



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
INSTITUTO DE HORTICULTURA**

**EFFECTO DE LA CEPA BACTERIANA CAE-01 Y FUMIGACIÓN AL
SUELO SOBRE LA PUDRICIÓN BLANDA EN EL CULTIVO DE
ALCATRAZ EN LA PERLA, VERACRUZ.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA

FERMÍN GARCÍA LÓPEZ



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

JULIO DE 2010, CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO.



Instituto de Horticultura

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE LA CEPA BACTERIANA CAE-01 Y FUMIGACION
AL SUELO SOBRE LA PUDRICION BLANDA (*Pectobacterium carotovorum*) EN
EL CULTIVO DE ALCATRAZ (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) EN LA
PERLA, VERACRUZ.**

Tesis realizada por Fermín García López bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobado por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR:


M EN C. JOSÉ MERCED MEJÍA MUÑOZ

ASESOR:


M EN C. MA. DE LOURDES RODRÍGUEZ MEJÍA

ASESOR:


M EN C. AMANDO ESPINOSA FLORES

DEDICATORIAS

A mis padres Roberto García Santiago y Angélica López Espinosa por darme derecho a la vida y mediante su apoyo y grandes sacrificios han logrado mi formación como profesionista y a quienes des debo todos mis triunfos. Los quiero mucho.

A mi hijo Alan Josué y mi esposa Yoana Roxana quienes son mi mayor motivación para enfrentar la vida y quienes me brindan su apoyo incondicional para salir adelante. Los amo mucho.

A mis hermanos Albi, Toño y Marín, por su gran apoyo, por los ánimos que siempre me dan para lograr mis objetivos. Gracias por los momentos que siempre hemos compartido.

A mis abuelos, Francisco, Concepción, Mercedes y Javier[†] que gracias a sus consejos han logrado que siempre cumpla con mis metas en la vida. En especial a mi abuelo Javier que se adelanto en el viaje pero que siempre estará en nuestros corazones.

A toda la familia López Espinosa y García Santiago, por su apoyo en mi desarrollo como profesionista.

A la familia Gómez Escobar quienes siempre nos dan su apoyo incondicional.

A todos mis amigos y compañeros de Licenciatura y Maestría, gracias por los momentos que compartimos durante todo ese tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por haberme prestado vida y salud para poder crecer en el ámbito profesional.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Departamento de Fitotecnia por haber financiado el desarrollo de esta investigación, y por haberme brindado la oportunidad de obtener un grado académico más y así enriquecer mis conocimientos para poder dar soluciones a la problemática del agro mexicano.

Al M en C. José Merced Mejía Muñoz, por su dirección, participación, tiempo dedicado y su inestimable apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A la M en C. Ma. de Lourdes Rodríguez Mejía, por sus grandes aportaciones, sugerencias y gran apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Al M en C. Amando Espinosa Flores, por sus sugerencias y tiempo dedicado para la mejora de esta investigación.

A los productores de alcatraz de la Perla, Veracruz, por su buena disponibilidad y participación en el desarrollo de esta investigación.

A todos aquellos de manera directa o indirecta fueron partícipes en el desarrollo de este trabajo.

DATOS BIOGRÁFICOS

FERMÍN GARCÍA LÓPEZ, nació en el municipio La Independencia, Chiapas, México, el 06 de Julio de 1984. Los grados básicos académicos los cursó en su mismo municipio. En el año de 1999, ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo para cursar el nivel de Preparatoria.

En esta misma unidad académica curso sus estudios de Licenciatura, obteniendo el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola (2006). Ha participado en diferentes cursos y simposios relacionados a la fitosanidad, con experiencia laboral en gobierno y empresas privadas.

En 2008 inicia los estudios de Maestría en Horticultura en el Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente desarrollando actividades como Coordinador de Asuntos Regulatorios en la empresa Unión Mexicana de Fabricantes y Formuladores de Agroquímicos (UMFFAAC).

EFFECTO DE LA CEPA BACTERIANA CAE-01 Y FUMIGACIÓN AL SUELO SOBRE LA PUDRICIÓN BLANDA EN EL CULTIVO DE ALCATRAZ EN LA PERLA, VERACRUZ.

EFFECT OF THE BACTERIAL STRAIN CAE-01 AND SOIL FUMIGATION ON SOFT ROT IN THE CULTIVATION OF ALCATRAZ IN THE PEARL, VERACRUZ.

García López Fermín¹ y José Merced Mejía Muñoz²

RESUMEN

Con el propósito de establecer un manejo de la pudrición blanda (*Pectobacterium carotovorum*), en la Perla, Ver., se estableció un experimento con seis tratamientos: tres tratamientos con fumigación al suelo en dos de ellos se aplicó la bacteria antagonista CAE-01 cada 21 y 42 días respectivamente y tres sin fumigación, en dos de ellos se aplicó la bacteria antagonista CAE-01 cada 21 y 42 días respectivamente. Las variables evaluadas fueron: la altura de la planta, número de hojas por planta, porcentaje de infección de los rizomas. Se realizaron cinco evaluaciones cada 21 días y en la última se evaluó el porcentaje de infección. Los resultados indican que los mejores tratamientos fueron los que corresponden a fumigación al suelo y la aplicación de la bacteria cepa CAE-01 cada 21 y 42 días respectivamente para todas las variables, obteniendo un 6 % de infección en rizomas en el tratamiento cinco y hasta un 37% en los otros, lo que dio como resultado plantas con alturas promedio 35 cm y tres hojas en el periodo inicial, a los diez meses esto se tradujo en plantas con abundante desarrollo de rizomas raíces y hojas, así como escapos florales de vigor excepcional en comparación con obtenidas en la región. Se concluye que con la aplicación de estos tratamientos se puede reactivar el cultivo de alcatraz en la Perla, Veracruz.

Palabras clave: *Pectobacterium carotovorum*, *Zantedeschia aethiopica*, Metam sodio, Antagonismo, Bacteria CAE-01.

¹ Estudiante

² Director

ABSTRACT

In order to establish a management protocol for soft rot (*Pectobacterium carotovorum*) in the Pearl, Veracruz, an experiment was established with six treatments: three soil fumigation treatments, in two of which the antagonistic bacteria CAE-01 was applied every 21 and 42 days respectively, and three treatments without fumigation, in two of which the antagonistic bacteria CAE-01 was applied every 21 and 42 days respectively. The variables evaluated were: plant height, number of leaves per plant, and percentage of infection of the rhizomes. Five evaluations were performed every 21 days, with the percentage of infection being evaluated in the last one. The results indicate that the best treatments were those for soil fumigation and application of strain bacteria CAE-01 every 21 and 42 days respectively for all variables, obtaining 6% infection in rhizomes in treatment five and up to 37% in the others, which resulted in plants with average heights of 35 cm and three leaves in the initial period; at ten months, this resulted in plants with plentiful development of rhizome roots and leaves, as well as floral scapes of exceptional vigor compared to those obtained in the region.

It is concluded that the application of these treatments can boost the cultivation of Alcatraz in the Pearl, Veracruz.

Key words: *Pectobacterium carotovorum*, *Zantedeschia aethiopica*, Metam sodium, Antagonism, Bacteria CAE-01.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	II
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. HIPOTESIS.....	4
IV. REVISION DE LITERATURA.....	5
4.1 El Cultivo de alcatraz	5
4.1.1 Origen geográfico.....	5
4.1.2 Clasificación taxonómica.....	5
4.1.3 Métodos de propagación.....	6
4.1.3.1 Siembra de semillas.....	6
4.1.3.2 División de rizomas.....	7
4.1.3.3 Cultivo de tejidos	7
4.1.3.4 Separación de brotes	7
4.1.4 Requerimientos del cultivo	7
4.1.4.1 Edáficos.....	7
4.1.4.2 Temperatura.....	8
4.1.4.3 Luminosidad.....	8
4.1.4.4 Fotoperiodo.....	8
4.1.5 Marco de plantación y densidad	8
4.1.6 Fertilización.....	9
4.1.7 Descripción botánica del alcatraz.....	9
4.1.7.1 Raíz	9
4.1.7.2 Tallo	9
4.1.7.3 Hojas	9
4.1.7.4 Flores	10
4.1.7.5 Frutos	10
4.2 El cultivo de alcatraz en La Perla Veracruz	10
4.3 Principales plagas y enfermedades del Cultivo de Alcatraz.....	12
4.3.1 Plagas insectiles.....	13
4.3.1.1 Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	13
4.3.1.2 Pulgones (<i>Myzus</i> sp.).....	13

4.3.1.3 Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> sp.).....	13
4.3.2 Hongos.....	14
4.3.2.1 <i>Pythium</i> sp.....	14
4.3.2.2 <i>Phytophthora</i> sp.....	14
4.3.2.3 <i>Alternaria</i> sp.....	14
4.3.3 Bacterias.....	15
4.3.3.1 <i>Xanthomonas campestris</i>	15
4.3.3.2 <i>Pectobacterium carotovorum</i>	15
4.3.3.2.1 Taxonomía de <i>Pectobacterium carotovorum</i>	15
4.3.3.2.2 Sintomatología de la enfermedad.....	16
4.3.3.2.3 Importancia económica.....	17
4.3.3.2.4 Mecanismos de infección.....	18
4.3.3.2.5 Proceso y condiciones óptimas para la infección.....	18
4.3.4 Virus.....	19
4.4 Control biológico de enfermedades bacterianas.....	19
V. MATERIALES Y METODOS.....	22
5.1 Ubicación del experimento.....	22
5.2 Condiciones climáticas.....	22
5.3 Descripción de materiales.....	23
5.3.1 Plantas de alcatraz.....	23
5.3.2 Cepa Bacteriana CAE-01.....	23
5.3.3 Fumigante VAPAM®.....	25
5.4 Aplicación de tratamientos.....	25
5.5 Preparación de suelo y método de trasplante.....	26
5.6 Diseño experimental.....	27
5.6.1 Modelo estadístico.....	27
5.7 Unidad experimental.....	29
5.8 Variables evaluadas.....	29
5.8.1 Altura de planta.....	29
5.8.2 Número de hojas.....	29
5.8.3 Porcentaje de infección en rizomas.....	30
5.8.4 Percepción social.....	30
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
6.1 Número de hojas y altura de plantas.....	31
6.1.1 Evaluación previa.....	31
6.1.2 Primera evaluación.....	35
6.1.3 Segunda evaluación.....	38
6.1.4 Tercera evaluación.....	41
6.1.5 Cuarta evaluación.....	44
6.1.6 Quinta evaluación.....	46

6.2 Porcentaje de infección en rizomas.....	49
6.3 Presencia de hijuelos en las plantas.....	53
6.4 Precocidad de floración.....	56
6.5 Percepción social sobre el experimento.....	57
VII. CONCLUSIONES.....	61
VIII. LITERATURA CITADA.....	62
IX. APENDICE.....	71

ÍNDICE DE CUADROS.

	Pág
Cuadro 1. Tratamientos aplicados en el desarrollo de la Pudrición Blanda (<i>Pectobacterium carotovorum</i>) en el cultivo de alcatraz (<i>Zantedeschia aethiopica</i>), La Perla, Ver. 2009.....	26
Cuadro 2. Número de hojas por planta de alcatraz en la evaluación previa La Perla. Ver. 2009.....	33
Cuadro 3. Altura de plantas de alcatraz en la evaluación previa, La Perla. Ver. 2009.....	33
Cuadro 4. Número de hojas por planta de alcatraz en la primera evaluación. La Perla. Ver. 2009.....	36
Cuadro 5: Altura de plantas de alcatraz en la primera evaluación, La Perla. Ver. 2009.....	36
Cuadro 6. Número de hojas por planta de alcatraz en la segunda evaluación. La Perla. Ver. 2009.....	39
Cuadro 7: Altura de plantas de alcatraz en la segunda evaluación, La Perla. Ver. 2009.....	40
Cuadro 8. Número de hojas por planta de alcatraz en la tercera evaluación. La Perla. Ver. 2009.....	43
Cuadro 9. Altura de plantas de alcatraz en la tercera evaluación, La Perla. Ver. 2009.....	44
Cuadro 10. Número de hojas por planta de alcatraz en la cuarta evaluación. La Perla. Ver. 2009.....	45
Cuadro 11. Altura de plantas de alcatraz en la cuarta evaluación, La Perla. Ver. 2009.....	45
Cuadro 12. Número de hojas por planta de alcatraz en la quinta evaluación. La Perla. Ver. 2009.....	47
Cuadro 13. Altura de plantas de alcatraz en la quinta evaluación, La Perla. Ver. 2009.....	47
Cuadro 14. Porcentaje de infección en rizomas de alcatraz, La Perla. Ver. 2009.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Ubicación de la parcela experimental.....	22
Figura 2. Material Biológico recién trasplantado en la parcela.....	24
Figura 3. Presencia de <i>Pectobacterium carotovorum</i> en alcatraz al realizar el trasplante.....	24
Figura 4. Aplicación de la suspensión de la bacteria antagónica cepa CAE-01 en alcatraz.....	26
Figura 5. Distribución de los tratamientos en campo.....	28
Figura 6. Planta recién trasplantada en la parcela (6 hojas) (izquierda) y planta con tres hojas (derecha).....	34
Figura 7. Plantas con daño en el follaje a causa de las intensas lluvias.....	34
Figura 8: Planta con la parte aérea completamente muerta por la presencia de abundantes lluvias.....	37
Figura 9: Efectos del fumigante en campo.....	37
Figura 10: Planta con nueva formación de hojas.....	40
Figura 11: Plantas de alcatraz en tratamientos con fumigación al suelo y aplicación de la bacteria CAE-01, en la tercera evaluación.....	42
Figura 12: Plantas de alcatraz en tratamientos donde se hizo aplicación de la bacteria CAE-01, sin fumigación al suelo, en la tercera evaluación.....	43
Figura 13: Plantas de alcatraz en la última evaluación en el tratamiento 5..	48
Figura 14. Promedio del número de hojas por plantas en las diferentes evaluaciones.....	48
Figura 15. Promedio de la altura de las plantas en las diferentes evaluaciones.....	49
Figura 16. Daños ocasionados por <i>Pectobacterium carotovorum</i> en tallo y raíz en plantas de alcatraz.....	52
Figura 17. Porcentaje de infección en bulbos de alcatraz causado por <i>Pectobacterium carotovorum</i> en los diferentes tratamientos aplicados.....	52
Figura 18. Sanidad de la raíz de las plantas en el tratamientos 5 (derecha) y el tratamiento 6 (izquierda) en la quinta evaluación.....	53
Figura 19: Número de hijuelos en plantas de alcatraz.....	55

Figura 20: Presencia de hijuelos en plantas de alcatraz, en los tratamientos donde se fumigo el suelo y se hizo aplicación de la bacteria CAE-01, meses después del experimento.....	56
Figura 21: Planta con síntomas de la enfermedad por el ataque de <i>Pectobacterium carotovorum</i>	58
Figura 22: Tallos florales retirados de las plantas de alcatraz.....	59
Figura 23: Plantas de alcatraz con escapo floral, en la parcela experimental a los diez meses después de establecer el experimento.....	59
Figura 24: Escapo floral de Plantas típicas de Alcatraz en la Perla, Ver (Izquierda), Escapo floral del experimento (Derecha).....	60

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de flores ornamentales es una práctica antigua con mucha importancia cultural, ya que es una tradición adornar los lugares de culto religioso, festivo y doméstico. Los antepasados han tenido interés por los valores estéticos que presentan las flores, su arquitectura, colores y perfumes (Leszczyńska, 1990; Leszczyńska y Borys, 2002). Una de las fuentes de valores estéticos son los arreglos y sus distintos diseños ofrecidos por las florerías y los mercados de las ciudades.

La demanda de las flores cortadas y el follaje en los pueblos de México depende principalmente de las fiestas (Salamanca *et al.*, 2001; Taboada *et al.*, 2001), pero hay muchas otras ocasiones de compra de flores: agradecimiento, cumpleaños, enfermedades, graduaciones, etc. Hasta ahora falta un mayor análisis de los mercados sobre gustos y consumo de flores y follaje a nivel nacional. Esta información podría ser útil a los horticultores para enriquecer la producción en diferentes especies, colores y formas.

En México para el 2008 existían 21,000 hectáreas para la producción de flores en todas sus variedades (SAGARPA, 2009). La horticultura ornamental hace más énfasis a la actividad que produce flores, plantas y árboles en contenedor (maceta o bolsa) o en plantación al suelo, bajo alguna de las siguientes modalidades: invernadero, bajo malla sombra ó cielo abierto (Moran, 2004).

Los cultivos más relevantes bajo invernadero son rosa, gerbera, liliom, alstroemeria, áster y clavel; en cultivos a cielo abierto sobresalen el crisantemo, clavel, gladiola y nardo y otras especies de menor volumen (Anónimo, 2001).

El cultivo de alcatraz (*Zantedeschia sp.*) es considerado dentro de los cultivos menores, de flores de corte, grupo que comprende una pequeña parte de la industria de la floricultura (Tayama, 1991).

Las especies de *Zantedeschia* cultivadas para flores de corte son originarias de Sudáfrica, pero se ha llevado a cabo una considerable selección de Nueva Zelanda, produciéndose flores en una amplia gama de colores; estas razas o cultivares son solicitados tanto para cultivarse para flores de corte y como plantas de maceta u ornamentales en invernadero (Salinger, 1991).

Actualmente el alcatraz o cartucho y sus híbridos (*Zantedeschia sp.*), forman un grupo de plantas muy apreciadas en el mercado nacional. Además en general el mexicano se encuentra muy familiarizado con estas flores, ya que se considera como un producto hortícola de fuerte arraigo nacional (Cruz y Cárdenas, 1997). Es por eso que con la introducción de nuevas variedades de alcatraz se vislumbra potencial de un nuevo mercado de exportación. Uno de los principales estados de la República que se dedican a la producción de esta especie es el estado de Veracruz, donde su cultivo se encuentra localizado en municipios con altos niveles de marginación, debido en parte a la bondad del clima de esas regiones y el escaso nivel tecnológico que se aplica en su producción. Como consecuencia de esto, se ha generado un problema generalizado que ha ocasionado la pérdida casi del 90 % de las unidades de manejo, por lo que este cultivo se encuentra en una situación alarmante a punto de desaparecer y, por consiguiente, agravar todavía más el nivel de pobreza de los pobladores que se dedican a ese cultivo.

En particular en el municipio de La Perla, Veracruz, en los últimos dos años se ha hecho un análisis fitosanitario, tanto por parte de la Dirección General de Sanidad Vegetal como por el Colegio de Posgraduados y la Universidad Autónoma Chapingo, para tratar de determinar las causas que han ocasionado la desaparición casi total y disminución del rendimiento del alcatraz. Los

resultados preliminares indican que todos los campos de producción actuales se encuentran contaminados con varios patógenos, los cuales solos o en conjunto ocasionan la enfermedad que produce la muerte gradual de las plantas. Con base en lo anterior, se han conjuntado esfuerzos de diferentes entidades públicas, federales y estatales, así como del sector ornamental nacional y estatal, coordinadas por el Consejo Mexicano de la Flor y el Sistema Producto Ornamentales Nacional para proponer un proyecto interinstitucional que apoye a los productores de alcatraz de esa región.

II. OBJETIVOS

General:

- ❖ Aportar una solución al problema de enfermedades del cultivo de alcatraz que enfrentan los productores del municipio de La Perla, Veracruz.

Particular:

- ❖ Evaluar el efecto de la aplicación de la cepa bacteriana CAE-01 en conjunto con una fumigación al suelo, sobre la pudrición blanda del alcatraz en la zona de La Perla, Veracruz.

III. HIPÓTESIS

- ❖ Es posible encontrar una solución al aplicar el control biológico sobre el desarrollo de la pudrición blanda, que permita restablecer el cultivo de alcatraz en la zona del La Perla, Veracruz.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 El Cultivo de Alcatraz.

4.1.1 Origen geográfico

El origen del alcatraz se encuentra en las zonas templadas frías ubicadas en el sur y este de África. En las montañas de Kenya es común observar campos donde crece silvestre el alcatraz. *Zantedeschia aethiopica* está completamente confinada a la costa sur y este que rodea Sudáfrica, pero también se encuentra establecida en el sureste de las regiones montañosas a altitudes superiores a 1000 msnm (Letty, 1973; Anónimo, 1989).

4.1.2 Clasificación taxonómica.

Su nombre conmemora al sacerdote católico y físico italiano, Francesco de Zantedeschi, quien nació en 1797 y murió en 1873 (Cruz y Alfaro, 2001). El alcatraz pertenece a la familia Araceae, es una gran familia de plantas principalmente herbácea, con gran variedad en su porte vegetativo. Se trata de plantas herbáceas con tallos aéreos y rizomas subterráneos; algunos miembros son leñosos. La familia incluye algunas cuantas trepadoras y epífitas así como acuáticas flotantes. Esta familia es difícil de clasificar por lo que es necesario el uso de caracteres tanto internos como externos. Los expertos han agrupado de forma diversa los géneros de un número invariable de subfamilia o tribus. Muchas tienen un jugo acuoso o lechoso (látex) y ráfidos (cristales de oxalatos de calcio). Hojas simples o compuestas, básales o nacidas de los tallos aéreos, limbos expandidos con nervaduras paralelos, pinadas o palmeadas, sostenida por un pecíolo cuya base es una vaina membranosa. Se presentan raíces adventicias en todas las especies (Underwood, 1971; Heywood, 1985).

División	Espermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Monocotiledoneae
Familia	Araceae
Subfamilia V	Philodendroideae
Tribu V	Zantedeschieae
Género	<i>Zantedeschia</i>
Especie	<i>aethiopica</i> (L.) Spreng. (Mohsen y Ebrahim, 2004).

Dentro del género *Zantedeschia*, existen diversas especies que se han separado en dos grupos según las diferencias en cuanto a su órgano de reserva, a la persistencia del follaje y época de floración. En el primer grupo se ubica a *Zantedeschia aethiopica* que se distingue por su hábito perenne y flores de color blanco. En el segundo grupo, las calas de colores, está formado por seis especies: *Z. rehmannii*, *Z. elliottiana*, *Z. albomaculata*, *Z. jucunda*, *Z. pentlandii* y *Z. odorata*. Todas estas, tienen un potencial económico interesante hoy en día, su órgano basal subterráneo es un rizoma y su follaje sufre una senescencia completa tras el verano, época en la que florecen (Plummer *et al.*, 1990; Seemann y Andrade, 1999; Snijder, 2004).

4.1.3 Métodos de propagación.

Los principales métodos de propagación del alcatraz son los siguientes:

4.1.3.1 Siembra de semillas

Se utiliza solamente en programas de mejoramiento con especies puras, de otro modo se puede diluir la pureza de la plantación. Se realiza la siembra en primavera formándose en otoño pequeños tubérculos, requiriéndose dos ciclos de crecimiento para la obtención de tubérculos con tamaño de floración (4.5 cm de diámetro); es decir, la otra floración ocurre tres años después de la plantación de la semilla (Armitage, 1993).

4.1.3.2 División de rizomas.

Este es el método más utilizado para incrementar la disponibilidad de material vegetativo, pero se debe tener cuidado de no introducir organismos patógenos al material. La división se debe realizar con una navaja estéril, antes de la plantación. La división se realiza en rizomas maduros, que tengan por lo menos dos años de edad, cortando las secciones individuales en el punto de unión con el rizoma madre, o bien cortando el rizoma en secciones, asegurando que cada una posea al menos una yema latente. Dos años después de la plantación se puede obtener rizomas, con tamaño listo para florecer (Armitage, 1993).

4.1.3.3 Cultivo de tejidos.

Este método es realizado sólo por laboratorios que hayan desarrollado la técnica adecuada y que permita una propagación rápida de un amplio rango de clones seleccionados, asegurando un material vegetal libre de virus y otras enfermedades. Una vez que las plántulas salen del laboratorio, necesitan dos ciclos de crecimiento para formar un rizoma con tamaño floral y por lo tanto tres años después se produce la floración (Armitage, 1993).

4.1.3.4 Separación de brotes.

Se trata de permitir la brotación de los rizomas y separar los tallos una vez que éstos hayan producido raíces en su base (Armitage, 1993).

4.1.4 Requerimientos del cultivo.

4.1.4.1 Edáficos.

El alcatraz necesita un suelo fértil, franco-arenoso que retenga humedad pero que a su vez tenga un buen drenaje para minimizar los problemas de pudrición de los rizomas y raíces. El rango ideal de pH del suelo es de 6.0 a 6.5. dado que los suelos arcillosos tienen poca aireación, mal drenaje y una alta posibilidad de incidencia de la enfermedad de la pudrición blanda ocasionada por *Pectobacterium carotovorum*, se recomienda, mejorar la estructura del suelo

y plantar en bandas elevadas o camellones para asegurar un buen drenaje y aireación del suelo (De Hertogh y Le Nard, 1993).

4.1.4.2 Temperatura.

El alcatraz en general, no tolera heladas fuertes. En la especie *Zantedeschia aethiopica* el crecimiento comienza con una temperatura mínima de 12 °C – 13 °C y la media que aumenta el crecimiento de la planta requiere una temperatura nocturna de 13 °C y diurna de 16 – 20 °C (Armitage, 1993).

4.1.4.3 Luminosidad

Un sombreado de hasta un 67% provoca un incremento del largo de las hojas y del escapo floral. La intensidad de la respuesta a las bajas iluminaciones depende de las especies o cultivares, sin embargo, en general se produce un crecimiento más pronunciado en el largo del pedúnculo con una baja radiación. Por otro lado, la baja radicación es a veces un problema en cultivos de invernadero en los meses de invierno, dando como resultado hojas y tallos florales etiolados (De Hertogh and Le Nard, 1993).

4.1.4.4 Fotoperiodo

La floración del alcatraz no es afectado por el fotoperiodo, sin embargo, aquellas plantas que crecen bajo la condición de día corto, son más bajas que aquellas que crecen bajo la condición de día largo (Armitage, 1993).

4.1.5 Marco de plantación y densidad.

Se puede utilizar un sistema de surcado de 1- 1.2 m de ancho o camellones, levantados de 20 a 25 cm del suelo, para favorecer el drenaje. La densidad de plantación depende del tamaño final de la planta, por lo tanto del tamaño del rizoma y del tiempo que se mantienen en el suelo, así como del sistema de producción. La profundidad de plantación es de 10 a 15 cm y se debe plantar los rizomas con los brotes hacia arriba (Armitage, 1993).

4.1.6 Fertilización.

Los requerimientos nutricionales están estrechamente correlacionados con los patrones de crecimiento. La mayor tasa de crecimiento se produce entre las 6 y 12 semanas después de la plantación. En anticipación a este crecimiento y dependiendo del análisis del suelo, algunos investigadores recomiendan una aplicación de fertilizante de preemergencia de N P K en una proporción de 12:10:10 respectivamente, en una dosis de 500 kg/ha. Luego, repetir en tres aplicaciones suplementarias a lo largo de la etapa de crecimiento. Otros señalan que la dosis de N no debe superar los 90 kg/ha, dado que un exceso de nitrógeno puede producir una disminución en el crecimiento del cultivo así como aumentar la susceptibilidad de la planta (Armitage, 1993).

4.1.7 Descripción botánica del alcatraz

4.1.7.1 Raíz

Posee raíces carnosas, adventicias, ramificadas provenientes de un rizoma tuberoso. La principal deja de crecer muy pronto quedando el sistema radical formado por numerosas raíces delgadas que nacen en la parte superior del rizoma (Letty, 1973).

4.1.7.2 Tallo

El tallo del alcatraz es un rizoma tuberoso del cual surgen hojas arrosetadas, el hábito de crecimiento de *Zantedeschia* es simpódico con yemas dominantes que emergen primero de los rizomas produciendo tallos primarios. Estos tallos típicamente presentan dos o tres vainas y dos hojas seguidos por una flor (Kobayashi *et al.*, 1977; Funnell y Mackay, 1988).

4.1.7.3 Hojas

Tiene hojas arrosetadas lanceoladas y/o acorazonadas, con limbo de 28 a 60 cm de longitudes y de 5 a 25 cm de ancho sostenido por un pecíolo esponjoso de 30 a 100 cm de largo, cuya base es una vaina membranosa. Pueden tener manchas claras o poco apreciables (Letty, 1973; Funnell, 1993).

4.1.7.4 Flores

Según la especie o tipo, la inflorescencia presenta una gran espata (bráctea), a menudo conspicua y petaloidea, coloreada, ensanchada, abierta y puntiaguda en forma de cucurucho o embudo, soportada por un pedúnculo esponjoso, sostenido y a veces envolviendo un espádice erguido de color amarillo cremoso formado por numerosas flores unisexuales de tamaño pequeño; las flores pistiladas (femeninas) están ubicadas en la base y las estaminadas (masculinas) en la parte superior, las cuales son envueltas por una hoja modificada, la espata. Perianto con 4-6 piezas pequeñas que se pueden soldar formando una copa solo en las flores bisexuales; estambres en número variable (de 1 a 6), a menudo soldados entre sí. Las flores femeninas pueden presentar estaminodios; ovario supero o hundido en el espádice, compuesto de uno a numerosos carpelos con uno a numerosas cavidades y uno a numerosos óvulos anátropos, anfítropos u ortótropos sobre placentas basales, apicales, axilares o parietales; estilo de forma diversa, a veces ausente (Heywood, 1985; Kobayashi *et al*, 1977; Funnell, 1993).

4.1.7.5 Frutos

El fruto es una baya a veces papiráceo, con una o numerosas semillas, por lo general con endospermo y embrión recto, aunque en algunas especies falta el endospermo y el embrión es curvo (Heywood, 1995). Cuando ocurre la fructificación, la espata se desarrolla en una estructura verde semejante a una hoja, la cual envuelve completamente el fruto desarrollado. Si la fructificación no ocurre la espata se marchita (Pais y Neves, 1982/83).

4.2 El Cultivo de alcatraz en la Perla Veracruz.

En la región central del Estado de Veracruz, el alcatraz blanco resalta en el paisaje de las grandes montañas con clima templado húmedo, y es uno de los productos hortícolas de mayor importancia comercial para los habitantes de esas zonas. Esta flor ha sido comercializada en la Ciudad de México y

Guadalajara. Localmente, es utilizada en festividades religiosas para adornar los altares de capillas o templos ubicados en comunidades o poblados (Cruz, et al., 2001).

El alcatraz tiene varios nombres comunes como son: Cartucho, Aro de Etiopía, lirio cala, cala lili o calla. Forma parte de la lista de cultivos de importancia comercial de varios Municipios del Estado de Veracruz y se estima una superficie cultivada de 50 Ha, todas a cielo abierto. En los municipios de la Perla y Mariano Escobedo desde hace más de 25 años se han generado negocios con la venta de esta flor, y hace cuatro años se especulaba un monto de un millón de dólares semanales en todas las interacciones comerciales que conllevaba su cadena productiva. En la actualidad, muchos productores, de los 1300 que tienen plantaciones, están abandonado el cultivo del alcatraz debido a una significativa reducción en la producción de flor provocada por el ataque de la bacteria *Pectobacterium carotovorum* (= *Erwinia carotovora*) agente causal de la enfermedad conocida como la pudrición blanda (Cruz, et al., 2001).

A nivel mundial provoca graves pérdidas económicas. En el año de 1999, en Nueva Zelanda se estimaron reducciones de ganancias de hasta un millón de dólares americanos (Wright y Burge, 2000).

El futuro de la producción de alcatraz en el municipio de La Perla es incierto debido al ataque de la pudrición blanda. Los esfuerzos por controlar químicamente esta enfermedad serán vanos si los productores no contemplan la salud de sus suelos. Otro aspecto a considerar, es la producción bajo sombra natural o artificial. Los alcatraces bajo sombra tienden a presentar escapes de mayor longitud y larga vida de anaquel. En cuanto al control de la pudrición blanda en el rizoma se han experimentado varios bactericidas y hasta aplicaciones de suero de leche de vaca con resultados poco halagadores. La producción exitosa, se basa en crecer alcatraces bajo sombra y utilizar un

sustrato muy poroso para evitar encharcamientos y rupturas de raicillas por suelo compactado. Más que intentar erradicar la enfermedad se debe convivir con esta. Utilizando estiércol de ovino o materia orgánica proveniente de compostas, suelo de la región y arena (Albores, 2000) el ataque de esta enfermedad disminuye notablemente. Con este manejo y nuevas variedades perennes de alcatraz de color verde con blanco y rosado con blanco se pretende auxiliar a los productores de alcatraz (Cruz *et al.*, 2001).

4.3 Principales plagas y enfermedades del cultivo de alcatraz.

Las plagas y enfermedades en la producción de plantas de ornato constituyen un riesgo para la producción, dado que hay una gran diversidad de especies en producción, así también hay diversas plagas y patógenos; cada cultivo tiene sus propias plagas y enfermedades, por lo que será necesario estructurar un cuadro básico de posibles plagas y enfermedades según el cultivo en cuestión (Moran, 2004).

Para que se presente una plaga o enfermedad será necesario la confluencia de tres factores: hospedante (cultivo o arvense), agente causal (plaga o patógeno) y un ambiente favorable para su desarrollo (humedad relativa, temperatura, entre otros), si falta alguno de estos no existirá el problema. Es importante conocer los ciclos de vida de los patógenos y plagas, de estas últimas saber cuánto dura su ciclo, cuantas etapas comprende, cuáles son sus hábitos, qué les gusta, qué no les gusta, en que instar son más susceptibles de controlar, cuánto daño pueden causar y en qué etapa, cuáles son sus tasas de multiplicación, cuantos ciclos tienen por mes, por año, etc. Todo ello encaminado a estructurar un programa de manejo integrado, con el enfoque de prevenir problemas, ya que no existe en el mercado un plaguicida “total”, que sea capaz de matar “todo” (huevecillos, larvas, pupas, ninfas, quistes, adultos, etc.), es decir los plaguicidas sólo “matan” en una o algunas etapas del ciclo de vida de una plaga, pero no todas; esto garantiza que siempre habrá

sobrevivientes (con su respectiva resistencia) que continúen perpetuando la especie y causando los daños consecuentes (Moran, 2004).

4.3.1 Plagas insectiles.

4.3.1.1 Trips (*Frankliniella occidentalis*).

En General los daños provocados por este insecto de las flores pueden clasificarse en daños directos e indirectos. Los daños directos se producen por estados inmaduros y adultos al picar y succionar el contenido celular de los tejidos. Los daños producidos por alimentación producen lesiones superficiales en la epidermis de hojas que después se necrosan, pudiendo afectar a todas las hojas y provocar la muerte de la planta. La saliva contiene una toxina que al ser segregada en la alimentación da lugar a deformaciones en los meristemos, que al desarrollarse la hoja, en la epidermis aparecen manchas cloróticas. Los daños indirectos son los producidos por la transmisión de virosis

4.3.1.2 Pulgones (*Myzus* sp.).

Los pulgones al igual que los trips pueden ocasionar daños directos e indirectos, los daños directos se deben a la alimentación sobre el floema de la planta. Las ninfas y los adultos extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento de la planta, deteniéndose el crecimiento, las hojas se arrollan y si el ataque es muy severo la planta puede morir completamente. Los daños indirectos se dan a consecuencia de la alimentación provocando una reducción de la fotosíntesis, debido a la segregación de azúcares que facilita la presencia de hongos, transmisión de sustancias tóxicas y la transmisión de virus al considerarse como vectores.

4.3.1.3 Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.)

El ciclo completo de esta plaga se extiende por uno a dos años, según la especie. El principal daño lo ocasionan las larvas al alimentarse de las raíces, lo que trae como consecuencia un mal desarrollo de la planta, marchitamiento y

su posible muerte. Estos daños pueden favorecer a la presencia de enfermedades de raíz en algunas plantas, al favorecer la entrada de bacterias y hongos en esta.

El adulto es un escarabajo de color café claro hasta casi negro, oviposita en el suelo en la temporada de lluvias, durante la siembra de las gramíneas. La larva es curva, blanca, con patas bien desarrolladas y mandíbulas poderosas que se alimenta de las raíces hasta terminar su desarrollo. Después, empupa en el suelo en espera de las próximas lluvias, cuando sale convertida en escarabajo adulto a aparearse y ovipositar.

4.3.2 Hongos.

4.3.2.1 *Pythium* sp.

Es un hongo que provoca pudriciones radicales de la planta, se ve favorecido por altas temperaturas y elevada humedad. Los síntomas se manifiestan con una coloración rosada del tejido infectado en tubérculos, las raíces adquieren un color marrón pudiendo permanecer el centro todavía intacto, los bordes de las hojas amarillean. Las lesiones en el tubérculo incrementan su tamaño, pero son inodoros (Dosdall, 1955; Forsberg, 1963).

4.3.2.2 *Phytophthora* sp.

Los síntomas ocasionados por *Phytophthora* son: pudrición del tubérculo, de la raíz y tizón de la hoja. Amarillamiento necrótico de los márgenes de la hoja y de la espata. Las flores no abren o están deformadas Doblamiento del tallo y/o pudrición del tubérculo y raíz (Dosdall, 1955; Forsberg, 1963). Para el control de la enfermedad es muy importantes implementar medidas culturales, tales como evitar excesos de humedad, utilizar sustrato sano, etc.

4.3.2.3 *Alternaria* sp.

Puede afectar en cualquier etapa del desarrollo de la planta. En las plantas adultas ocasiona manchas necróticas bien delimitadas en las hojas, siendo

estas circulares y pardas con anillos concéntricos. Tanto en los tallos, como en los pecíolos y las espatas las manchas son negras y bien. Su presencia se ve favorecida por temperaturas y humedad relativa altas. Las bajas temperaturas retardan su desarrollo (Tjia y Funnell, 1985). Para su prevención es importante evitar excesos de humedad.

4.3.3 Bacterias

4.3.3.1 *Xanthomonas campestris*

Estás bacterias atacan principalmente a las hojas durante los meses de primavera cuando las temperaturas nocturnas se mantienen altas. Las hojas infectadas desarrollan puntos impermeables, y en el tiempo húmedo las raíces, hojas y lámina foliar son blancos del ataque bacteriano. Bajo condiciones secas, los puntos necróticos se tornan cafés y dependiendo de su posición en la hoja varían en tamaño y forma. El tejido puede llegar a necrosarse completamente. Lesiones húmedas resultan de un daño en condiciones húmedas (Joubert y Truter, 1972).

4.3.3.2 *Pectobacterium carotovorum*.

Según Wright (1998); Snijder y Tuyl (2002); La patología más importante que afecta a cala, provocando importantes pérdidas económicas, es la incidencia de la pudrición blanda en tejidos del rizoma, causada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*.

4.3.3.2.1 Taxonomía de *Pectobacterium carotovorum*

Dominio: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Enterobacteriales

Familia: Enterobacteriaceae

Género: *Pectobacterium*

Especie: *carotovorum*

(Dye, 1969 actualizado por Mello *et al*, 2008).

Los miembros del género *Pectobacterium*, pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* (Toth et al., 2001), son bacilos rectos 0,7-1,5 μ , gram negativos, no esporulados, móviles por flagelos peritricos. Son anaerobios facultativos, catalasa negativa y oxidasa positiva. Las colonias son usualmente blancas, grises o amarillentas, con temperaturas óptimas de cultivo de 27-30° C (Dye, 1969; Roberts y Boothroyd, 1975; Pérombelon y Kelman, 1987).

La taxonomía del género *Erwinia* es compleja y está constituida por varios grupos. Se subdivide en *Pectobacterium*, *Pantoea*, *Dickeya* y *Erwinia*. Uno de los más relevantes es *Pectobacterium carotovorum*, los síntomas causados por esta bacterias en tubérculos y base de los tallos son la clásica alteración enzimática de los tejidos, que se tornan blandos y húmedos (Moran, 2004).

4.3.3.2 Sintomatología de la Enfermedad.

Aparentemente, la primera respuesta patológica del tejido afectado por las bacterias pectinolíticas, es la maceración que resulta de la hidrólisis del material péctico en la lamela media (Roberts y Boothroyd, 1975; Snijder, 2004). Además como acción bacteriana se puede presentar una errática emergencia de los tallos y la posterior caída de los mismos. Otro síntoma, es el colapso del pedúnculo de la flor ya cortada durante el período de postcosecha. Además, el tejido degradado y macerado por *Pectobacterium* spp. bajo condiciones naturales es de consistencia blanda, de aspecto opaco, de color blanco y desprende un fuerte olor a podrido (Welsh, 1991; Dole y Wilkins, 1999).

Blom y Brown (1999), aclaran que la infección no siempre resulta en la pudrición blanda de los tejidos, sino que, en algunas ocasiones la bacteria puede permanecer en forma latente durante mucho tiempo.

4.3.3.2.3 Importancia Económica.

En efecto, y de acuerdo a lo expresado por Wright (1998), es de vital importancia prevenir y controlar la “pudrición blanda bacteriana” en este cultivo. Esto se debe principalmente al precio de cada unidad productiva. El costo de adquisición de cada rizoma oscila entre US\$ 1,0 a 1,5 en el extranjero, o su equivalente en el mercado nacional (Kunstmann *et al*, 2002).

El aspecto económico implicado es relevante, por cuanto, reponer en una unidad productiva comercial una importante cantidad de rizomas de alcatraz que se pierden debido a “pudriciones blandas” durante el almacenaje o plantas durante el cultivo, afecta directamente la actividad económica de una empresa. Por lo tanto, establecer con claridad las causas responsables de las patologías es importante para generar sistemas de manejo y control (Kunstmann *et al*, 2002).

Existen evidencias que las especies *E. chrysanthemi* y subespecies de *E. carotovora* (subsp. *carotovora* y subsp. *atroseptica*) causantes de pudriciones húmedas representan una seria y constante amenaza, altamente perjudicial para el cultivo de la cala. A este respecto, Corr (1993), Funnell y MacKay (1999), Kuehny (2000) y Wright y Burge (2000), señalan que esta patología constituye la mayor problemática de la producción comercial de *Zantedeschia* spp.

Funnell (1993), señala que en las plantaciones de calas, las pérdidas ocasionadas por *Pectobacterium carotovorum*, alcanzan en muchas ocasiones 30%. En 1980, pérdidas mundiales atribuidas a la pudrición bacteriana se estimaron por sobre US \$100 millones/año. En Nueva Zelanda la industria de cala pierde más de 2 millones \$NZ por año (Vanneste 1996.; Wright, 1998).

4.3.3.2.4 Mecanismos de Infección.

La principal arma que utilizan las *Erwinias* que causan pudrición blanda, es la producción de múltiples exoenzimas, como las pectinasas, celulasas y proteasas, que dañan la pared celular. Las Pectinasas, en especial la pectin transeliminasa o pectatoliasa (PL) y poligalacturonasa (PG), son las principales exoenzimas, relacionadas en el desarrollo de la enfermedad (Starr y Chatterjee, 1972). Estas utilizan las pectinas de la lámina media y la pared celular, causando el colapso del tejido (Barras *et al.*, 1994; Pérombelon, 2002).

Se encuentran sobre la superficie de las plantas o en el suelo. Las vías de penetración son a través de heridas o de aperturas naturales en la superficie de la planta. Una vez dentro, éstos residen en el tejido vascular y espacio intracelular del tejido parenquimático (Toth *et al.*, 2003).

4.3.3.2.5 Proceso y Condiciones Óptimas de la Infección.

La bacteria presente (inicialmente en estado latente) en un área de infección privilegiada, como una herida, lenticelas, o tallo, comienza la multiplicación activa, sin macerar las células vegetales (Marty *et al.*, 1997). Cuando alcanzan un número crítico, generalmente estimado en 10^7 - 10^8 células/g de tejido podrido o sitio de infección (Pérombelon, 2002) las bacterias secretan una gran variedad de enzimas líticas extracelulares, que degradan la células vegetales, órganos y tejidos (Barras *et al.*, 1994).

Según Maher y Kelman (1983), la pudrición blanda causada por *P. carotovorum* es más severa cuando los tubérculos están bajo condiciones de oxígeno reducido, ya que la baja tensión de oxígeno provoca que los túberculos sean cubiertos por una película de agua. Cuando la concentración de oxígeno decrece de 20 a 5% el número de colonias formadoras (UFC) de *Pectobacterium carotovurum*, que se requieren para iniciar la pudrición, disminuye de 10^9 a 10^5 UFC en el sitio de infección, Smadja *et al.*, (2004), agrega que las condiciones medioambientales, como humedad, temperatura,

influyen en gran manera en la aparición y magnitud del daño causado. El estrés de las plantas causada por la irrigación excesiva o deficiente puede predisponer a las plantas a la enfermedad (Wright y Burge, 2000).

4.3.4 Virus

En relación a los virus se han identificado dos que atacan al género *Zantedeschia*. Estos son el Virus del Mosaico del alcatraz y el Virus de la Marchitez y Moteado del Tomate. El virus del Mosaico produce distorsión de las hojas y flores y además produce manchas circulares en las hojas. Por otro lado, el virus de la marchitez y moteado del tomate produce manchas que pueden ser de color amarillo o blanco en el follaje y flores.

4.4 Control biológico de enfermedades bacterianas

El control biológico con antagonistas consiste en la utilización de microorganismos naturales o modificados, para reducir los efectos de organismos indeseables, favoreciendo al mismo tiempo el desarrollo de los microorganismos benéficos para las plantas. Los microorganismos antagonistas comprenden cualquier organismo que interfieren en la supervivencia o desarrollo de los patógenos (Ezziyyani *et al* , 2006). Para lograr el control biológico se pueden seguir tres vías: Exploración en el propio medio de los agentes de control biológico, introducción o liberación masiva de agentes de control y manipulación del ambiente para favorecer el desarrollo de los antagonistas naturales presentes en el mismo.

Hace décadas quedó establecido que las interacciones microorganismo-microorganismo, son clave en el desarrollo y función de la rizósfera y que las poblaciones de estos pueden interaccionar de manera sinérgica (aditiva) o bien antagónica. Es obvio que aquellos microorganismos que ejercen algún tipo de antagonismo sobre otros microorganismos patógenos de la planta, benefician indirectamente, el desarrollo de ésta, en términos de la protección de su estado sanitario. Tal actividad, que funciona por mecanismos de competencia por

nutrientes o sitios de colonización, producción de sustancias antimicrobianas, o enzimas extracelulares, opera de forma natural desde que existen las plantas. Sin embargo, puesto que esta actividad natural no está controlada específicamente, sus resultados son impredecibles. Es más, la aplicación de plaguicidas puede incluso interferir con dicho recurso natural. Surge entonces el concepto práctico de control biológico de enfermedades, que implica el manejo racional y dirigido de organismos apropiados, componentes comunes de los agroecosistemas, para proteger a la planta frente al ataque de patógenos diversos. Entre ellos podemos distinguir los microorganismos productores de enfermedades como virus, bacterias, hongos, nematodos, etc, y los organismos productores de plagas como los insectos (Ezziyyani *et al*, 2006).

La enfermedad agallas de la corona de pomáceas y varios frutales menores (frambuesa), así como de las plantas ornamentales, es ocasionada por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, la cual se ha logrado controlar comercialmente al tratar a las semillas, plántulas y esquejes con una suspensión de la cepa K84 de la bacteria relacionada taxonómicamente pero que no es patógena, *Agrobacterium radiobacter* (Agrios, 1996).

Las rizobacterias del género *Pseudomonas*, principalmente las especies *P. fluorescens* y *P. putida*, aplicadas a semillas, fragmentos de semillas y raíces de plantas, han resultado en una menor incidencia de pudriciones blandas y han dado incrementos consistentes en crecimiento y producción en varios cultivos (Agrios, 1996).

En algunos casos, la aspersión de la superficie foliar con preparaciones de bacterias saprófitas o bien con cepas avirulentas de bacterias patógenas, han reducido de manera considerable el número de infecciones que causan las bacterias. Por ejemplo, el tizón del fuego de las flores del manzano, ocasionado por *Erwinia amylovora*, fue parcialmente controlado con aspersiones de *Erwinia herbicola*; el rayado bacteriano de la hoja de arroz, causado por *Xanthomonas*

translucens ssp. *Oryzicola*, se redujo con aspersiones de aislamientos de *Erwinia herbícola* y *Pseudomonas fluorescens* (Agrios, 1996).

La cepa bacteriana CAE-01, de la familia *Enterobacteriaceae*, ha tenido buena respuesta como una bacteria antagónica en el desarrollo *in vitro* de *Pectobacterium carotovorum* var. *carotovora*, además que se ha confirmado que esta cepa detiene el avance de la enfermedad en cladodios de nopal y que al inocular esta cepa sin la presencia de la bacteria patógena, los protege de la infección (Gijón, 1996).

La cepa CAE-01 también ha tenido buenos resultados en el control del cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*) en el cultivo de jitomate reduciendo la incidencia de esta enfermedad, además que retarda la aparición de los síntomas en las plantas (Santiago, 2009)

Según Vargas (2009), la cepa CAE-01 protege en cierta manera a las plantas de jitomate contra la enfermedad *Ralstonia solanacearum* hasta con un 89% de eficacia, además que esta cepa presentó una efecto favorable en el desarrollo del área radical.

Ruiz (2009), indica que con la aplicación de 2 ml de suspensión bacteriana CAE-01 cada siete días se tiene un efecto positivo en las plantas de tomate, ya que se inhibe el avance de *Xanthomonas vesicatoria*. Además de obtener frutos de mayor calidad y mayor rendimiento por planta.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del Experimento

El estudio se estableció en una parcela que anteriormente estaba cultivada con alcatraz, las plantas que se trasplantaron fueron de la variedad Stoop Flower. La parcela se localizó en la barranca de Tlamanisco, Municipio de La Perla Veracruz, ubicado en la zona centro y más alta del Estado, en las coordenadas 18° 56" latitud norte y 97° 08" longitud oeste, a una altura de 1,620 metros sobre el nivel del mar (Figura 1). Limita al norte con Coscomatepec y Calcahualco; al este con Chocamán y Atzacán; al sur con Mariano Escobedo, Ixhuatlancillo y Maltrata; al oeste con el Estado de Puebla (Enciclopedia de los municipios de México, 2010)¹.

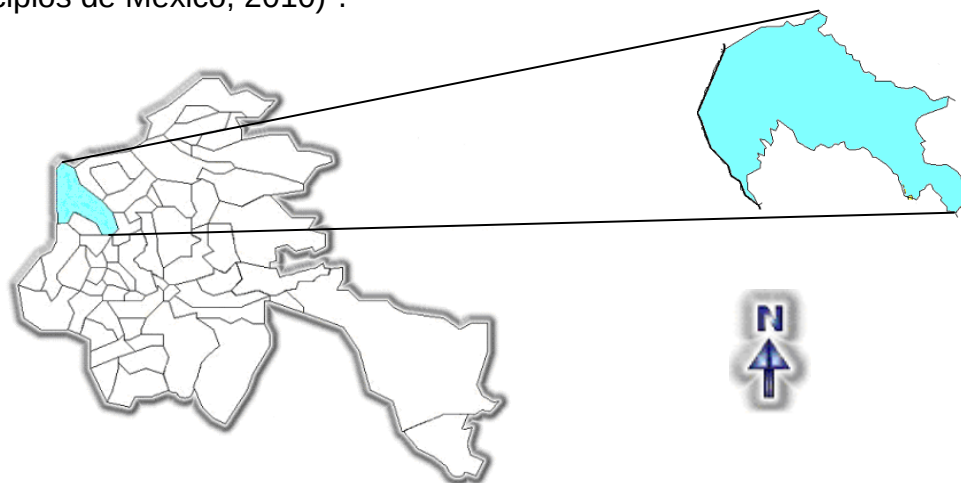


Figura 1. Ubicación de la parcela experimental.

5.2 Condiciones Climáticas.

El clima en este municipio es frío, con temperatura media anual de 14 °C y una precipitación pluvial de 2,429.2 mm (Enciclopedia de los municipios de México, 2010)¹.

¹ www.emexico.gob.mx

5.3 Descripción de materiales.

5.3.1 Plantas de Alcatraz.

Las plantas utilizadas en el experimento fueron alcatraces de la variedad Stoop Flower. Importadas de Holanda. El tamaño de flor para esta variedad oscila entre los 5 y 10 cm de diámetro con una altura de tallo de 70 a 90 cm para corte y 35 a 50 cm en maceta. La floración generalmente inicia entre las 11 y 12 semanas y es una planta que se adapta mucho mejor en suelos donde no haya excesos de agua y con buen intercambio gaseoso.

El material trasplantado en la parcela experimental fue importado por una empresa ubicada en Tenancigo, Edo. de México, la cual adaptó las plantas en maceta que posteriormente fueron entregadas para su trasplante en campo. Es importante mencionar que las plantas eran muy heterogéneas en cuanto a tamaño principalmente ya que la altura de estas oscilaba entre los 18 y 54 cm y el número de hojas entre 3 y 5 hojas (Figura 2 y 6). Existían también diferencias entre el vigor de la planta y fitosanidad ya que se encontró la presencia de *Pectobacterium* en el material trasplantado (Figura 3), además, es importante mencionar que algunas plantas ya tenían presencia de botones florales los cuales fueron quitados para evitar problemas en el desarrollo y adaptación de la planta en la parcela.

5.3.2 Cepa bacteriana CAE-01

Es una bacteria que pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*, son bacilos rectos, gram negativos, anaerobios facultativos, catalasa negativa y oxidasa positiva. La suspensión aplicada en la parcela tenía una concentración de 3×10^8 UFC/ml. Esta bacteria fue producida en el laboratorio de Bacteriología de la Universidad Autónoma Chapingo. Esta cepa bacteriana presenta propiedades antagónicas hacia bacterias y hongos fitopatógenos, dicha actividad involucra la síntesis de una bacteriocina de naturaleza proteica (Mejía, 1999).



Figura 2: Material Biológico recién trasplantado en la parcela



Figura 3: Presencia de *Pectobacterium carotovorum* en alcatraz al realizar el trasplante.

5.3.3 Fumigante VAPAM®

El producto que se utilizó para la fumigación al suelo antes del trasplante del alcatraz, fue Metam sodio (VAPAM®), el cual es un producto químico líquido biocida que elimina o suprime la presencia de artrópodos, algunas malezas y patógenos del suelo, principalmente hongos y nemátodos.

La aplicación de este producto fue mediante riego a una dosis de 450 L/ha. Después de la aplicación se selló con una capa de agua y posteriormente con plástico para evitar evaporación y pérdida del producto.

La aplicación de este producto al suelo se realiza después de la cosecha o antes de la siembra y es un producto biorracional debido a que no deja residuos y por ende está exento de tolerancias.

5.4 Aplicación de tratamientos.

Se realizaron aplicaciones de la bacteria antagónica dirigida a la base de la planta (Figura 4), una por cada evaluación y momento del trasplante dependiendo del tratamiento (Cuadro 1). La aplicación de tratamientos se hizo el 23 de Mayo de 2010. Para la aplicación de la suspensión se utilizó una aspersora de mochila manual sin boquilla con una aplicación *in drench*. La concentración de la suspensión fue de 3×10^8 UFC/ml. Antes de aplicar los tratamientos se calibró el equipo obteniendo un gasto de 250 mililitros por planta.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en el desarrollo de la pudrición blanda (*Pectobacterium carotovorum*) en el cultivo de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*), La Perla, Ver. 2009.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO
1	Sin fumigación al suelo y sin aplicación de la bacteria CAE-01
2	Sin fumigación al suelo y aplicación de la bacteria CAE-01 cada 21 días
3	Sin fumigación al suelo y aplicación de la bacteria CAE-01 cada 42 días
4	Con fumigación al suelo y sin aplicación de la bacteria CAE-01
5	Con fumigación al suelo y aplicación de la bacteria CAE-01 cada 21días
6	Con fumigación al suelo y aplicación de la bacteria CAE-01 cada 42días



Figura 4. Aplicación de la suspensión de la bacteria antagónica cepa CAE-01 en alcatraz

5.5 Preparación del suelo y método de trasplante

Tres semanas antes del trasplante se realizó una limpieza del terreno y una remoción general del suelo. Al tener el suelo limpio de malezas principalmente

se realizó una fumigación en la mitad de la parcela con el producto VAPAM ® (Metam sodio). El producto se aplicó al suelo mediante riego rodado, bajo una cubierta de polietileno el cual fue fijado a los costados con tierra para evitar pérdida por evaporación. A los siete días el plástico fue retirado para la evaporación del producto todavía presente en el suelo, con la finalidad de evitar fitotóxicidad al realizar el trasplante.

A los quince días después de retirado el plástico se hicieron las cepas en forma lineal a una distancia de 100 cm entre cepas y 100 cm entre líneas, éstas se hicieron a una profundidad de 20 cm. Una vez realizadas las cepas se trasplantó el alcatraz teniendo el cuidado que al tapar o cubrir las raíces quedaran al nivel de suelo para evitar la retención de agua.

5.6 Diseño experimental

Una vez considerados los factores de confusión en la parcela, los tratamientos de este experimento fueron establecidos bajo un Diseño Parcelas Divididas con un factor asignado a las Parcelas Principales en Bloques Completos al Azar, con 4 repeticiones (Figura 5).

5.6.1 Modelo estadístico.

Se utilizó el siguiente modelo estadístico: $Y_{ijk} = \mu + \Lambda_i + \epsilon_{ik} + \beta_j + \Lambda\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$

Donde:

Y_{ijk} = Valor de la variable respuesta correspondiente al nivel i del factor A, al nivel j de B en la repetición r.

$i = 1, 2, 3, \dots, a$

$j = 1, 2, 3, \dots, b$

$k = 1, 2, 3, \dots, r$

μ = Media general

Λ_i = Efecto del nivel i del factor A.

β_j = Efecto del nivel j del factor B.

$\Lambda\beta_{ij}$ = Interacción de A*B.

ϵ_{ik} = Error experimental de la parcela grande.

ϵ_{ijk} = Error experimental.

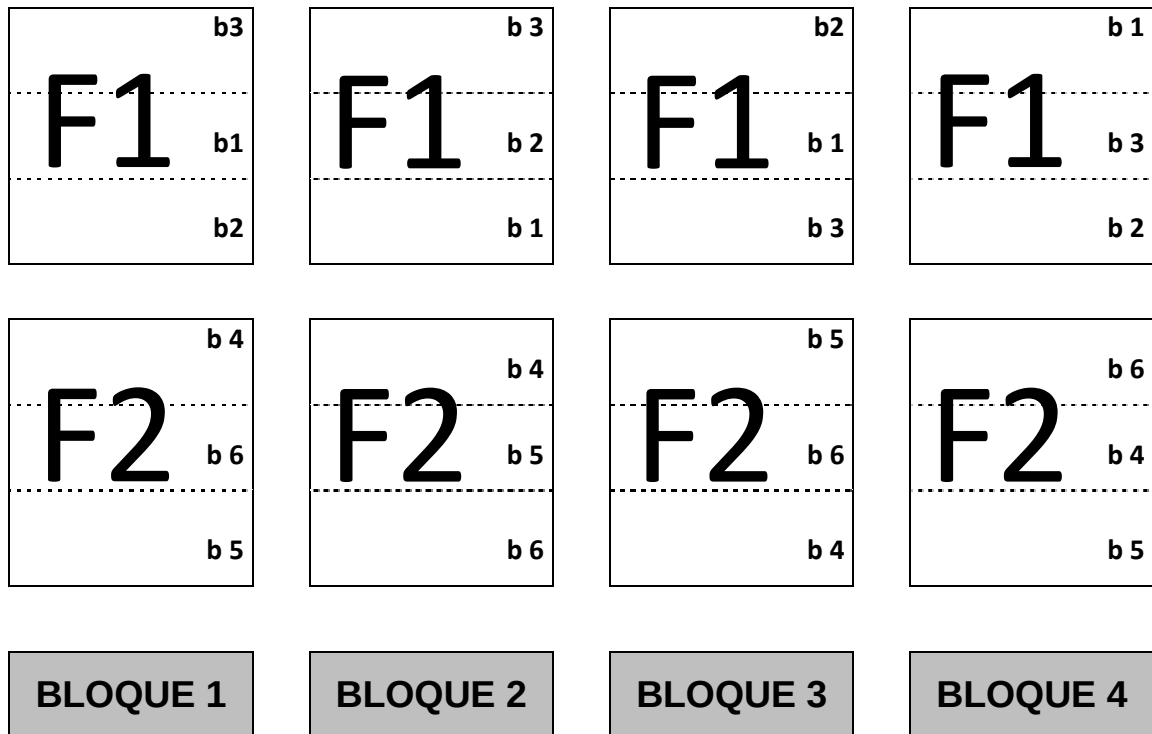


Figura 5. Distribución de los tratamientos en campo.

Donde:

F1 = Unidades experimentales sin fumigación.

F2 = Unidades experimentales con fumigación.

b1 y b4 = Sin aplicación de la bacteria CAE-01

b2 y b5 = Aplicación de la bacteria CAE-01 cada 21 días

b3 y b6 = Aplicación de la bacteria CAE-01 cada 42 días.

5.7 Unidad experimental

La unidad experimental fue de 6 líneas de 1.0 m de ancho, por 7.0 m de largo, lo que equivale a 42 m², y considerando las cuatro repeticiones se tuvieron 168 m², y con los cinco tratamientos aproximadamente 1000 m². La parcela útil estuvo conformada por los cuatro surcos centrales dejando un surco en cada cabecera para evitar efecto de orilla.

5.8 Variables evaluadas

El período que cubrió el experimento fue de aproximadamente cuatro meses y medio, considerado desde el trasplante hasta la última evaluación, y las variables evaluadas en este experimento fueron:

5.8.1 Altura de planta

La altura se realizó de forma cuantitativa midiendo con una cinta métrica la altura de cada planta. La medición de esta variable se hizo a partir de raz de suelo hasta la punta de la hoja más grande de la planta. Para evaluar este parámetro se tomaron las 16 plantas de la parcela útil. Se hicieron cinco evaluaciones durante el experimento con un lapso de 21 días entre cada una. Para evaluar la diferencia entre tratamientos se hizo un análisis de varianza de las medias de cada uno de estos, con el paquete estadístico SAS system Versión 9.0.

5.8.2 Número de hojas

El número de hojas se evaluó de forma cuantitativa contando de manera visual el número de hojas por planta. Para determinar este parámetro se consideraron las hojas completamente desarrolladas o con una lámina foliar totalmente desenrollada, independiente de la longitud de su peciolo. Para la toma de datos se consideraron las 16 plantas de cada unidad experimental. Se hicieron cinco evaluaciones durante el experimento con un espacio de 21 días entre cada una. Para evaluar la diferencia entre tratamientos se hizo un análisis de varianza de las medias de cada uno de estos con el paquete estadísticos SAS.

5.8.3 Porcentaje de infección en rizomas

La determinación del porcentaje de infección en los rizomas de las plantas de alcatraz se hizo extrayendo cinco rizomas al azar de cada parcela útil, los cuales se lavaron con suficiente agua hasta que el rizoma quedo completamente libre de suelo y posteriormente se determinó de manera cualitativa (visual) el porcentaje de infección que tenían los rizomas.

Los datos obtenidos de este parámetro, fueron sometidos a un análisis de varianza y a una comparación de medias con la prueba de Tukey a una confiabilidad del 95%, utilizando el paquete estadístico SAS.

5.8.4 Percepción social.

Después de la quinta evaluación (105 aproximadamente), el manejo del cultivo en la parcela quedó a disposición de los productores de alcatraz, para su manejo. Se hizo con el propósito de de obtener opiniones sobre la percepción de este experimento diez meses después de su implementación, considerando el estado general de la parcela en ese momento.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1 Número de hojas y altura de plantas.

6.1.1 Evaluación previa.

Esta evaluación se realizó siete días después del trasplante y al realizarla se observaron hojas con amarillamiento o cambios de coloración a consecuencia de las lluvias que se presentaron al momento del trasplante y durante el desarrollo del experimento y que ya no fueron consideradas al realizar el conteo de estas (Figura 7), lo que modificó el desarrollo inicial de las plantas en cada unidad experimental, ya que en algunos casos esto motivo a la desaparición total de las hojas y otros la reducción en su número; sin embargo, debido al carácter rizomatoso de las plantas, en evaluaciones posteriores las plantas fueron desarrollando nuevas hojas, lo que modificó fuertemente los valores promedio de cada variable.

Al iniciar el experimento estadísticamente todos los tratamientos presentaron el mismo número de hojas y la misma altura, considerando que no hubo formación de grupos estadísticos (Cuadro 2), sin embargo, se puede observar que para el caso de número de hojas, la media es ligeramente más alta en el tratamiento donde no se aplicó la cepa bacteriana CAE-01 y el fumigante al suelo.

Es importante mencionar que al realizar el trasplante del material vegetal se observó que no era totalmente homogéneo en cuanto al número de hojas y en la altura de la planta. El número de hojas por planta fluctuó entre 3 y 6 hojas y la altura de la planta fue variable (Figura 6) ya que al hacer el trasplante había plantas chicas y grandes y algunas tenían la presencia de tallos florales,

misimos que fueron quitados para evitar problemas en la adaptación y desarrollo de la planta.

En los cuadro 2 y 3 se puede confirmar lo descrito con anterioridad al observar que el número mínimo de hojas por planta fue de una y máximos de hasta cinco, por los motivos antes mencionados, lo que sin duda se debió fundamentalmente a factores ambientales provocando una pérdida de hasta cinco hojas en algunas plantas, y de todas las hojas en algunas plantas en las evaluaciones posteriores.

Respecto a la altura de la planta se observó que su variación va desde los 18 hasta 54 cm, con un promedio de 33 cm, y considerando que la altura tiene como base la longitud de la hoja mas grande, se puede inferir que al ocurrir la pérdida de las hojas, como se indico anteriormente, la altura de la planta llego a ser, en eventos posteriores, de hasta 0 cm por la falta de hojas (figura 9). En ambos casos, las variables en plantas sin apéndices aéreos, fueron apareciendo de manera gradual (Figura 11) en evaluaciones posteriores, lo que modifico drásticamente los promedios de cada variable.

Otro factor que influyó fue el hecho de que algunas plantas ya venían con botones florales, lo que sin duda afectó el desarrollo inicial de las variables evaluadas.

Cuadro 2. Número de hojas por planta de alcatraz en la evaluación previa La Perla. Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	2	3.02	4	0.98	A
Tratamiento 2	1	2.95	5	0.98	A
Tratamiento 3	1	2.91	5	1.05	A
Tratamiento 4	1	2.80	5	0.96	A
Tratamiento 5	2	2.95	5	0.81	A
Tratamiento 6	1	2.91	5	0.88	A

Cuadro 3: Altura de plantas de alcatraz en la evaluación previa, La Perla. Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	19	32.56	50	5.78	A
Tratamiento 2	24	33.15	44	6.26	A
Tratamiento 3	19	31.20	44	5.17	A
Tratamiento 4	18	32.01	54	5.71	A
Tratamiento 5	21	33.08	50	6.59	A
Tratamiento 6	21	33.56	46	5.73	A



Figura 6: Planta recién trasplantada en la parcela con seis hojas (izquierda) y planta con tres hojas (derecha).



Figura 7: Plantas con daño en el follaje a causa de las intensas lluvias.

6.1.2 Primera Evaluación

Como se puede observar en el Cuadro 4, para la variable de número de hojas se observan valores de cero y máximos de cinco hojas, lo que se interpreta como que en todas la unidades experimentales continuo la perdida de hojas (Figura 8) por efecto de las altas precipitaciones, por lo que no se observó incrementos a los valores en la evaluación preliminar, además se pudo observar que tanto la media del número de hojas y la altura de la planta disminuye en comparación de la evaluación previa.

En la primera evaluación realizada a los 21 días después de la aplicación de la cepa bacteriana CAE-01 (Figura 8), se observó que no existió diferencia estadística entre los tratamientos para las variables del numero de hojas y altura de plantas (Cuadros 4 y 5), es decir, solamente se formó un grupo estadístico indicador que no hay diferencias entre tratamientos.

Para esta evaluación las medias más altas en relación al número de hojas son los tratamientos 4 y 6 en los que se realizó fumigación al suelo, el primero sin aplicación de la bacteria CAE-01 y el segundo con aplicación de bacteria a los 40 días.

Es importante mencionar que en esta evaluación se observó los efectos de la aplicación del fumigante al suelo (Figura 9), donde se observó que en la parcela fumigada no presentó malezas en comparación con la parcela no fumigadas, con lo que aseguramos que los tratamientos que se encontraron dentro del área fumigada no tuvieron competencia con malezas y algunos patógenos de suelo y se aseguró la muerte de insectos plaga principalmente de gallinas ciegas (*Phyllophaga* sp) presentes en el terreno, está considerada como un insecto que propicia la entrada de bacterias a las raíces de las plantas al alimentarse de ellas. Sin embargo, este efecto se perdió en evaluaciones posteriores por la acción de deshierbado como medida de control de malezas, quedando solo el efecto de la presencia de gallinas ciegas en el suelo.

Es importante mencionar que los datos presentados demuestran la inhibición del desarrollo de la planta por efecto de los cambios de un cultivo de maceta, trasplante a raíz desnuda y plantación de suelo, manejo que repercute en el retraso de la formación de nuevas hojas (Tjia, 1989).

Cuadro 4: Número de hojas por planta de alcatraz en la primera evaluación. La Perla, Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	1.80	4	1.23	A
Tratamiento 2	0	1.80	5	1.11	A
Tratamiento 3	0	1.83	5	1.23	A
Tratamiento 4	0	2.14	5	1.30	A
Tratamiento 5	0	1.91	4	1.23	A
Tratamiento 6	0	2.08	5	1.13	A

Cuadro 5: Altura de plantas de alcatraz en la primera evaluación, La Perla, Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	19.67	38	11.18	A
Tratamiento 2	0	19.94	42	12.51	A
Tratamiento 3	0	20.56	44	12.46	A
Tratamiento 4	0	20.34	39	10.33	A
Tratamiento 5	0	20.70	43	12.17	A
Tratamiento 6	0	20.21	45	11.24	A



Figura 8: Planta con la parte aérea completamente muerta por la presencia de abundantes lluvias.

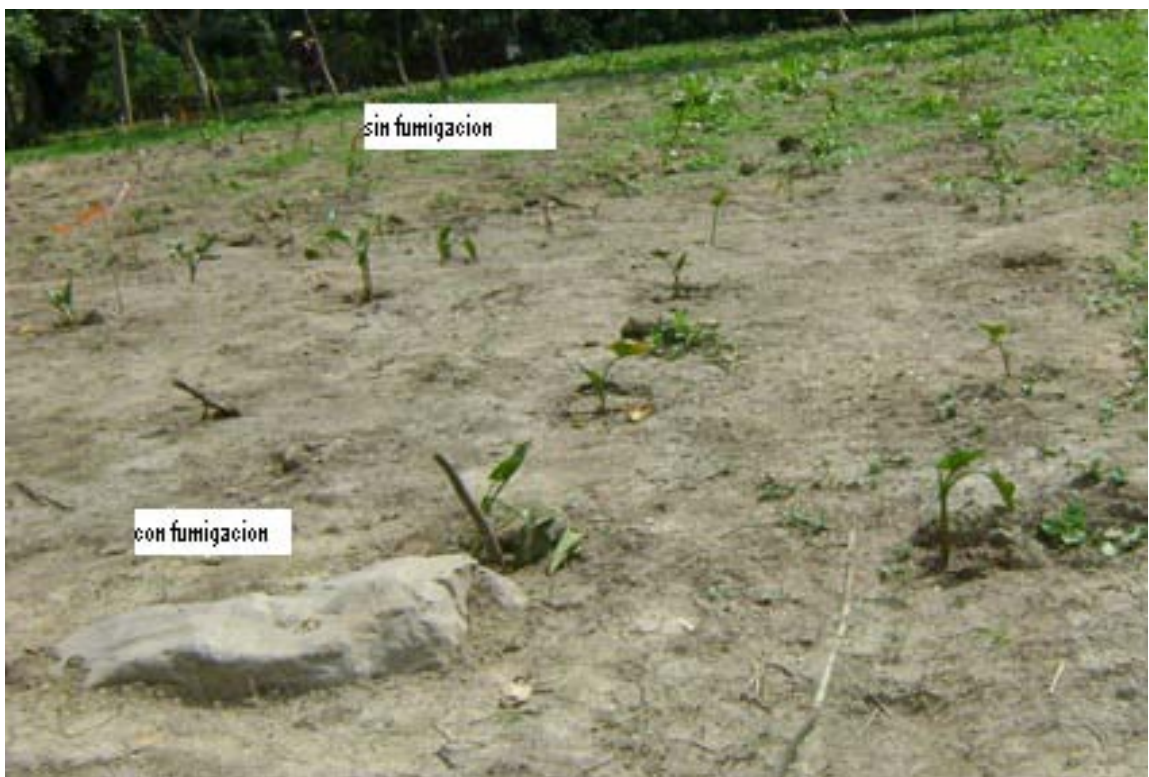


Figura 9: Efectos del fumigante en campo.

6.1.3 Segunda Evaluación.

En la segunda evaluación realizada a los 42 días después de la aplicación de la bacteria antagónica CAE-01, se observó nuevamente que no existió diferencia estadística. Es decir, solamente se forma un grupo estadístico (Cuadros 6 y 7). Para esta evaluación las medias más altas en relación al número de hojas y a la altura de la planta corresponde a los tratamientos en donde se aplicó alguno de los factores (fumigación al suelo o bacteria CAE-01), por consiguiente para ambas variables la media más baja se encuentran el tratamiento donde no se hizo fumigación al suelo y donde no se realizó la aplicación de la bacteria CAE-01.

Aunque en los tratamientos existe una ligera diferencia respecto a la media de las variables evaluadas con el tratamiento 1, es importante mencionar que al comparar estos valores con la evaluación anterior se observó que en este mismo tratamiento hay una ligera disminución de la media y aumento en los otros tratamientos, y para la variable altura de la planta también existe una ligera disminución en la media para todos los tratamientos, lo anterior, debido a que las plantas que se encontraron con el follaje muerto en la evaluación anterior, para esta evaluación ya había la formación de nuevas hojas pero su altura no pasaba de 5 cm (Figura 10).

Para la variable número de hojas, analizando los valores máximos y mínimos, se infiere que no existió incremento en el número máximo de hojas y, por lo contrario, continuaron muriendo algunas de ellas, lo que mantiene los valores promedio muy cercanos a los presentados en la primera evaluación, es notable la diferencia numérica que existe entre los tratamientos donde no se realizó fumigación con los tratamientos fumigados, donde hay una clara diferencia de una hoja.

Con relación a la variable altura de planta, el comportamiento es muy semejante, solo que en este caso, el mayor número de plantas sin hojas redujo

considerablemente los valores máximos por planta, comparados con la primera evaluación. En este caso, solamente el tratamientos 4, muestra un valor superior en comparación con el presentado en la primera evaluación, mientras que en el resto de los casos, los valores máximos son menores. A los 42 días todavía es evidente el efecto inhibitorio del manejo del rizoma y la lluvia intensa que se presento en el periodo previo.

Al encontrar plantas con nueva formación de hojas en esta evaluación podemos asegurar que la muerte de hojas fue a causa de las lluvias y no por la presencia de *Pectobacterium carotovorum*, sin embargo, el rizoma permaneció vivo con la capacidad de generar nuevas hojas.

Cuadro 6: Número de hojas por planta de alcatraz en la segunda evaluación. La Perla, Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	1.72	4	1.37	A
Tratamiento 2	0	2.28	4	1.35	A
Tratamiento 3	0	2.14	4	1.31	A
Tratamiento 4	0	2.22	5	1.60	A
Tratamiento 5	0	2.50	5	1.44	A
Tratamiento 6	0	2.72	5	1.66	A

Cuadro 7: Altura de plantas de alcatraz en la segunda evaluación, La Perla, Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	16.56	34	11.82	A
Tratamiento 2	0	20.53	38	11.63	A
Tratamiento 3	0	19.25	40	12.13	A
Tratamiento 4	0	20.52	41	12.01	A
Tratamiento 5	0	21.83	42	11.61	A
Tratamiento 6	0	19.27	35	12.09	A



Figura 10: Planta con nueva formación de hojas.

6.1.4 Tercera Evaluación.

La evaluación del número de hojas y altura de la planta en el cultivo de alcatraz a los 63 días después de la aplicación la bacteria antagónica, indica estadísticamente que no hubo diferencias entre los tratamientos al organizar los datos en una sola agrupación estadística (A). Para esta evaluación en las dos variables existe un ligero aumento en la media, en comparación con la segunda evaluación, sin embargo, esta más marcado el aumento de la media de la altura de plantas, esto debido a que 21 días después las plantas que estaban generando hojas ya tenían una altura aproximada de 10 cm. Sin embargo, se pudo observar en los Cuadros 8 y 9 que todavía se encontraron plantas con el follaje totalmente muerto, también se observó que para las plantas que no fueron afectadas por las lluvia que alcanzaban una altura aproximada de 49 cm y 5 hojas totalmente desarrolladas. Para ambas variables podemos observar en los cuadros 8 y 9 que las medias más altas se encuentran en los tratamientos en donde se hizo la aplicación de la fumigación al suelo (2.84 a 3.08 hojas/planta y 22.7 a 24.02 cm), la bacteria CAE-01 o ambos factores, y estos resaltando el tratamiento 5 como el tratamiento con la mayor media, que corresponde a l tratamiento donde se hizo fumigación al suelo y la aplicación de la bacteria CAE-01 cada 21 días.

En todos los casos para el número de hojas y altura de planta, los valores siguen siendo menores a los presentes en la evaluación previa, lo que indica que los factores ambientales adversos siguieron estando presentes, a tal grado que aún las plantas con mayor número de hojas, seguían perdiendo éstas, lo que evito que los valores máximos para esta variable fueran superiores a cinco hojas. Lo mismo ocurrió para la variable altura de planta, donde tanto valores medios como máximos, fueron inferiores a los determinados en la evaluación preliminar. A pesar de ello se observan claramente los beneficios del tratamiento con fumigación al suelo, no así los debidos a la aplicación de la bacteria antagónica

En esta evaluación es importante resaltar que aunque la estadística no muestra diferencias entre los tratamientos, si eran de fácil percepción en campo (Figura 11 y 12) al observar un mejor desarrollo y un mejor vigor en las plantas donde se aplicaron ambos factores (fumigante y bacteria CAE-01).



Figura 11: Plantas de alcatraz en tratamientos con fumigación al suelo y aplicación de la bacteria CAE-01, en la tercera evaluación.



Figura 12: Plantas de alcatraz en tratamientos donde se hizo aplicación de la bacteria CAE-01, sin fumigación al suelo, en la tercera evaluación.

Cuadro 8: Número de hojas por planta de alcatraz en la tercera evaluación. La Perla, Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	2.19	5	1.68	A
Tratamiento 2	0	2.50	5	1.61	A
Tratamiento 3	0	2.44	4	1.45	A
Tratamiento 4	0	2.84	5	1.52	A
Tratamiento 5	0	2.95	5	1.40	A
Tratamiento 6	0	3.08	5	1.79	A

Cuadro 9: Altura de plantas de alcatraz en la tercera evaluación, La Perla, Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	18.60	47	15.7	A
Tratamiento 2	0	20.91	44	13.57	A
Tratamiento 3	0	21.56	42	14.54	A
Tratamiento 4	0	24.02	49	12.49	A
Tratamiento 5	0	24.17	49	13.57	A
Tratamiento 6	0	22.73	45	15.24	A

6.1.5 Cuarta evaluación.

En la cuarta evaluación realizada a los 84 días después de la evaluación previa, se puede observar en los Cuadros 10 y 11, la formación de un solo grupo estadístico (A) para las dos variables evaluadas, indicador que estadísticamente no hubo diferencias entre los tratamientos. Para el número de hojas y la altura de plantas podemos observar un aumento en la media en comparación con la evaluación anterior, indicador que en todos los tratamientos hubo aumento del número de hojas y altura de plantas. Los cuadros siguientes muestran que en esta evaluación la media más alta en relación al número de hojas por plantas se encontró en los tratamientos 5 y 6 que corresponde a la aplicación de la bacteria CAE-01 cada 21 y 42 días respectivamente y fumigación al suelo. Para el caso de altura de plantas la media más alta se encuentra en el tratamiento 5 que corresponde a la aplicación de la bacteria CAE-01 cada 21 días y fumigación al suelo, como se indica en el Cuadro 11 para esta última variable, se encontraron plantas de hasta 62 cm de altura.

En el cuadro 10 y 11, se aprecia un aumento en la media del número de hojas en comparación con la tercera evaluación, sin embargo también se observó que

todavía prevalece la presencia de plantas con el follaje totalmente muerto, y aumento en otros tratamientos. Es importante mencionar que para esta evaluación los factores ambientales adversos todavía estuvieron presentes, de ahí que se tuvieran plantas con el follaje completamente muerto, y por ende un efecto en la media de la altura de estas.

Cuadro 10: Número de hojas por planta de alcatraz en la cuarta evaluación. La Perla. Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	2.84	5	2.00	A
Tratamiento 2	0	3.31	5	1.78	A
Tratamiento 3	0	3.05	6	1.71	A
Tratamiento 4	0	3.59	5	1.88	A
Tratamiento 5	0	3.78	7	2.13	A
Tratamiento 6	0	3.33	7	2.31	A

Cuadro 11: Altura de plantas de alcatraz en la cuarta evaluación, La Perla. Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	21.98	47	18.9	A
Tratamiento 2	0	26.70	50	16.95	A
Tratamiento 3	0	24.89	61	17.22	A
Tratamiento 4	0	27.80	50	15.78	A
Tratamiento 5	0	30.59	62	17.23	A
Tratamiento 6	0	26.50	52	18.01	A

6.1.6 Quinta evaluación.

En la última evaluación realizada a los 105 días después de la aplicación de la bacteria antagónica CAE-01, podemos observar que al igual que las evaluaciones anteriores no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, para esta evaluación era muy marcado la diferencia que existía entre los tratamientos a nivel de campo (Figura 13), ya que como se observa en los Cuadros 12 y 13, las medias más altas se encuentran en los tratamientos donde se realizó la aplicación la bacteria antagónica CAE-01, la fumigación al suelo o la aplicación de ambos factores, y de estos sobresaliendo los tratamientos 5 y 6, que corresponden a los tratamientos donde se realizó fumigación al suelo y la aplicación de la bacteria cada 21 y 42 días respectivamente.

Se pudo observar además que el número máximo de hojas no aumenta en comparación con la cuarta evaluación, sin embargo, la diferencia de la longitud de cada una de ellas se podía percibir en cada uno de los tratamientos, aún así para algunos tratamientos disminuyó el número máximo de hojas por planta, que por lo mismo que las evaluaciones anteriores, las lluvias intensas seguían presentes en esta evaluación, provocando efectos de amarillamiento en algunas hojas que en la evaluación no fueron consideradas. Respecto a la altura de plantas, podemos comentar que en esta evaluación se encontraron plantas con altura de hasta 67 cm en el tratamiento 5.

En las Figuras 14 y 15, podemos observar el comportamiento del número de hojas por planta y su altura en las diferentes evaluaciones. Se observó que a partir del trasplante las plantas fueron afectadas por las lluvias intensas que se presentaron durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 12: Número de hojas por planta de alcatraz en la quinta evaluación. La Perla, Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	2.77	4	2.00	A
Tratamiento 2	0	3.12	6	1.85	A
Tratamiento 3	0	3.00	6	1.68	A
Tratamiento 4	0	3.31	5	1.57	A
Tratamiento 5	0	3.45	6	1.63	A
Tratamiento 6	0	3.26	6	1.91	A

Cuadro 13: Altura de plantas de alcatraz en la quinta evaluación, La Perla, Ver. 2009.

Tratamiento	Mínima	Media ($\alpha=0.05$)	Máxima	STD	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	0	25.28	61	21.34	A
Tratamiento 2	0	30.31	60	20.01	A
Tratamiento 3	0	30.37	59	20.52	A
Tratamiento 4	0	32.76	61	17.37	A
Tratamiento 5	0	34.75	67	20.31	A
Tratamiento 6	0	32.58	66	21.51	A



Figura 13: Plantas de alcatraz en la última evaluación en el tratamiento 5

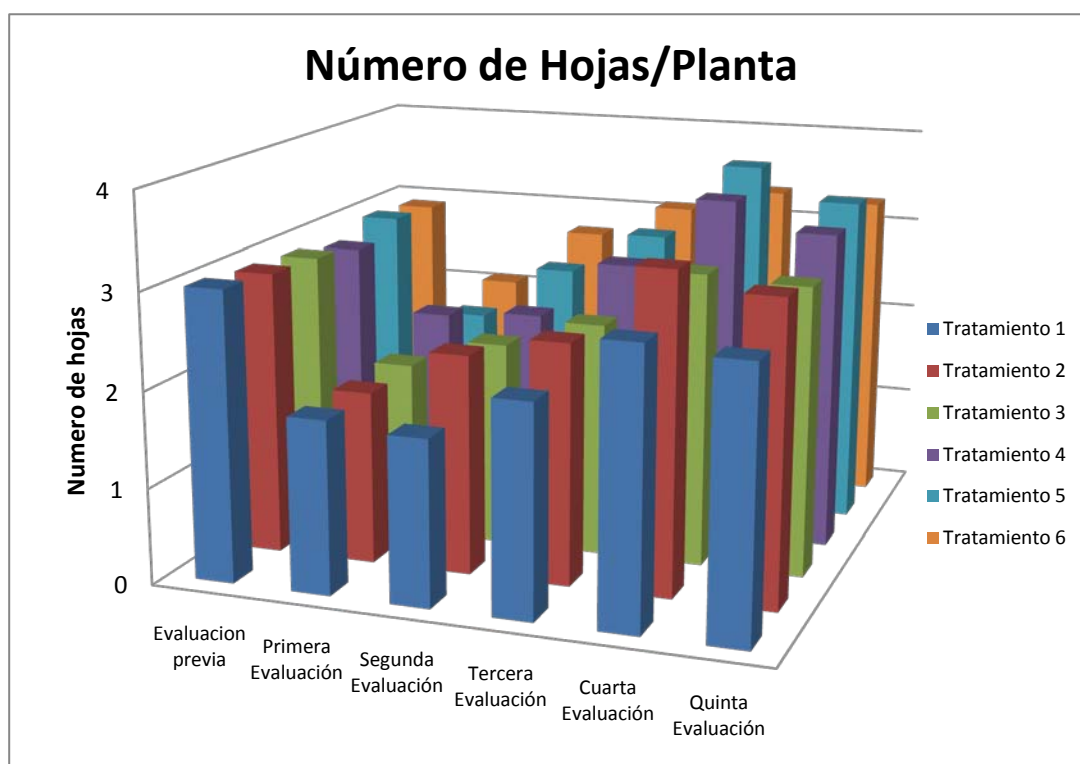


Figura 14. Promedio del número de hojas por plantas en las diferentes evaluaciones.

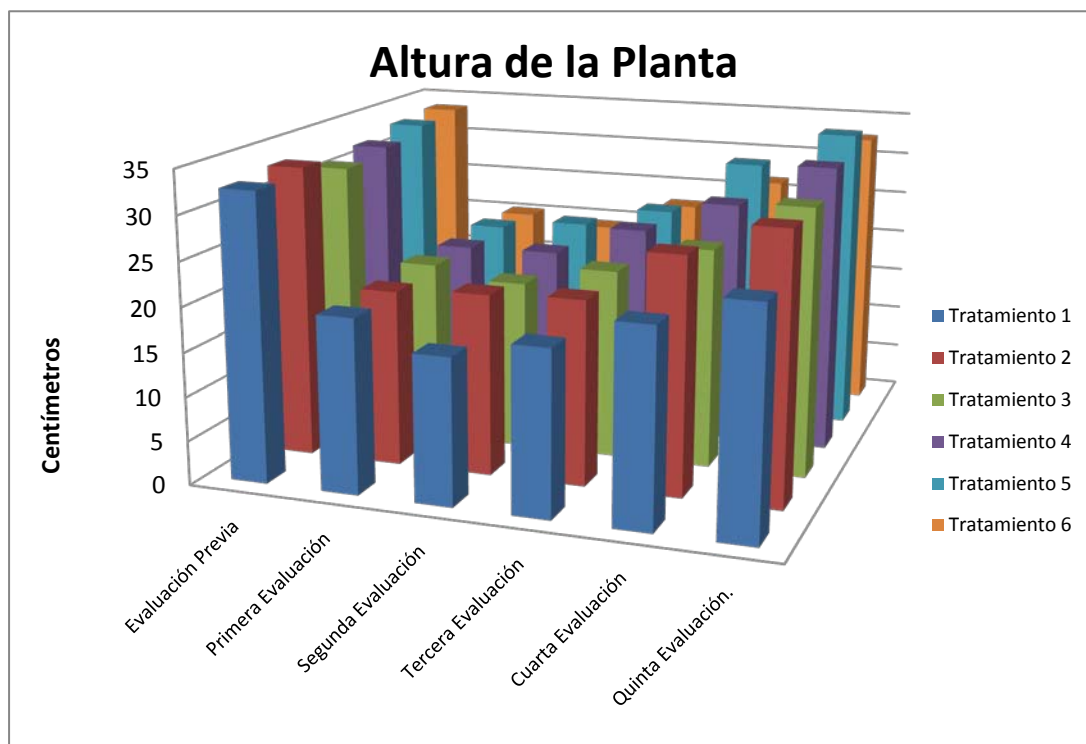


Figura 15. Promedio de la altura de las plantas en las diferentes evaluaciones

6.2 Porcentaje de infección en rizomas

Con los datos obtenidos de la revisión de cinco rizomas por cada repetición, para detectar el grado de pudrición, se hizo un análisis de varianza para la comparación de medias de los tratamientos, en los cuales se encontraron diferencias estadísticas con la formación de dos grupos estadísticos (A y B), según lo indica el Cuadro 14. Para esta variable se observó que los tratamientos que se encuentran en el grupo B fueron los mejores tratamientos, al obtener la media más baja del porcentaje de infección en los rizomas evaluados.

Chahin *et al*, (2000) y Etcheverría (2002), mencionan que la enfermedad más importante en el cultivo de alcatraz es una bacteria endógena, llamada *Pectobacterium carotovorum*, misma que se reconoce por causar una pudrición blanda y de mal olor en los rizomas. Mencionan además, que no existe control efectivo de este patógeno una vez que la enfermedad se ha establecido y sólo

hay medidas preventivas; esto se logra a través de un cultivo sano que crezca en condiciones óptimas, tanto de temperatura como de humedad y de un suelo limpio, libre del patógeno.

Considerando los aspectos anteriores fue el motivo de realizar una fumigación al suelo, además de la aplicación de la cepa bacteriana CAE-1 que tiene características antagónicas hacia bacterias y hongos fitopatógenos, donde se involucra la síntesis de una bacteriocina de naturaleza proteica (Mejía, 1999) y que en condiciones *in vitro* inhibe el desarrollo de *Pectobacterium carotovorum*.

Para los tratamientos del grupo B (tratamientos 5 y 6), aunque pertenecen al mismo grupo estadístico podemos observar que resaltó el tratamiento 5 que correspondió aplicación de la bacteria antagónica CAE-01, cada 21 días y fumigación al suelo y con la media más baja (6.61% de infección) en comparación de los otros tratamientos en los que se obtuvo hasta casi un 37% promedio de infección en los rizomas a los 105 días después de la aplicación de la bacteria antagónica, sin embargo, se puede observar que en los tratamientos donde no se realizó fumigación al suelo, hubo hasta 100% de infección, lo que justifica la aplicación del fumigante, para el control de *Pectobacterium carotovorum*.

En el cuadro 14 se puede observar también que en el tratamiento 1, donde no se aplicó la bacteria antagónica ni se realizó la fumigación al suelo, todos los rizomas evaluados tenían un porcentaje de infección en comparación de los otros tratamientos en donde se aplicó uno o los dos factores (Figura 16). Es importante mencionar que el tratamiento 5 tuvo un máximo de infección de 40 %, muy inferior a los que se presentaron en el resto de los tratamientos, lo que fortalece la conclusión de que este es el mejor para el control del patógeno, quedando pendiente por definir si una aplicación más continua o concentrada en un periodo más largo podrían evitar la presencia de la infección.

Es importante mencionar que el porcentaje más bajo de infección en los rizomas se encontraron en los tratamientos donde se realizó la aplicación de la bacteria antagonica CAE-01 y la fumigación al suelo y pudo deberse a la interacción de los efectos del fumigante en el suelo y la aplicación de la bacteria antagonica (Cuadro 14 y Figura 17) ya que como lo indica Mejía (1999), la actividad antagonica de la bacteria aplicada involucra una bacteriocina de naturaleza proteica sobre las bacterias fitopatógenas, por lo que también podemos suponer que esta bacteriocina estuvo actuando en contra de *Pectobacterium carotovorum*.

Cuadro 14: Porcentaje de infección en rizomas de alcatraz, La Perla. Ver. 2009

Tratamiento	Mínima	Media	Máxima	Agrupación Tukey
Tratamiento 1	20	36.96	100	A
Tratamiento 2	0	29.07	100	A
Tratamiento 3	0	20.49	100	A
Tratamiento 4	0	21.75	80	A
Tratamiento 5	0	6.61	40	BA
Tratamiento 6	0	15.10	70	B



Figura 16: Daños ocasionados por *Pectobacterium carotovorum* en tallo y raíz en plantas de alcatraz.

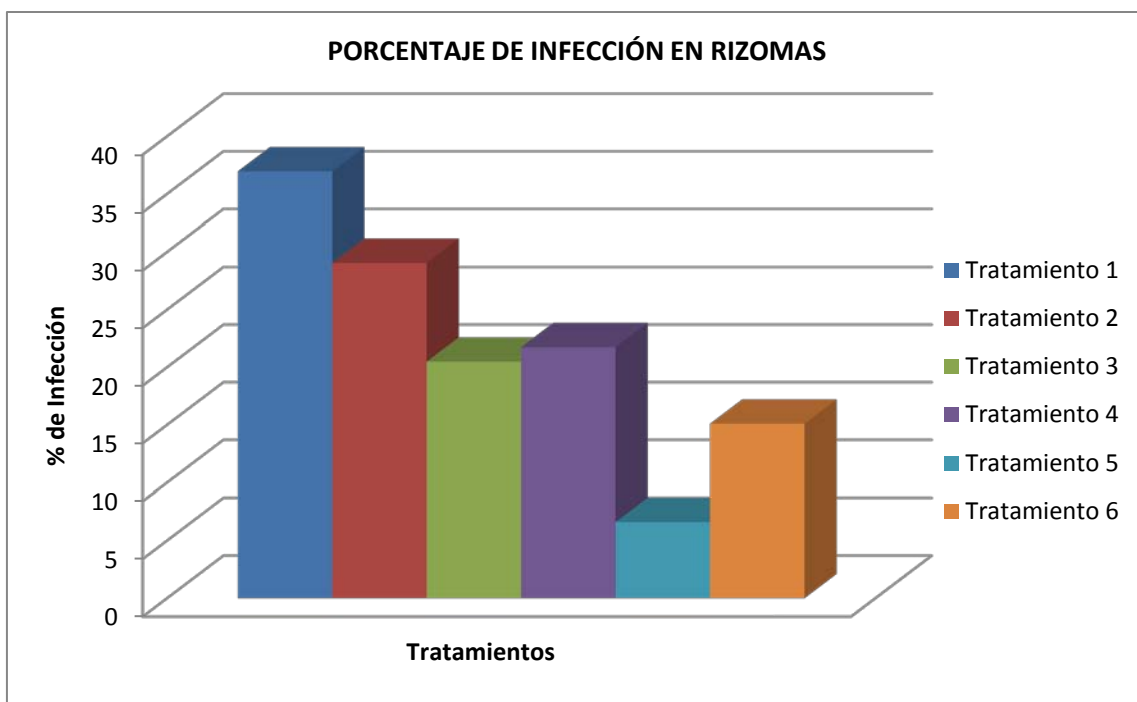


Figura 17: Porcentaje de infección en rizomas de alcatraz causado por *Pectobacterium carotovorum* en los diferentes tratamientos aplicados.

Durante la última evaluación también se pudo observar la sanidad de los hijuelos y raíces de las plantas de los tratamientos donde se hizo la aplicación de los dos factores y podemos observar también la fitosanidad de los mismos para los tratamientos 5 y 6 (Figura 18).

En esta evaluación se puede ver claramente la sintomatología de esta enfermedad que inicia con un amarillamiento en el borde de la hoja y que posteriormente avanza a la nervadura principal de la planta hasta que termina como un amarillamiento y muerte completa de la planta (Figura 21).



Figura 18. Sanidad de la raíz de las plantas en el tratamientos 5 (derecha) y el tratamiento 6 (izquierda) en la quinta evaluación.

6.3 Presencia de hijuelos en las plantas.

Aunque el número de hijuelo por planta no fue una variable en la cual se realizó la toma de datos en cada evaluación, es importante mencionar que en la quinta evaluación se detectó la presencia de hijuelos en algunas plantas que fueron extraídas para evaluar el porcentaje de infección, mismos que fueron

contabilizados y se observó, al realizar una grafica de las medias, que la tendencia de las plantas que tenían un mayor número de hijuelos se encontraron en los tratamientos 5 y 6 (Figura 19), que corresponden a la aplicación de la bacteria cada 21 y 42 respectivamente, y aplicación del fumigante en ambos.

En el tratamiento 6 se encontraron aproximadamente nueve hijuelos por planta (Figura 18), con plantas de un excelente vigor. Es importante mencionar también que en dichas plantas se observó una abundante cantidad de raíces sanas lo que conlleva a un mayor vigor de la planta, mejor nutrición y flores de mayor calidad.

La presencia de los hijuelos fue más evidente también al realizar la visita de la parcela a los diez meses después de realizar la última evaluación (Figura 20) y en algunas en gran cantidad y tamaño, de los cuales se llegó a contabilizar hasta 22 hijuelos por planta, esto se reflejó en plantas o “cepas” con gran cantidad de hojas y, por consiguiente, mayor cantidad de flores vigorosas (Figura 23).

Con las características que se detectaron en esta evaluación podemos confirmar lo que indica Vargas (2009), comentando que la aplicación de la bacteria CAE-01 en plantas de jitomate tiene un efecto favorable en el desarrollo de raíces, además de protección a la planta. Esto parece ser una ventaja compensatoria de la planta, ya que, no sólo existe un efecto antagónico contra el ataque de *Pectobacterium*, sino que estimula un mayor crecimiento de rizomas y tallos, lo que repercute en mayor asimilación de agua y nutrientes, mayor cantidad de ápices radicales y citocininas y por lo tanto mayor vida postcosecha de las flores (Tjia, 1989).

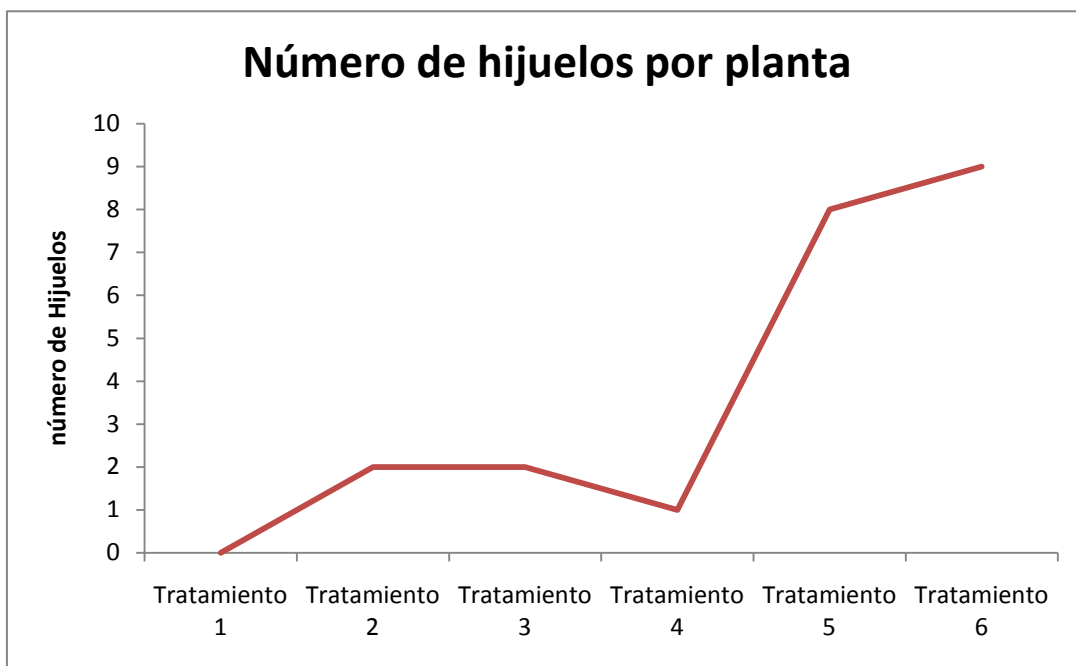


Figura 19: Número de hijuelos en plantas de alcatraz.



Figura 20: Presencia de hijuelos en plantas de alcatraz, en los tratamientos donde se fumigó el suelo y se hizo aplicación de la bacteria CAE-01, diez meses después del experimento



Figura 21: Planta con síntomas de la enfermedad por el ataque de *Pectobacterium carotovorum*.

6.4 Precocidad de floración.

La precocidad de floración del alcatraz en este experimento estaba considerado como una variable a evaluarse, sin embargo, como se explicó en materiales y métodos, el material vegetativo trasplantado en la parcela era muy heterogéneo en cuanto a tamaño, número de hojas, vigor y en muchas de estas la presencia de tallos florales, por lo que al realizar las evaluación no se consideró la evaluación de este parámetro. La presencia de tallos florales se presentó en la tercera evaluación las cuales fueron quitadas para evitar retrasos en el desarrollo vegetativo y crecimiento de las plantas (Figura 22).



Figura 22: Tallos florales retirados de las plantas de alcatraz.

6.5 Percepción social sobre el experimento

En los últimos cinco años, la producción de esta flor ha ido decayendo principalmente por los problemas fitosanitarios que se han venido presentando en este cultivo. La comercialización de esta flor generaba 1.5 millón de pesos semanales en la venta de esta ornamental, sin embargo, hoy en día es común ver como los productores abandonan este cultivo debido al ataque de una bacteria fitopatógena que reduce la producción de la planta y posteriormente provoca la muerte de la planta completa.

Los productores aceptan que están acostumbrados solamente a la recolección de los escapos o tallos florales de esta planta sin proporcionarle algún manejo

agronómico, y reconocen que al descuidar la higiene de sus plantas ha provocado la incidencia de enfermedades, principalmente provocadas por bacterias. Aunque años atrás consideran que la presencia de enfermedades ya se venía presentando pero no eran tan virulentas o no eran enfermedades que provocaran la muerte completa de una plantación.

Hoy en día es prioridad para estos productores reactivar este cultivo para que los productores recuperen los ingresos económicos que se obtenían hace unos diez años, por lo que la participación de la Universidad Autónoma Chapingo fue de gran apoyo a estos productores al proponer estrategias de manejo sobre el desarrollo de la enfermedad identificadas como la pudrición blanda del alcatraz (*Pectobacterium carotovorum*).

El 16 de mayo de 2009 se realizó el trasplante del alcatraz en la parcela experimental, en la cual se tuvieron los cuidados necesarios hasta la última evaluación. Posteriormente dicha plantación se dejó en manos de los productores para su manejo.

Después de un año y al regresar a la parcela, los productores estaban realizando cortes semanales de escapos florales los cuales alcanzaban casi los 100 cm de altura, en comparación de las plantas típicas de la Perla, Veracruz, que alcanzan una altura máxima de 50 cm (Figura 23 y 24). Así mismo comentaron que en los cortes que se están realizando aproximadamente obtienen 400 a 500 flores en toda la parcela.

Es importante mencionar que existe un contraste muy marcado al comparar el vigor de las plantas de la parcela experimental con las plantas nativas de la zona, principalmente por la altura y número de brotes (Figura 21). Los productores al observar los resultados del experimento muestran su interés para implementar el paquete tecnológico implementado, por lo que con dichos resultados existe satisfacción de los Perleños, por lo menos al saber que se

pueden implementar estrategias en la producción de esta planta ornamental que es de gran importancia en esta localidad.

Los resultados obtenidos han alentado la posibilidad de reactivar nuevamente el cultivo de alcatraz en la zona y por consiguiente los beneficios económicos y sociales relacionados con esta tradicional flor en la región. Queda pendiente en ensayo de esta metodología con nuevas variedades de alcatraz perennes y mejores condiciones agronómicas de de cultivo, además de probar la vida postcosecha de estas flores, basado en la hipótesis de que a mayor vigor y mayor numero de raíces, el contenido de citocininas será mayor y como consecuencia, la flores tendrán una mayor duración.



Figura 23: Plantas de alcatraz con escapo floral, en la parcela experimental a los 10 meses después de establecer el experimento.



Figura 24: Escapo floral de plantas típicas de alcatraz en la Perla, Ver (Izquierda), escapo floral del experimento (Derecha).

VII. CONCLUSIONES

1. Los mejores tratamientos fueron en los que se realizó fumigación al suelo y la aplicación de la bacteria antagónica CAE-01 para todas las variables evaluadas.
2. En relación a la altura de plantas los mejores tratamientos fueron el 5 y 6 que corresponden a fumigación al suelo y la aplicación de la bacteria cepa CAE-01 cada 21 y 42 días respectivamente, con un promedio de 35 cm en de altura.
3. Respecto al número de hojas por planta, los mejores tratamientos fueron el 5 y 6 que corresponde a los tratamientos con fumigación al suelo y la aplicación de la bacteria cepa CAE-01 cada 21 y 42 días respectivamente con un promedio de 3 hojas por planta.
4. El menor grado de pudrición de rizoma se logró con el tratamiento 5 con solo 6.6% de infección, este tratamiento correspondió a una fumigación al suelo y a la aplicación de la bacteria antagónica cada 21 días.

VIII. LITERATURA CITADA.

Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. 2da. Edición. Ed. Limusa, UTEHA. México. 837 p.

Albores, G. M. L. 2000. Lombricompostas usadas como sustrato y abono orgánico en tres variedades de alcatraz (*Zantedeschia* spp.). Tesis. Ing. Agrónomo Especialista en Zonas Tropicales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.

Armitage, A. M. 1993. Specialty cut flowers. Varsity Press, Inc./Timber Press, Inc., Portland, Oregon USA. 372 p.

Anónimo. 1989. *Zantedeschia*. En. Pretoria National Herbarium Computerized Information System (PRECIS). Amalgamated Botanical Research Institute/National Botanic Gardens, Pretoria, South África.

Anónimo. 2001. Iniciación del Proceso de Análisis de Riesgo de Plagas para Flores de Alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*) Provenientes de Colombia. Pág. 1.

Barras F., Gijsegem V., F., Chatterjee. A. K. 1994. Extracellular Enzymes and Pathogenesis of Soft-Rot. *Erwinia*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32, 201-234.

Blom, T. J., Brown, W. 1999. Preplant Copper - based Compounds Reduce *Erwinia* Soft Rot on Calla Lilies. *Hort technology* 9: 51 - 59.

Chahin A, M. G., Saez M, C., Besoain C, X. 2000. Producción comercial de calas y Peonias. Boletín INIA No. 38. 62 p.

Corr, B. 1993. *Zantedeschia* research in the United States, past, present and future. Acta Hortic. 337:177-187.

Cruz C., J. G., Cárdenas A, M. 1997. El alcatraz (*Zantedeschia* sp) un cultivo nuevo para el trópico de Veracruz, México. Proc. Interamer. Society. Tropical. Horticultural. 41: 84-87.

Cruz C., J. G., Alfaro C., M. 2001. El alcatraz o cala blanca (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) en la región central de Veracruz, México, Centro Regional Oriente. Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz. México.

Cruz C., J. G., Alfaro C., M., Albores G., M. L., Angón C., J. E. 2001. Crecimiento del alcatraz 'Green Goddess' *Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng en las montañas de Veracruz, México. Centro Regional Universitario Oriente. Universidad Autónoma Chapingo. Apartado 49. Huatusco, Veracruz, 94100. México.

De Hertogh, A., and M. Le Nard. 1993. The physiology of flower bulbs. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands. 810 p.

Dole, M. J., Wilkins, H. F. 1999. Floriculture, principles and species. New Jersey, U.S.A. Prentice Hall. 613 p.

Dosdall, L. T. 1955. Calla rhizome treatments. Plant Disease Reporter, 39:779-780.

Dye, W. 1969. A taxonomic study of the genus *Erwinia* IV "A typical" *Erwinias*. *NZJ Sci.*, 833-839.

Ezziyyani A., S. A; Perez S, M. R; Candela M.E. 2006. Control Biológico de Microorganismos antagonistas. *Revista Horticultura* 91: 1-15.

Etcheverria, P. 2002. Efecto de la densidad de sombra y del mulch en la producción y calidad de las flores y túberos *Zantedeschia* híbrida cv. Mango. Tesis Ing. Agr. Universidad de la Frontera. Temuco. Chile. 67 p.

Forsberg, J. L. 1963. Diseases of ornamental Plants. Illinois University, College of Agricultura, Urbana-Champaing, Special Publication Number 3, pp. 31-34.

Funnell, K. A., Mackay B., R. 1988. Effect of temperature and ethylene during storage on growth and flowering of *Zantedeschia*. Tech. Rpt. 88/3, Dept. Plant Science, Massey Univ., Palmerston North, N.Z.

Funnell, K. A. 1993. *Zantedeschia*. In: The physiology of flower bulbs. Chapter 36: 683-704.

Funnell, K. A., Mackay, B. R. 1999. Directions and challenges of the New Zealand calla industry, and the use of calcium to control soft rot. p. 30-40. In: Sheen T-F, Chen J-J, Yang T-C and Liu M-C (eds.) The International Symposium on Development of Bulbous Flower Industry. Taiwan Seed Improvement and Propagation Station (TSIPS). Taiwán, Genstat 5 Committee (1993). Genstat 5 Reference Manual, Version 3, Clarendon, Oxford. England.

Gijon H., A. R. 1996. Etiología de la pudrición del Nopal (*Opuntia spp.*) y su comportamiento con la cepa antagónica CAE-01. Tesis Profesional. Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 50 pp.

Heywood, V. H., 1985. Las plantas con flores. Editorial Reverte, S.A. España 304-305.

Heywood, V. H. 1995. *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge.

Joubert, J. J., Truter, S. J. 1972. A variety of *Xanthomonas campestris* pathogenic to *Zantedeschia aethiopica*. Neth. J. Plant. Pathol. 78: 212-217.

Kobayashi, T., Tsukaka, T., Otsuka, F. 1977. A study on flower bud formation and the pregression of growth in the Golden Calla lily (*Zantedeschia elliottiana*) Bull. Megano Veg. Ornamental Crops Expt. Sta., Japan, 2: 63-68.

Kuehny, J. S. 2000. Calla history and culture. *HortTechnology*, 10: 267–274.

Kunstmann. J. P., Clampi, L., Böhm, L., Barrera, S., Collado, L. 2002. Determinación de Especies de *Erwinia* (grupo *carotovora*) como Agentes Causales de "Pudrición Blanda" en Cala (*Zantedeschia* spp.). *Agric. Téc.* [online]. 2006, vol.66, n.3 : 247-255.

Leszczyńska B., H. 1990. Elementos Básicos en el Arte del Diseño Floral. Ediciones UPAEP, Puebla, Puebla, México. Serie manuales de Horticultura Ornamental No. 4, 40 pp.

Leszczyńska B., H. y Borys, M. W. 2002. La Flora de la Cultura del Estado de Puebla. Ed. Siza. Conacyt, UPAEP. Fundación Produce Puebla. Puebla México. 216 p.

Letty, C. 1973 The genus *Zantedeschia*. *Bothalia*, 11: 5-26.

Maher. E., Kelman, A. 1983. Oxygen status of potato tuber tissue in relation to maceration by pectic enzymes of *Erwinia carotovora*. *Physiol Biochem.*, 73: 536-539.

Marty, P., Jouan, B., Bertheau, Y., Vian, B., Goldberg, R. 1997. Charge density in stem cell walls of *Solanum tuberosum* genotypes and susceptibility to blackleg. *Phytochemistry*, 44: 1435-1441.

Mejia S., D. 1999. Caracterización de la proteína antimicrobiana de la cepa bacteriana CAE-01. Tesis de Maestría. Departamento de Parasitología Agrícola, Chapingo, México. 50 p.

Mello S., C. M., Carvalho F., R. C. 2008. *Pectobacterium carotovorum*, taxonomía, identificación, sintomatología, epidemiología y control Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Recursos Genéticos y Biotecnología. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento. 18 pp.

Mohsen, K.; Ebrahim. 2004. Comparison, determination and optimizing the conditions required for rhizome and shoot formation, and flowering of *in vitro* cultured calla explants. *Sci. Hort.*, 101, 305–313.

Moran, R. 2004. A Natural History of Ferns. Timber Press, Inc. pp. 160-165.

Pais M., S., Neves N, H., 1982/83. Regreening of *Zantedeschia aethiopica* Spreng. Sphate induced by reapplied cytokinins. *Plant Growth Regulation* 1: 233-242.

Pérombelon M., C .M., Kelman, A. 1987. Blackleg and other potato diseases caused by soft rot *Erwinias*: Proposal for revision of terminology. *Plant Dis.*, 71: 283-285.

Pérombelon, M. C. M. 2002. Potato disease caused by soft rot *Erwinias*: an overview of pathogenesis. *Plant pathol.*, 51: 1-12.

Plummer, J., Welsh, T., Armitage, A. 1990. Stages of flower development and postproduction longevity of potted *Zantedeschia aethiopica* "Childsiana". *HortScience*, 25: 675–676.

Roberts, D., Boothroyd, C. 1975. Fundamentals of plant pathology. San Francisco, Calif.: W.H. Freeman and Co. Capitulo 2 y 7.

Ruiz G, I. 2009. Control biológico de *Xanthomonas vesicatoria*, en jitomate bajo invernadero. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Méx. 38 pp.

SAGARPA, 2009. Garantizado el abasto de flor de zempoalxochitl. Comunicado 240. Publicado el 31 de Octubre de 2009.

Salamanca B, G., Zamora M, A., Aca R. J., Leszczyńska B, H. 2001. Especies Ornamentales en las iglesias de Cholula durante las Fiestas. *Horticultura Mexicana* 8:389.

Salinger, P. 1991. Producción Comercial de flores. Editorial. Acribia, S.A., Zaragoza, España. 232 p.

Santiago R, M. 2009. Control del cancro bacteriano del tomate (*Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* Smith) con la incorporación de tres cepas antagonicas, bajo condiciones de invernadero, en Chapingo, México. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Méx. 68 pp.

Seemann, P., Andrade, N. 1999. Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. En: Cultivo de Cala Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias (UACH), pp. 95-111.

Smadja, B., Latour, X., Trigui, S., Burini, J. F., Chevalier, S., Orange, N. 2004. Thermodependence of growth and enzymatic activities implicated in pathogenicity of two *Erwinia carotovora* subspecies (*Pectobacterium* sp.). *J. Microbiol.*, 50, 19-27.

Snijder, R.; Tuyl, J. 2002. Evaluation of tests to determine resistance of *Zantedeschia* spp. (Araceae) to soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora*. *Eur J Plant Pathol.*, 108, 565–571.

Snijder, R. 2004. Genetic of *Erwinia* resistance in *zantedeschia*: impact of plastomegenome incompatibility. Tesis Doctorado. Universidad de Wageningen. 112 pp.

Starr, M., Chatlerjee, A. 1972. The genus *Erwinia*: Enterobacteria pathogenic to plants and animals. *Annu Rev Microbiol.*, 26, 389-426.

Taboada R, N. J., Gutierrez V, L., Pérez V, J., Leszczyńska B, H. 2001. Flores y follaje usados en bouquets de boda y decoración de las iglesias en Puebla. *Horticultura Mexicana* 8(3): 331.

Tayama, K. H. 1991. Producción global de flor fresca para corte, comercio internacional y demandas mundiales de consumo: una panorámica y prospectiva hacia el siglo XXI. Universidad Popular del Estado de Puebla, Pue. México p. 12.

Tjia, B. O, Funnell, K. A. 1985. *Zantedeschia aethiopica*. Control of stem split and alternaria flower spot following harvest. *N.Z. Commercial Hort.* (Apr):28-29.

Tjia, B.O. 1989. *Zantedeschia*. In: A. H. Halevy (ed.), Handbook of flowering , CRC Press, Boca Raton, Florida, 6: 697-702.

Toth, I.; Avrova, A.; Hyman L. 2001. Rapid Identification and Differentiation of the Soft Rot *Erwinias* by 16S-23S Intergenic Transcribed Spacer-PCR and Restriction Fragment Length Polymorphism Analyses. *Appl Environ Microbiol.*, 67,4070–4076.

Toth, I., Bell, K., Holeva, M., Birch, P. 2003. Soft rot *Erwiniae*: from genes to genomes. *Molecular plant pathology* 4: 17-30.

Underwood, C. J. 1971. Flowering house plants. The Time Life encyclopedia of Gardening. Time-Life Books. New York, USA. 151-154.

Vanneste J. L. 1996. Using bacterial competition to our advantage. *Calla News*. 22 :2.

Vargas S, O. 2009. Control Biológico de *Ralstonia solanacearum* Smith Raza1 por el antagonism de las cepas bacterianas: cepa LAD, cepa 4 y cepa 1 en *Solanum lycopersicon* Mill en invernadero, en Chapingo, México, Tesis Profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco Méx. 48 pp.

Welsh, T. 1991. The New Zealand cala. Combined Proceedings International Propagators Society 41:478-484.

Wright, P. J. 1998. A soft rot of calla (*Zantedeschia* spp.) caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. *New Zeal J Crop Hort.*, 26, 331-334.

Wright, P. J., Burge, G. K. 2000. Irrigation, sawdust mulch, and Enhance® biocida affects soft rot incidence, and flower and tuber production of calla. *New Zeal J Crop Hort*, 28: 225-231.

IX. APÉNDICE

ALTURA DE LA PLANTA.

Evaluación Previa.

Cuadro 1. Análisis de varianza de la altura de la planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	32.3104	10.7701	2.6397	9.28	ns
F	1	2.0050	4.0829	1	10.13	ns
Ea	3	12.2489	4.0829			
B	2	3.2910	1.6455	0.4993	3.88	ns
F*B	2	9.7378	4.8689	1.4767	3.88	ns
Eb	12	39.2057	3.2971			
TOTAL	23	98.7990				

Primera Evaluación

Cuadro 2. Análisis de varianza de la altura de la planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	83.4446	27.8148	20.8584	9.28	*
F	1	0.7991	0.7991	0.5992	10.13	ns
Ea	3	4.0006	1.3335			
B	2	0.6636	0.3318	0.0137	3.88	ns
F*B	2	1.5141	0.7570	0.0313	3.88	ns
Eb	12	289.637	24.1364			
TOTAL	23	380.0600				

Segunda Evaluación

Cuadro 3. Análisis de varianza de la altura de la planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	138.5537	46.1845	8.5461	9.28	ns
F	1	18.5961	18.5961	3.4411	10.13	ns
Ea	3	16.2124	5.4041			
B	2	29.6333	14.8166	0.9583	3.88	ns
F*B	2	16.1060	8.05300	0.5208	3.88	ns
Eb	12	185.5198	15.4599			
TOTAL	23	404.6215				

Tercera Evaluación

Cuadro 4. Análisis de varianza de la altura de la planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	193.3406	64.4468	6.4536	9.28	*
F	1	64.8064	64.8064	6.4896	10.13	ns
Ea	3	29.9585	9.9861			
B	2	6.3668	3.1834	0.1230	3.88	ns
F*B	2	18.0638	9.0319	0.3491	3.88	ns
Eb	12	310.3834	25.8652			
TOTAL	23	622.9191				

Cuarta Evaluación

Cuadro 5. Análisis de varianza de la altura de la planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	260.2390	86.7463	6.4879	9.28	ns
F	1	85.3113	85.3113	6.0814	10.13	ns
Ea	3	40.1114	13.3704			
B	2	62.6435	31.3217	0.8306	3.88	ns
F*B	2	17.7103	8.8551	0.0265	3.88	ns
Eb	12	452.4838	37.7069			
TOTAL	23	918.499				

Quinta Evaluación.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la altura de la planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	298.3686	99.4562	1.6532	9.28	ns
F	1	133.0151	133.0151	2.2111	10.13	ns
Ea	3	180.4692	60.1564			
B	2	51.8259	25.9129	0.5103	3.88	ns
F*B	2	28.1087	14.0543	0.2767	3.88	ns
Eb	12	609.3302	50.7775			
TOTAL	23	1301.1179				

NUMERO DE HOJAS

Evaluación Previa

Cuadro 7. Análisis de varianza del número de hojas/planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	0.1591	0.0530	1.6060	9.28	ns
F	1	0.0416	0.0416	1.2606	10.13	ns
Ea	3	0.0991	0.0330			
B	2	0.0061	0.0030	0.0552	3.88	ns
F*B	2	0.0705	0.0352	0.6482	3.88	ns
Eb	12	0.6525	0.0543			
TOTAL	23	1.0291				

Primera Evaluación.

Cuadro 8. Análisis de varianza del número de hojas/planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	0.5035	0.1678	23.9714	9.28	*
F	1	0.3297	0.3297	47.1	10.13	ns
Ea	3	0.0212	0.0070			
B	2	0.0647	0.0323	0.2531	3.88	ns
F*B	2	0.0557	0.0278	0.2178	3.88	ns
Eb	12	1.5323	0.1276			
TOTAL	23	2.5074				

Segunda Evaluación

Cuadro 9. Análisis de varianza del número de hojas/planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	0.8379	0.2793	3.7641	9.28	ns
F	1	1.1210	1.1210	15.1078	10.13	*
Ea	3	0.2228	0.0742			
B	2	1.0454	0.5227	3.5949	3.88	ns
F*B	2	0.1428	0.0714	0.4910	3.88	ns
Eb	12	1.7454	0.1454			
TOTAL	23	5.1154				

Tercera Evaluación

Cuadro 10. Análisis de varianza del número de hojas/planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	0.5872	0.1957	0.4943	9.28	ns
F	1	2.0410	2.0410	5.1553	10.13	ns
Ea	3	1.1878	0.3959			
B	2	0.2777	0.1388	0.5089	3.88	ns
F*B	2	0.0511	0.0255	0.0359	3.88	ns
Eb	12	3.2724	0.2727			
TOTAL	23	7.4175				

Cuarta Evaluación

Cuadro 11. Análisis de varianza del número de hojas/planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	1.2460	0.4153	1.4716	9.28	ns
F	1	1.5000	1.5000	5.3153	10.13	ns
Ea	3	0.8467	0.2822			
B	2	0.6338	0.3169	0.7543	3.88	ns
F*B	2	0.2226	0.1113	0.2649	3.88	ns
Eb	12	5.0412	0.4201			
TOTAL	23	9.4905				

Quinta Evaluación.

Cuadro 12. Análisis de varianza del número de hojas/planta en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	2.4963	0.8321	2.3107	9.28	ns
F	1	0.8671	0.8671	2.4079	10.13	ns
Ea	3	1.0805	0.3601			
B	2	0.2553	0.1276	0.2705	3.88	ns
F*B	2	0.0871	0.0435	0.0922	3.88	ns
Eb	12	5.6603	0.4716			
TOTAL	23	10.4468				

PORCENTAJE DE INFECCION EN RIZOMAS.

Cuadro 13. Análisis de varianza del porcentaje de infección en rizomas en el cultivo de alcatraz. La Perla. 2009

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
BLO	3	0.3506	0.1168	0.2845	9.28	ns
F	1	3.5953	3.5953	8.7583	10.13	ns
Ea	3	1.2315	0.4105			
B	2	2.1236	1.0618	6.1834	3.88	ns
F*B	2	1.5701	0.7850	4.5719	3.88	ns
Eb	12	2.0607	0.1717			
TOTAL	23					