 1984). La bacteria *Bacillus subtilis* Como antagónica de *R. solani in vitro*. (Virgen y López, 1992).

Control químico.- Los mejores fungicidas para el control de la incidencia de la enfermedad son el Pencycuron, el PCNB y la anilazina. Para el control de esta enfermedad hay varios fungicidas incluyendo algunos de contacto como el improdione y clorotalonil, así como algunos sistémicos como: carboxina, triadimefon y tiafanato de metilo (Agrios, 1996).

Rizósfera

La rizósfera se define como la estrecha zona de suelo que rodea a la raíz (aproximadamente 2mm de distancia) y está bajo su influencia. En la Rizósfera, los microorganismos pueden desempeñar diversas e importantes funciones como por ejemplo: la fijación simbiótica de N₂ (*Rhizobium* sp. y *Bradyrhizobium* sp.), producción de sustancias de crecimiento (bacterias promotoras del crecimiento vegetal ó PGPR), fijación de N₂ por bacterias de vida libre (*Azotobacter* sp.), solubilización de fosfatos por hongos y bacterias (Ej.: *Bacillus* sp. y *Aspergillus* sp.) y favorecer la captación del Fósforo del suelo (hongos formadores de Micorrizas) favoreciendo la nutrición de la planta, entre muchas más. Los microorganismos pueden relacionarse entre sí, dando lugar, en muchos casos a interacciones sinérgicas que favorecen la nutrición de la planta e incrementan su producción. Un ejemplo de este sinergismo lo constituye la interacción entre las Micorrizas y los microorganismos solubilizadores de fosfato (Alexander, 1981).

Hábitat

Está ocupado por una gran diversidad de microorganismos tanto benéficos (ayudan al crecimiento de las plantas) como patógenos (les producen enfermedades). Se denominan rizobacterias a las bacterias que viven en este hábitat. Dentro de este grupo, las *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Aspergillus*, fluorescentes son capaces de promover el crecimiento de las plantas debido a su capacidad de inhibir el crecimiento de hongos patógenos (Barea, et al. 1982).

Efecto rizosfera

Según Alexander (1980). el efecto de la rizosfera se clasifica en dos partes que son las siguientes:

Factores que inciden.- Especie de la planta, edad de la planta, tipo de suelo, humedad del suelo, temperatura, atmósfera del suelo, fertilidad, luz, efectos foliares y actividad microbiana.

Componentes.- Exudados (Azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, factores de crecimiento, y enzimas). Microflora/fauna (bacterias, actomicetos, hongos, nemátodos, protozoarios y artrópodos).

Antecedentes de Bacterias del Género *Bacillus*

En la superficie de suelos existen numerosas bacterias, la mayoría de ellas de tipo gram negativas saprofitas de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xantomonas*, y de menor número como *Bacillus* y *Lactobacillus* (Agris, 1996).

La bacteria *B. subtilis* (aislamiento APPL-1), fue la más efectiva de cuatro organismos probados para el control de la roya del frijol, además de ocasionar una reducción de más de 95% en el número de pustulas cuando se aplicó en cultivo de plantas en invernadero (Baker, *et al.* 1983)

Las bacterias del género *Bacillus* utilizadas para el control biológico existen algunas que a futuro pueden ser indispensables para tal efecto, tal es el caso de *B. mesentericus*, *B. obicuitarius*, *B. agri*, *B. palustris*, *B. granularis* y *B. fusiformis* (Bryan, 1974).

La actividad antagónica de *B. subtilis* contra el hongo causal de la muerte regresiva de la vid (*Eutypa lata*) in vitro inhibió el 91.4% el crecimiento micelial y el 100% de la germinación de las ascosporas (Ferreira *et al.* 1991)

El antibiótico producido por *B. subtilis* es capaz de inhibir a *R. solani*, *Alternaria* sp y parcialmente a *Colletotrichum* sp. (Herrera y Herrera, 1963).

El *B. subtilis* fue efectivo en reducir la enfermedad ocasionada por *Monilia fruticola* en peras (Mc Keen *et al.* 1986).

En plantas de papa, se introdujeron genes de la enzima fructotransferasa de *B. subtilis*. El contenido de fructosa en la planta de papa bajo estudio variaba de 1% a 30% de peso seco en hojas y de 1 – 7 % de peso seco en tubérculos. La velocidad de crecimiento en un 35% en plantas transgénicas (Meer *et al.* 1977).

Se logró crecer un *Bacillus* de unas esporas de tal vez 250 millones de años (Vreeland, 2000).

En trabajos realizados donde utilizó una cepa de *B. subtilis* aislada de la rizósfera de un semillero de abeto chino, encontró que la bacteria inhibió el crecimiento de *R. solani*, además de otros nueve hongos fitopatógenos (Yang, 1992).

Bacterias Promotoras de Crecimiento

Díaz (1990) reporta que las bacterias esporuladas del genero *Bacillus* muestran un efecto hormonal sobre el crecimiento de las plantas y su efecto biocida sobre fitopatógenos.

Ciertas bacterias colonizadoras de las raíces podían promover el crecimiento en rábanos picante en ensayos de campo e invernadero y a estas bacterias las denominaron rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (RPCP, la sigla en inglés es PGPR) (Kloepper y Schroth, 1978).

Los mecanismos del efecto de las bacterias promotoras de crecimiento no son bien comprendidos, sin embargo, se ha sugerido un amplio rango de posibilidades que incluye efectos directos o indirectos.

El efecto directo consiste en un aumento en la movilización de nutrientes solubles, seguido por el mejoramiento de absorción de las plantas (Lifshitz *et al.* 1987).

Los compuestos inorgánicos insolubles de fósforo $[Ca_3(PO_4)_2]$ no están totalmente disponibles para las plantas, pero éstos pueden convertirse, por bacterias solubilizadoras de P, en fosfatos di y monobásicos, formas asimilables para las raíces de las plantas. Las principales especies activas en esta conversión pertenecen a los géneros: *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus* y *Flavobacterium* (Alexander, 1981).

***Bacillus subtilis* (Enrenbrg) Cohn 1872.**

Hábitat

B. subtilis es habitante del heno, polvo leche, suelo y principalmente en el agua.

Características morfológicas

B. subtilis tiene la forma de bastón recto o curvo, con extremos redondos, su tamaño es de 3 a 4 μ , forma esporas ecuatoriales, subterminales ovales y que germinan lateralmente, miden 1.2 por 0.6 μ y aparecen en agar en 18 hrs. Son bacterias Gram. positivas y no acidorresistentes, presenta movilidad por la presencia de ocho a doce flagelos peritricos (Bryan *et al.*, 1974).

Características fisiológicas

La temperatura optima para el crecimiento de *B. subtilis* es de 37 °C, es aerobio facultativo, Voges-Proskauer positivo, forma amoniaco, reduce los nitritos, produce ácido pero no gas, en glucosa, maltosa y sacarosa, no forma indal, la producción de ácido sulfhídrico es ligera, las esporas resisten la ebullición durante horas (Bryan *et al.*, 1974).

Características principales del genero *Bacillus*

Según Bryan (1974) menciona que las características principales son:

Bacillus subtilis

- Forma de bastones rectos o curvo
- Mide de 3 μ a 4 μ por 1 μ
- Son Gram. positivas
- Producen espora ovals o cilíndricas y pared delgada
- Son móviles

Bacillus polymyxa

- Son bacterias Gram variables.
- Produce esporas ovals y de pared gruesa.
- Son fijadoras de Nitrógeno.

Bacillus pumilus

- Se encuentra de forma natural
- No daña las plantas
- Protege a la raíz contra ciertos hongos.
- No causa daño al hombre o al ambiente

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Área Experimental

El trabajo se desarrolló en el invernadero del Departamento de Parasitología que se encuentra ubicado en las Instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Localización Geográfica

La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” se encuentra ubicada en Buenavista, al sur de Saltillo, estado de Coahuila, México. Está situada entre las coordenadas 25° 23' 42" de latitud norte y 100° 50' 57" de longitud oeste, así también a una altitud de 1742 msnm.

Manejo del Cultivo de Tomate

Siembra

Se realizó el día 26 de Enero de 2004, colocando cada semilla de la variedad Río Grande en charolas de 200 cavidades, en la cual se utilizó peat moss como sustrato y como área de cultivo, colocando las charolas 200 cavidades en el invernadero del Departamento de Parasitología.

Germinación

Ocurrió a los 11 días después de la siembra.

Transplante

El transplante se efectuó el día 22 de Marzo de 2004, en bolsas negras de plástico de 27 x 35 cm. Antes de realizar esta actividad se llevó a cabo la inoculación al suelo a una concentración de 1×10^7 con la bacteria del género *Bacillus*, la segunda aplicación se realizó antes de la floración y la tercera aplicación después de formación de frutos. Las plantas se colocaron de manera horizontal en los tratamientos y en vertical las repeticiones. (Figura 3).



Figura 3.- Plantas de tomate inoculadas con *Bacillus* sp, bajo condiciones de invernadero.

Fertilización

Las plantas se fertilizaron con la fórmula triple 17; como fuente de Nitrógeno; Nitrato de Amonio , Fosfato, Triple de Calcio y Cloruro de Potasio como nutriente Potásico, se realizaron dos aplicaciones, la primera al momento de transplante y la segunda al inicio de floración.

Riego.

Los riegos se realizaron tres veces a la semana mediante una regadera manual.

Control de malezas

Se realizaron deshierbes manuales cada vez que aparecían las malezas.

Control de plagas y enfermedades

Dado que se observó la presencia de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), minador de la hoja (*Liriomiza sativae*). El control se efectuó con aplicaciones de paratión a una dosis de 20 mL/20 L de agua, la aplicación se realizó con una bomba de mochila de 20 L de capacidad. Dentro de las enfermedades, se presentó tizón temprano (*Alternaria solani*), control se realizaron aplicaciones de fungicidas captan con dosis de 30g/20L.

Cosecha

Se efectuó un solo corte cuando la mayoría de los frutos adquirió el color rojo.

Parámetros Evaluados

Los parámetros evaluados fueron al momento de la cosecha.

Peso de Fruto (PF)

Peso de Follaje (PFOLL)

Numero de Fruto (NF)

Manejo del Cultivo de la Papa

Siembra

Se realizó el día 22 de Febrero de 2004 de la variedad Alpha , en una cama experimental de 1 X 5 m, que se encuentra en el invernadero del Departamento de Parasitología. Al momento de la siembra se realizó la inoculación con la bacteria del genero *Bacillus* y la segunda antes de la floración (Figura 4).



Figura 4.- Siembra de papa en la cama experimental

Preparación del suelo

Antes de la siembra se realizó el surcado con el azadón y posteriormente se llevo acabo la siembra que fueron tres semillas por surco y con tres surcos como tratamiento.

Emergencia

Se presento a los 8 días después de la siembra.

Fertilización

Las plantas se fertilizaron con la formula triple 17; como fuente de Nitrógeno; Nitrato de Amonio , Fosfato, Triple de Calcio y Cloruro de Potasio como nutriente Potasico, se realizaron dos aplicaciones, la primera al momento de de la siembra y la segunda al inicio de floración. Se uso un testigo que consistió en la aplicación de una solución liquida de fertilizantes que consistió de: 10 ml de Biozime TF^{MR} como regulador de crecimiento, 2 ml de Biomex ^{MR} como coadyuvante. (Figura 5).



Figura 5.- Fertilización líquida

Riego; los riegos se realizaron 3 veces a la semana mediante una regadera.

Control de malezas

El control de malezas se llevo acabo manualmente cada vez que se presentara algún tipo de mala hierba.

Control de plagas y enfermedades

Se tuvo la presencia de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), palomilla de la papa (*Phthrimaea operculella*) y minador de la hoja (*Liriomiza sativae*). El control se llevo acabo mediante aplicaciones de insecticida parathion con dosis de 20 mL/20 L de agua. En el caso de enfermedades se tuvo la presencia de tizón temprano (*Alternaria solani*), Costra negra de la papa (*Rhizoctonia solani*). El control se llevo acabo mediante fumigaciones con captan con dosis de 40g/20L.

Cosecha.

La cosecha se realizó el día 4 de junio de 2004.

Parámetros a Evaluar

El peso y numero de frutos y follaje se realizaron por tratamiento y por repetición.

Peso de Tubérculo (PT)

Peso de Follaje (PFLL)

Numero de Fruto (NF)

Obtención del Material Biológico

El aislado de *Bacillus* la clave B15 se obtuvo del proyecto “Aislamiento e identificación de actinomicetos de rizósfera de suelo con actividad antagónica contra *R. solani* de las zonas paperas de Coahuila y Nuevo León (Castillo, 2001), el aislado BCC-1 se obtuvo de una placa contaminada de laboratorio de cultivo de *Colletotrichum coccodes* ; el aislado * 3.

Propagación y Obtención de Esporas de las Cepas Bacterianas

La conservación de las bacterias se llevó a cabo en las placas con medio agar nutritivo y la propagación de las mismas se hizo de la siguiente manera; la bacteria se inoculó en matraces con caldo nutritivo estéril con un asa bacteriológica y se colocó este en el agitador a 150 ppm y 29 °C durante tres días (Figura 6).



Figura 6.- Agitación de matraces con caldo nutritivo inoculado con las cepas bacterianas.

Posteriormente se tomaron 5 ml con una pipeta estéril y se inoculó homogéneamente en frascos con agar nutritivo (AN) para la producción de esporas en fase sólida en un frasco rectangular de 21 Lts. de capacidad se preparó 225 ml de AN y se dejó solidificar de manera horizontal.

Los frascos se incubaron a 29 °C durante 5-8 días y posteriormente se hizo un barrido del crecimiento bacteriano para recolectar las bacterias en tubos de ensayo de 50 ml y calcular la concentración de bacterias en número de esporas por ml, lo anterior se hizo por medio de la cámara Neubauer o hemacitómetro. Antes de realizar el barrido se hizo un frotis *in vitro* para corroborar la pureza de la bacteria y presencia de esporas (Figura 7).



Figura 7.- Producción de esporas bacterianas de genero *Bacillus* en la cámara fría

La concentración obtenida en el laboratorio se ajustó a una concentración de 1×10^7 , que es la concentración recomendada comercialmente para las otras bacterias promotoras y antagónicas, como es el caso de *Bacillus subtilis* (Kodiak MR).

Conteo de Esporas

Para realizar el conteo de esporas de la solución stock obtenida de cada una de las bacterias se realizaron 3 diluciones en tubos de Esendor con agua destilada estéril (9:1). Posteriormente se tomó con una micropipeta una muestra de 100 microlitros para colocarla en la cámara de Neubauer y realizar el conteo bajo el microscopio compuesto. Para el cálculo del número de esporas por mililitro se contaron 5 cuadros de 16 cuadrantes cada uno y se dividió entre cinco para sacar el promedio por cuadro. Posteriormente se multiplico por 25, que es el número de cuadros de la cámara, por 1000, que es el número de diluciones (10^{-3}), y por 10,000 que es la profundidad del hemacitómetro. (Figura 8).



Figura 8- Cámara de Neubauer o Hemacitómetro

Diseño experimental

El diseño utilizado para el análisis de los datos de invernadero fue de Diseño Completamente al azar (DCA) (Rodríguez, 1991), en el caso del tomate con 6 repeticiones y 6 variables y en papa con 3 repeticiones 6 variables.

Los datos se analizaros bajo el DCA que funciona bajo el siguiente modelo estadístico.

$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$ donde:

Y_{ij} = valor observado

μ = efecto de la media general del experimento

T_i = efecto del iesimo tratamiento

E_{ij} = error experimental

Para la comparación de Medias se utilizó el Método de (Duncan, $\alpha=0,05$).

Es una de las pruebas mas comunes entre las diversas pruebas de rango múltiple disponibles. Su método es de naturaleza secuencial, esto es, que se utiliza un nuevo valor “estudentizado” para cada una de las comparaciones de medias adyacentes.

Este procedimiento se utiliza con más amplitud cuando diversos tratamientos no relacionados se incluyen en un experimento (por ejemplo, para efectuar todas las comparaciones posibles entre las capacidades de producción de diversas variedades).

Además, la prueba incluye el cálculo de las diferencias significativas mínimas entre las medias del tratamiento cuando éstas se encuentran dispuestas en orden de magnitud. La formula es la siguiente:

$$\text{RMS} = R_{\infty} S \bar{\chi} \quad \text{Donde:}$$

R_{∞} : es el valor obtenido de tablas especiales de rangos estudentizados, para los grados de libertad del error y con la disposición relativa de las medias en el arreglo; $S \bar{\chi}$ es producto de

$$\sqrt{\frac{2S^2}{r}}$$

Donde:

S^2 : es igual al cuadrado medio del error, y

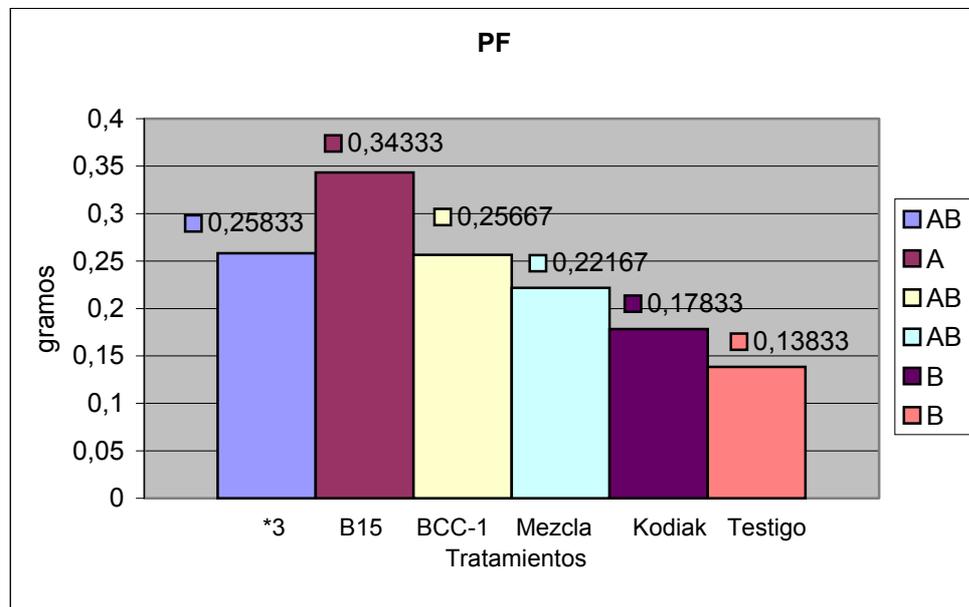
r : es el número de repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto Promotor de Crecimiento de las distintas Bacterias en el cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Para esta especie el análisis de varianza detectó significancia en las tres variables evaluadas. La comparación de medias para el Peso de Fruto (Duncan, $\alpha=0,05$), formó dos grupos de significancia resultando el B₁₅ con mejor promedio dentro del grupo de significancia, seguido por *3, BCC-1 y la Mezcla, aunque estos últimos son igualados al testigo dentro del segundo grupo de significancia. (Cuadro A1). Estos resultados concuerdan con los reportados por (Pereira *et al.* 1988), quienes mencionaron que las bacterias promotoras de crecimiento como *P. fluorescens*, se caracterizan por incrementar el desarrollo radical, lo que repercute directamente en el rendimiento del cultivo.

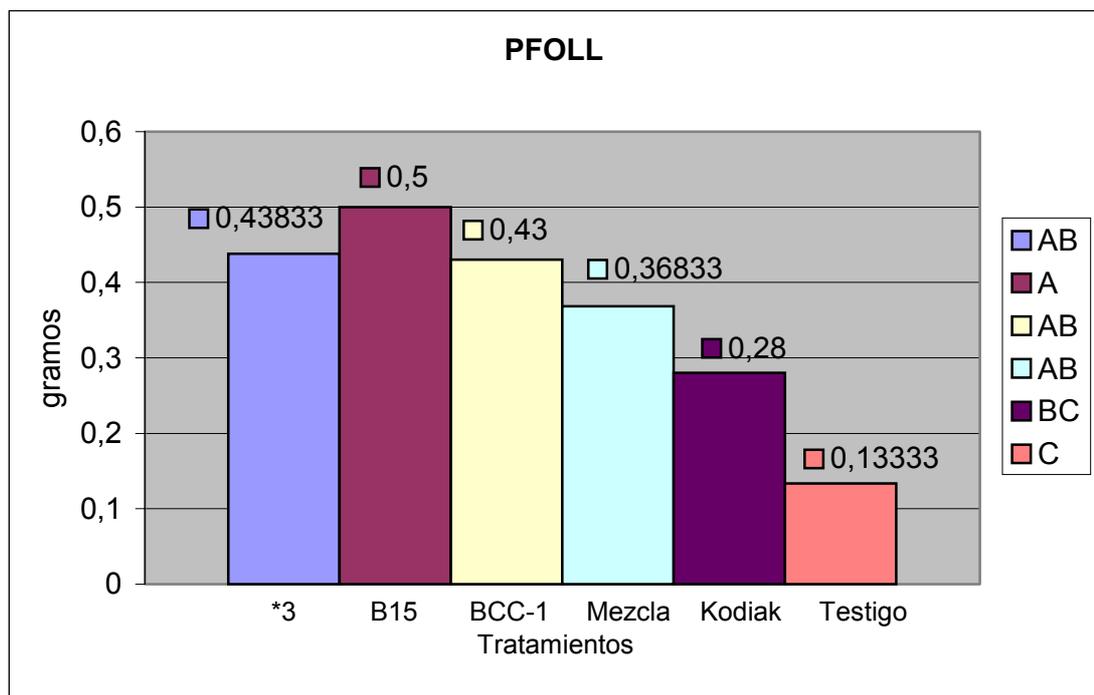
Al graficar estas medias se apreció con mayor facilidad la ventaja de B₁₅ (Cuadro A1; Figura 9).



* Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (Duncan, $\alpha=0,05$).

Figura 9.- medias de la variable peso de fruto, en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero con distintos tratamientos de bacterias promotoras de crecimiento.

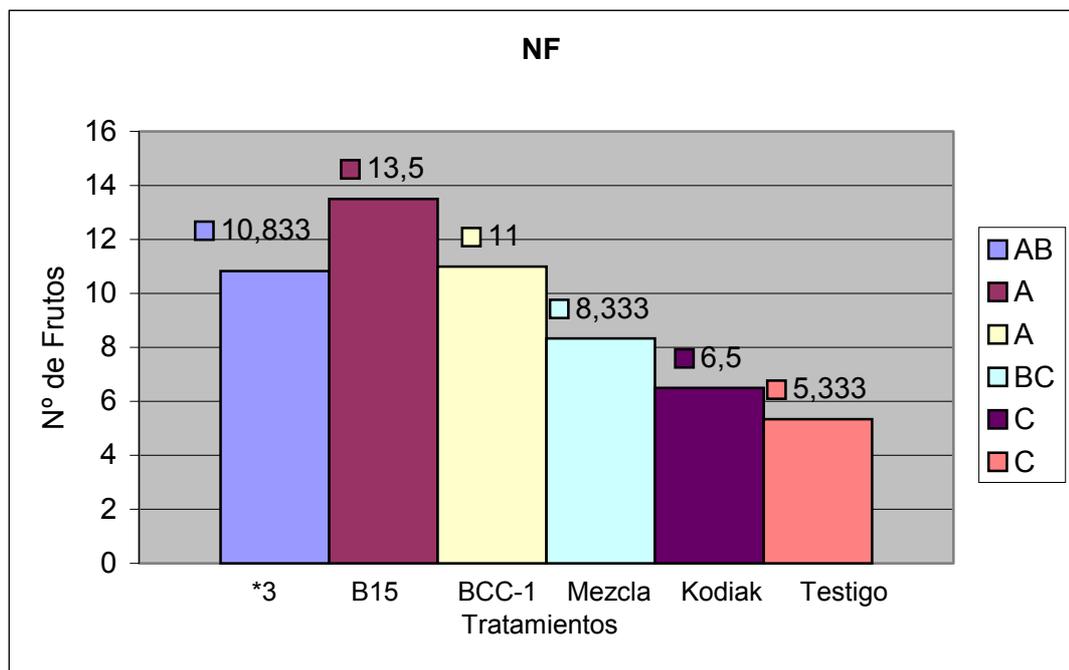
En relación al Peso de Follaje, la comparación de medias (Duncan, $\alpha=0,05$) formó tres grupos de interés, en el primero de ellos resultó de nuevo el B₁₅, seguido por *3, BCC-1 y la Mezcla, en el último grupo se ubica el Kodiak y el Testigo como los de menor promedio (Cuadro A1; Figura 10). Datos similares se reportaron en los siguientes experimentos, al inocular las bacterias en el suelo provocan el mayor desarrollo de la parte aérea del cultivo (Dashti *et al.* (1997).



*Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (Duncan, $\alpha=0,05$).

Figura 10.- medias de la variable peso de follaje en el cultivo de tomate (*L. esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero con distintos tratamientos de bacterias promotoras de crecimiento.

Con lo que respecta la Variable Numero de Frutos, la prueba de media mostró tres grupos de significancia, con los tratamientos B15, BCC-1 y *3 con, mostraron los valores más altos, con lo que respecta la Mezcla y Kodiak resultaron estadísticamente iguales al testigo (Cuadro A1; Figura 4. 11). Casos similares se estudiaron en la mezcla bacteriana y las bacterias aplicadas individualmente incrementa el peso de la planta respecto al testigo (González, 2003).

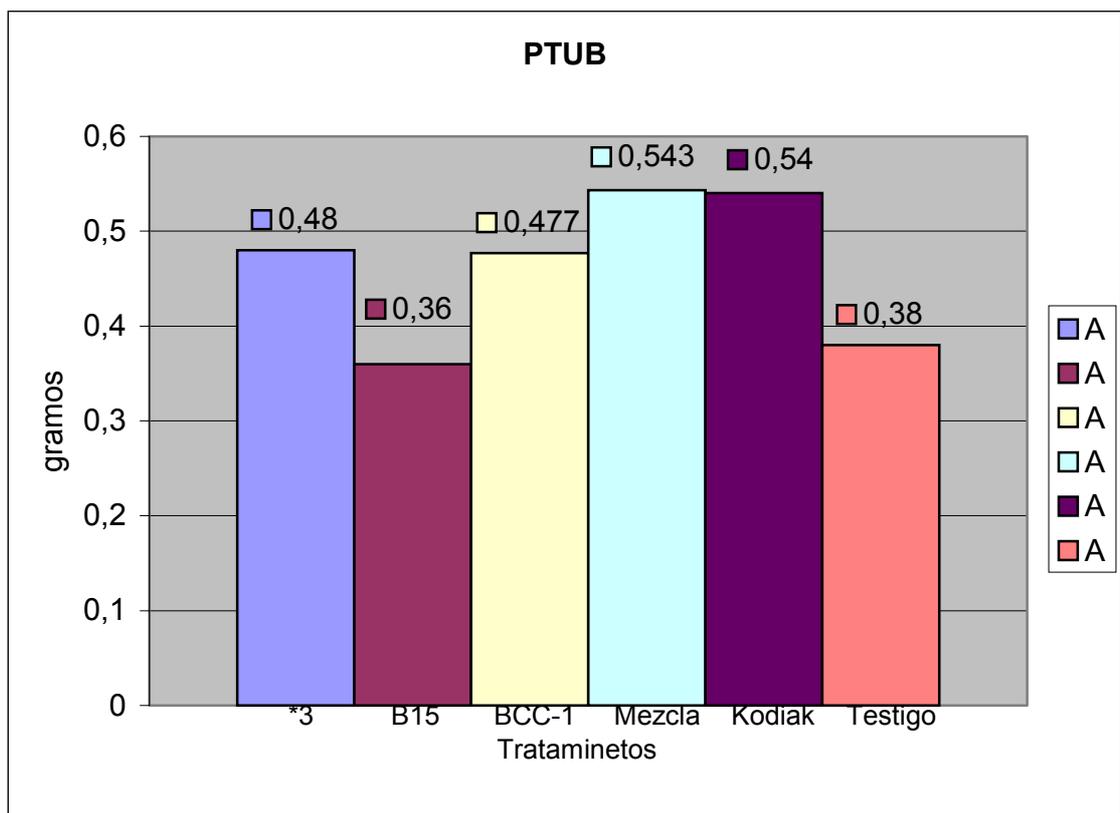


*Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (Duncan, $\alpha=0,05$).

Figura 11.- medias de la variables numero de frutos, en el cultivo de tomate (*L. esculatum* Mill.) bajo condiciones de invernadero con distintos tratamientos de bacterias promotoras de crecimiento.

Efecto Promotor de Crecimiento de las distintas Bacterias en el cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L).

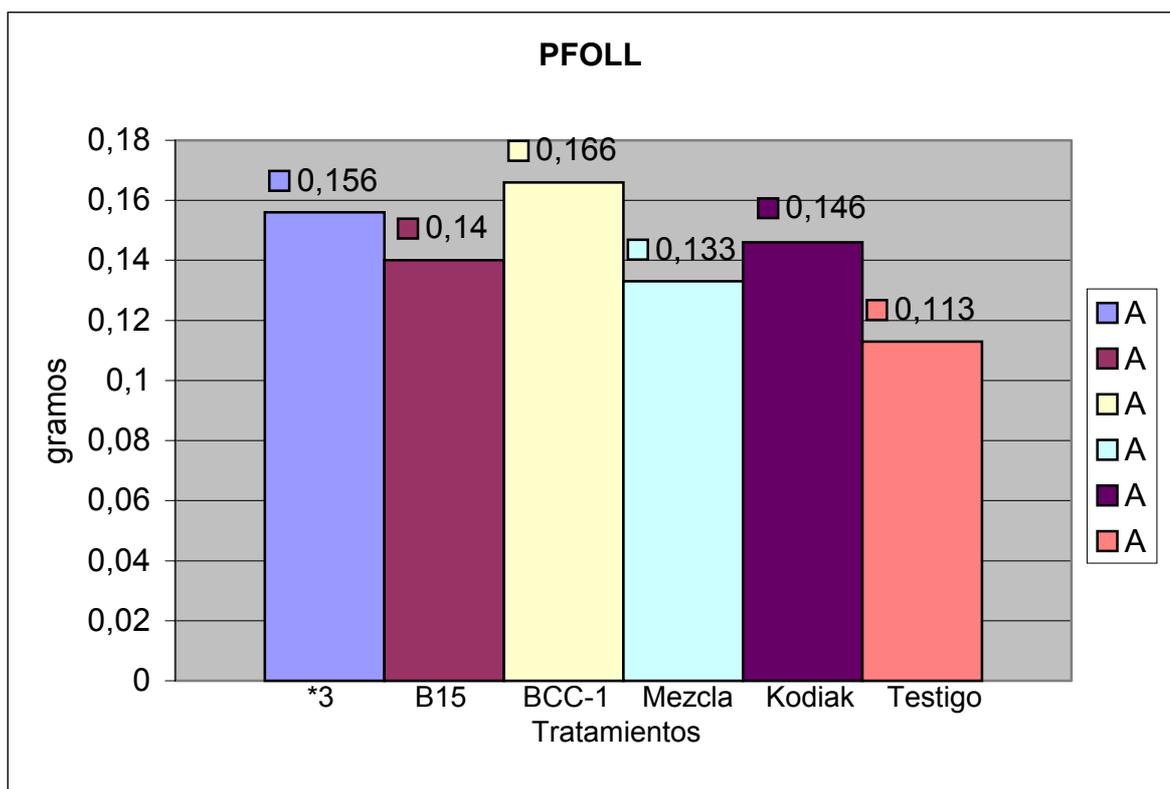
En esta especie el análisis de varianza (Duncan, $\alpha=0,05$) no detecto significancia estadística en ninguna de las variables que se evaluaron. Aunque numéricamente si hubo diferencia, en este caso la mezcla se obtuvo el mayor peso de tubérculos seguido por kodiak y *3 el resto no tuvo diferencia respecto al testigo. (Cuadro A2; Figura 12). Estudios similares se encontraron a fines de los 70 y principios de los 80 en la Universidad de California, Berkeley, demostraron que algunas cepas de *Pseudomonas* fluorescentes eran capaces de mejorar el crecimiento de papa y caña de azúcar cuando eran aplicadas a las semillas (Schroth, Hancock, 1982).



*Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (Duncan, $\alpha=0,05$).

Figura 12.- medias de la variable peso de tubérculos, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de invernadero con distintos tratamientos de bacterias promotoras de crecimiento.

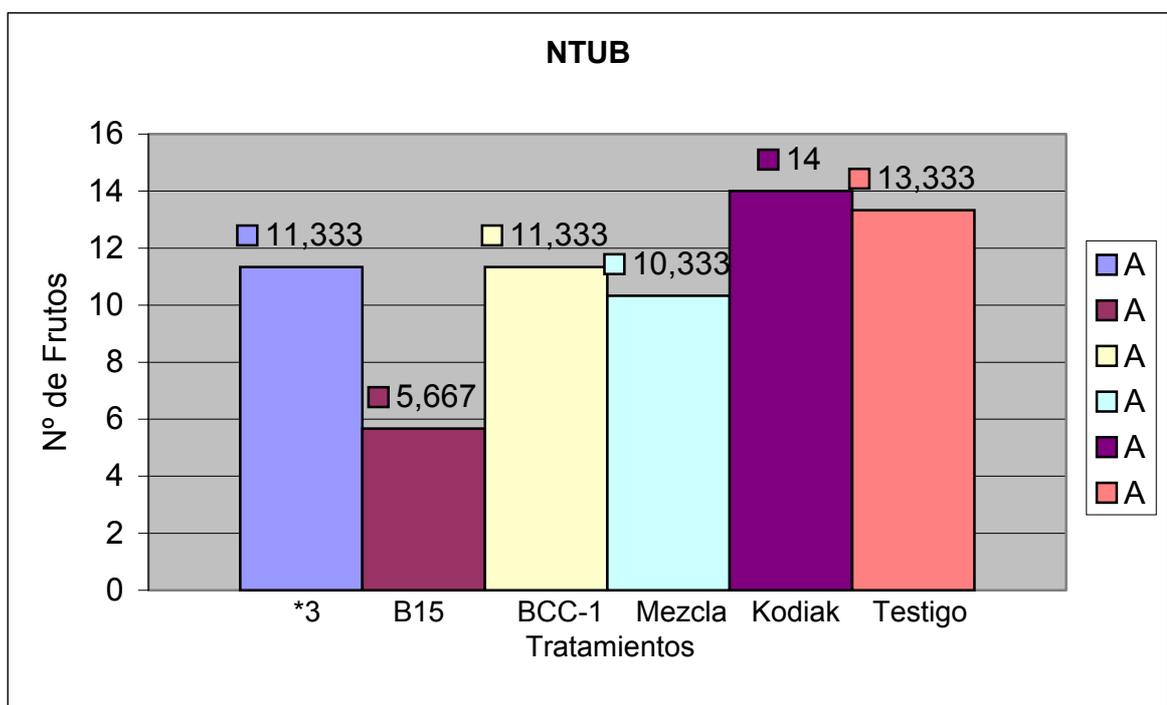
Respecto al peso de follaje, como se mencionó no presentó diferencia estadística (Duncan, $\alpha=0,05$) pero si fueron diferentes en numero por ejemplo BCC-1 fue superior a todos seguido por *3 y Kodiak (Cuadro A2; (Figura 13). Caso similar se reportó en unos ensayos realizados en uno de los terrenos en experimentación, las plantas a las que se les había adicionado el *B. subtilis* produjeron más Kg por hectárea y las papas fueron de mejor calidad, esto debido al efecto de una bacteria promotora de crecimiento que tiene como mecanismos de promoción la inhibición de patógenos y la estimulación directa del crecimiento de las plantas (Hall, *et al.* 1999).



*Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (Duncan, $\alpha=0,05$).

Figura 13.- medias de la variable peso de follaje en el cultivo de la papa (*S. tuberosum* L.) bajo condiciones de invernadero con distintos tratamientos de bacterias promotoras de crecimiento.

En relación al Numero de Tubérculos el tratamiento Kodiak obtuvo el mayor numero de tubérculos que los demás tratamiento, incluyendo al testigo (Cuadro A2; Figura 14). Casos similares se presentaron en años recientes, se ha retomado el interés de utilizar bacterias promotoras de crecimiento en la producción de cultivos. Estas bacterias se han aplicado a semillas, tubérculos o raíz, y son capaces de colonizar las raíces de las plantas y estimular el crecimiento y rendimiento de cultivos (Chanway *et al.*, 1997).



*Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (Duncan, $\alpha=0,05$).

Figura 14.- medias de la variable número de tubérculos. En el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de invernadero con distintos tratamientos de bacterias promotoras de crecimiento.

CONCLUSIONES

Experimento en Tomate

De las tres cepas bacterianas estudiadas, la mayoría tuvo efectos benéficos en el cultivo de tomate; la cepa B₁₅ (*Bacillus pumilus*) promovió el mayor peso de frutos (PF), también promovió mayor peso de follaje y mayor número de frutos, superando los efectos del producto Kodiak.

En general la mayoría de las plantas inoculadas con las cepas bacterianas experimentales superaron claramente al testigo en las tres variables que se evaluaron.

Experimento con la Papa

En este experimento estadísticamente no hubo ninguna diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0,05$) en ninguna de las variables que se midieron, solo se presentó diferencia numérica.

LITERATURA CITADA

- Agrios, N. G 1996. Fitopatología. 2ª Edición, Editorial Limusa. México. 838 p.
- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT editor, S. A. México. 491p.
- Alexander, M. 1981. Introducción a la microbiología del suelo. Traducción al español de J.J. Peña C. AGT. México, DF. México.
- Anónimo, 1994 Integral Pest Management for Potatoes in the western United States. University of California. 146 p.
- Arellano, G. A. y M. A. Gutiérrez. 2003. Efecto de la nutrición vegetal en el peso y número de frutos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de la asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. 20 al 24 de Octubre del 2003. Chapingo, México. 13. P.
- Báez, P.P. 1993, Monografía de la Papa (*Solanum tuberosum*), UAAAN, Saltillo, Coahuila, México, Pág. 116.
- Baez, P.P. 1983, Monografía de la Papa (*Solanum tuberosum* L.), UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, México, Pág. 21.
- Baker, C.J and Stavelyn, J.R. 1983. Biocontrol of beanrust by *Bacillus subtilis*, under field conditions. Plant Disease 69(9): 770-772p.
- Barea, J.M. y C. Azcón-Aguilar. 1982. La rizósfera: interacciones microbio-planta. An. Edaf. Y Agrobiol. XLI (7-8): 1517-1532.
- Bryan, A.H. 1974. Bacteriología. Principios y Prácticas. 6ª Edición. Editorial CECSA. México. DF. 235-236p.

- Camacho, G. S. A., 1997. Estudio de modelos de raíces y distribución de materia seca en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de invernadero, tesis, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, págs. 7-18.
- Campos, A. J. 1987. Enfermedades del frijol. Editorial Trillas. México, D.F. 132 p.
- Cássares, E. 1981. Producción de hortalizas. 3ª. Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Castillo, F. E. 2001. Efectividad *in vitro* de actinomicetos aislados de la rizosfera de la papa (*Solanum tuberosum* L.) de los estados de Coahuila y Nuevo León sobre *Rhizoctonia solani* Kuhn. Tesis de maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: pp. ; 21.
- Cepeda, S. M. y Gallegos, M. G. 2003. La papa, el fruto de la tierra. 1ª Edición. Editorial Trillas: 249 p.
- Chanway, C.P. 1997. Inoculation of tree roots with plant growth promoting soil bacteria: An emerging technology for reforestation. For. Sci. 43: 99-112.
- Chanway, C.P., R.K. Hynes y L.M. Nelson. 1989. Plant growth promoting rhizobacteria: Effects on growth and nitrogen fixation of lentil (*Lens esculenta* Moench.) and pea (*Pisum sativum* L.). Soil Biol. Biochem. 21: 511-517.
- Dashti, N., F. Zhang, R. Hynes y D.L. Smith. 1997. Application of plant growth-promoting rhizobacteria to soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) increases protein and dry matter yield under short-season conditions. Plant Soil 188: 33-41.
- De la Isla , M. L. 1984. Fitopatología, 2ª, ed., Futura México,. Pág. 377.

- Díaz, P.A. 1990. Antagonismo de *Bacillus subtilis* contra *Fusarium oxysporum* f. Sp. Niveum y su eficiencia en el control del marchitamiento de la sandía en Invernadero. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 35 p.
- Dixon, G. R. 1981. Vegetable Crop Diseases. AVI Publishing. Co. New Cork, conn. USA. 517 p.
- Edmond, J. B., Senn, T. L. y Andresws, F. S. 1984. Principios de horticultura. Ed. CECSA. México.
- Ferreira, J. H. S., N. Matthee. Fand. C. Thomas A. 1991. Biological control causantes de la marchitez del chile (*Capsicum annuum*). Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Flores, P. I. 1980. Cultivo del tomate. ITESM. Monterrey, Nuevo León, México P 9.
- González, C. M. 2003. El *Bacillus subtilis* inmovilizado en espumas hidrofílicas induce tolerancia a NaCl en tomate y lechuga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 51 p.
- Guerrero A. F. y G. A. J. 1998. Adaptabilidad de 13 genotipos de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. En el valle de Yerécuaro. Mich. Tesis, Facultad de Agrobiología, U.M.S.N.H., Uruapan Pág. 1,9,01,11.
- Guerrero, G. A., Cultivos herbáceos extensivos, 2ª. Ed., Mundiprensa , Madrid, 1981, Pág. 52.
- Gutiérrez, A.A. y Romero, C.S. 1980. Etiología y control de la marchitez de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Xochimilco, D.F. Agrociencia: 14:163-169 p.
- R.F. Hall y J.J. Menn, Biopesticidas. 1999: Use and Delivery (Huamana Press, Totowa, New Jersey,).

- Halfacre G. 1984. Horticultura . Editorial A. G. T. México D F. 528 pp.
- Hernández, CF.D., Corona, Z.A. Pérez, Ch. A., Carvajal, C.C. Lira, S.H., Cepeda, S.M. y Gallegos, M.G., 2002. Grupos de anastomosis de *Rhizoctonia solani* en diferentes regiones paperas de México. Conferencias panamericana de fitopatología.
- Herrera, C.M.A. y Herrera- Campi, J.A. 1963. Estudio de la actividad antibiótica del bacilo BHH frente a cepas de hongos patógenos de las plantas cultivadas: 39:37-47.
- Hooker, W. J. 1986. Compendium of potato diseases, 3ª. Ed., American Phytopathological Society, St. Paul. Minnesota, Estados Unidos, pág. 19.
- INIA. 1998. Marco de referencia; 1ª reunión estatal de investigación.
- Kloepper, J.W., Schroth, M.N. 1978. Plant growth-promoting rhizobacteria in radish. pp 879-882. Proc. 4th Int'l. Conf. Plant Pathogenic Bact. Gilbert-Clarey, Tours, Francia
- León, H., M, G. y M. Arosamena D. 1980. El cultivo del tomate para consumo fresco en el Valle de Culiacán. CIAPAN-CAEVACU. México. 171p.
- Lifshitz, R, J.W. Kloepper y M. Kozlowski. 1987. Growth promotion of canola (rapeseed) seedlings by a strain of *Pseudomonas putida* under gnotobiotics conditions. Can. J. Microbiol. 3: 390-395.
- Linares, A.M. 1959. Principios de horticultura. Editorial: Continental. México. D.F. Pag. 467.
- Mendoza Z.C. y Pinto, B 1983. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Universidad Autónoma de Chapingo, México: 311 p.

- Montaldo, A. 1984, Cultivo y mejoramiento de la papa, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica, , pág. 285-296.
- Morato, J.V. 1992. Horticultura herbácea especial. 3ª. Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. P. P 335 –367.
- Novak, G. J. 1970. Fuente de adaptación y rendimiento de 12 variedades de tomate de la región de Monterrey, N. L. Tesis. Licenciatura. UANL. México. 51.
- Nuez, F. A. Rodríguez; J. Tello, J. Cuartero, B. Segura. 1995. El cultivo del tomate. --España: Mundi Prensa, -125p.
- Nuez, F. 1999. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. España. Pp.94-669.
- Pereira, J.A.R., V.A. Cavalgante, J.I. Baldani y J. Dobereiner. 1988. Sorghum and rice inoculation with *Azospirillum* sp. Y *Herbaspirillum serepedicea* in field. *Plant Soil* 110: 269-274.
- Pérez, G., M. F. Márquez S. y A. Peña L. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp. 1490 – 179.
- Picken, A.J.F. Sterwart, K. and Klapwijk, P. 1986. Germination and vegetative development. In: Atherthon, J G. Rudich, J. (Ed.). *The tomato crop*. Chapman and Hall. London, New York. pp. 111 – 165.
- Ramírez, V. J. 1989. Efecto de la solarización y el metan sodio sobre la pudrición de la corona y raíz del tomate *Fusarium oxysporum* f. Sp. radialis lycopersici; malas hierbas y desarrollo del tomate. Memorias de XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Montecillo, México: pp; 156.

- Rangel, A.M.R. 1987. El cultivo de la papa y su mejoramiento genético. Monografía. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. p. 112.
- Rick, C. M. 1974, El tomate, Investigación y Ciencia. Scientific American No. 25 Edición. Reverté S. A. Barcelona, España Pp. 46.
- Rick M., Ch. 1976. Tomato In: Evolution of Crop Plants. Edited by N. W. Simmonds . Longman. London y New York .
- Rodríguez, A., J, M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Editorial Trillas, México D, F, Pág. 186.
- Romero, C. S., 1993. Hongos fitopatógenos, Universidad Autónoma de Chapingo, Mexico.
- SAGAR. 1994. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaría de Planeación. Tomo 1. México. pp: 394-401.
- SAGAR, 1995. Manual de estimación de cosechas de cultivo primavera verano y temporal 1995/1995. SARH, Delegación Estatal Chihuahua.
- Schroth, M. N. y J. G. Hancock. 1982. Disease suppressive soil and root colonizing bacteria. Science 216:1376-1381
- Schroth. M.N. y A.R. Weinhold. 1986. Root-colonizing bacteria and plant health. HortSci. 21: 1295-1298.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Manual técnico del nematodo agallador de Columpia *Meloidogyne chitwoodi*, 1987, Pág. 25.
- Secretaria de Educación Pública (SEP). 1990. Tomates. Manuales técnicos.

- Siller c. J. H., 2000. Productor de Hortalizas. Noviembre. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Culiacán Sinaloa. 8-16 pp.
- Tamaro D. 1921. Manual de Horticultura, 6ª Ed., Edit. Catalana, Barcelona. 589 p.
- Tamaro, D.1981. Manual de horticultura, 9ª. Ed ., G. Gili, México Pág. 56.
- Valadez, L.A. 1993. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa. 1ª Edición, 3ª Reimpresión. México D.F. Pág. 212-222.
- Valdez, L. A. 1998. Producción de hortalizas. 4ª. Edición. Editorial Limusa. México, D.F. P.p. 197 – 211.
- Valdez, A, O. 1989. Resúmenes: Primera demostración agrícola para productores de papa. SARH, INIFAP, FIRA, CIFAQ, Coah. Campo “Sierra de Arteaga” Arteaga, Coahuila. México. Pág. 20.
- Van Der Zaag. D. E. Horton. 1982. Potato production and utilization in world perspective with especial reference to the tropics and subtropics.
- Vavilov, N.I. 1951. Estudios sobre el Origen de Las Plantas Cultivadas. Waltham, Mass. Crónica Botánica. Acme Agency Soc. Buenos Aires Pág. 1951.
- Villareal, G., 1983. “Conozca más sobre la papa”, NOTICIAMEC-SARH-INIA-CIAMEC, 2(5), , Pág. 8.
- Virgen, G.M. y López, N. 1992. Una bacteria antagónica a *Rhizoctonia solani* “*in vitro*”. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología.
- Virgen, G.C. 2000. Distribution of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* on potato in México. Congreso Mundial de *Rizoctonia* en Taiwan.

- Vreeland, R.H., W.D. Rosenzweig and D.W. Powers. 2000. Isolation of a 250 million-year-old halotolerant bacterium from a primary salt crystal. *Nature* 407:897-900.
- Wlter, G.W., et al. 1982. Introducción a la microbiología, 2ª impresión. Editorial Continental. México: 409 p.
- Wilsie PC 1966. Cultivos, Aclimatación y Distribución . Editorial ACRIBIA . Zaragoza , España.
- Yang, Z.Z. 1992. Secrening of *Bacillus subtilis* strain PR55 and tests of its antifungal activities to *Rhizoctonia solani*. Pág. 3409.
- Zalom G.F. 1990. Integrated Pest Management for Tomatoes. Third Ed. University of California. SIPMP. Division of Agriculture and Natural Resource, Publication 3274. Oakland, Ca. USA.
- Zhang, F., N. Dashti, H. Hynes y D.L. Smith. 1996. Plant growth promoting rhizobacteria and soybean (*Glicine max* L. Merr.) nodulation and nitrogen fixation at suboptimal root zone temperatures. *Ann. Bot.* 77: 453-459.
- Paginas WEB:
- <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html>
- <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/Anpapa.html>
- <http://www.redepapa.org/delgadillo.pdf>
- <http://www.cidh.org.mx/monografias/tomate.html>
- <http://strix.ciens.ucv.ve/~instzool/FAMT.html#titulo>
- <http://iibce.edu.uy/2001-07/>
- http://www.uc.cl/sw_educ/hortalizas/imagenes/tomate/tipo_indeterminada.jpg
- <http://www.fao.org/biotech/es/X438s.htm> (2000).

APENDICE

Cuadro 1.- Comparación de Medias de las Variables Numero de Fruto (NF), Peso de Frutos (PF) y Peso de Follaje (PFOLL) en el cultivo de tomate, bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	NF	PF(g)	PFOLL (g)
*3	10.833 AB	0.25833 AB	0.43833 AB
B ₁₅	13.500 A	0.34333 A	0.50000 A
BCC-1	11.000 A	0.25667 AB	0.43000 AB
Mezcla	8.333 BC	0.22167 AB	0.36833 AB
Kodiak	6.500 C	0.17833 B	0.28000 BC
Testigo	5.333 C	0.13833 B	0.13333 C

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (Duncan, $\alpha=0,05$).

Cuadro 2.- Análisis de Varianza para la variable número de frutos (NF)

Fuente	g.l	SC	CM	Valor de F	P < F	Med. Frut.
Tratamiento	5	284.250	56.850	4.76**	0.0026	9.250000
Error	30	358.000	11.950			
Total	35	642.750				

C.V. = 37.37165%

** Altamente Significativo

Cuadro 3 .- Análisis de Varianza para la Variable Peso de Frutos (PF)

Fuente	g.l	SC	CM	V. de F	P< F	Med. Frut
Tratamiento	5	530188.888	106037.777	5.70 **	0.0008	0.232778
Error	30	557700.000	18590.000			
Total	35	1087888.888				

C.V.= 42.36825%

** Altamente Significativo

Cuadro 4 .- Análisis de Varianza para la Variable Peso de Follaje (PFOLL)

Fuente	g.l	SC	CM	V. de F	P< F	Med. Frut
Tratamiento	5	152722.222	30544.444	3.14**	0.214	0.358333
Error	30	291800.000	9726.666			
Total	35	444522.222				

C.V.= 37.63823%

** Altamente Significativo

Cuadro 5.- .- Comparación de Medias de las Variables Numero de Fruto (NF), Peso de Frutos (PTUB) y Peso de Follaje (PFOLL) en el cultivo de papa, bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	NF	PTUB (g)	PFOLL (g)
*3	11.333 A	0.4800 A	0.15667 A
B ₁₅	5.667 A	0.3600 A	0.14000 A
BCC-1	11.333 A	0.4767 A	0.16667 A
Mezcla	10.333 A	0.5433 A	0.13333 A
Kodiak	14.000 A	0.5400 A	0.14667 A
Testigo	13.333 A	0.3800 A	0.11333 A

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (Duncan, $\alpha=0,05$).

Cuadro 6.- Análisis de Varianza para la Variable Número de Frutos (NF)

Fuente	g.l	SC	CM	Valor de F	P< F	Med. Frut
Tratamiento	5	57.166	11.433	0.52	0.7588	11.50000
Error	30	265.333	22.111			
Total	35	322.500				

C.V = 40.88909 %

Cuadro 7 .- Análisis de Varianza para la Variable Peso de Frutos (PF)

Fuente	g.l	SC	CM	V. de F	P< F	Med. Frut
Tratamiento	5	91066.666	18213.333	1.18	0.3741	0.463333
Error	30	185133.333	15427.777			
Total	35	276200.000				

C.V = 26.80761%

Cuadro 8 .- Análisis de Varianza para la Variable Peso de Follaje (PFOLL)

Fuente	g.l	SC	CM	V. de F	P< F	Med. Frut
Tratamiento	5	5227.777	1045.555	0.41	0.8304	0.142778
Error	30	30333.333	2527.777			
Total	35	35561.111				

C.V = 35.21347%

