

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Efecto de la fertilización sobre la incidencia de cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*) en diferentes estadios del tallo floral del cultivo de rosa *var. Royalty*.**

**POR:**

**ADRIAN LEON PEREZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para**

**obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

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

**Febrero de 2009**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Efecto de la fertilización sobre la incidencia de cenicilla polvorienta  
(*Sphaerotheca pannosa*) en diferentes estadios del tallo floral del cultivo  
de rosa var. *Royalty*.

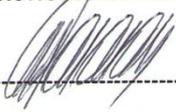
TESIS

Elaborada por:

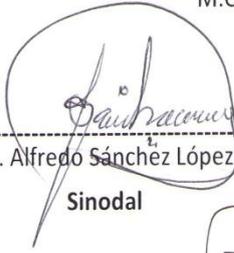
**ADRIAN LEON PEREZ**

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

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

  
-----  
M.C. Alfonso Rojas Duarte

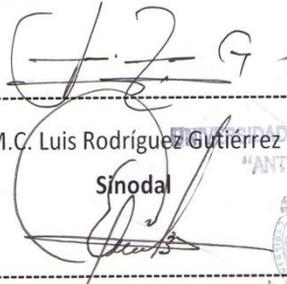
**Presidente**

  
-----  
M.C. Alfredo Sánchez López

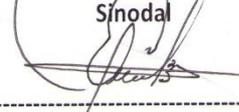
**Sinodal**

  
-----  
M.C. Leobardo Bañuelos Herrera

**Sinodal**

  
-----  
M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

**Sinodal**

  
-----  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

**Coordinador de la División de Agronomía**

  
División de Agronomía  
Coordinación.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2009

## **DEDICATORIAS**

**A MIS PADRES** con todo mi Amor y Respeto:

**Sr. Ernesto Jarillo Landa**

**Sra. Consuelo Pérez Pérez**

A ellos por su gran amor y comprensión, por ese digno ejemplo de honradez, sencillez y calidad humana, que día a día sacrificaron gran parte de su vida, por formar a la persona de lo que ahora soy, y que nunca podre agradecerles ni aun con todas las riquezas del mundo, podre pagarles. Y les reitero mi agradecimiento por darme la mejor de las herencias, una formación profesional, de lo cual estaré agradecido toda la vida. Los quiero y los amo.

**A MI HERMANA:**

**Yanet León Pérez**

Por la hermandad y amor que siempre ha existido entre nosotros y sobre todo por impulsarnos siempre hacia el camino de la superación y por tu grandeza de corazón y comprensión, por sacrificios y no cesaron en ningún momento, por la confianza, formación y ejemplo.

**A MI ESPOSA E HIJA:**

**Raquel Nohemí Torres Reyna**

**Ma. Fernanda León Torres.**

Por compartir bellos momentos en mi vida y porque siempre estemos juntos en las buenas y en las malas, por eso y más... te quiero mucho y te amo.

A ti hija mi lindo angelito que te amo con todo mi corazón que eres siempre motivación de superación en mi vida. Te quiero mi niña.

**A MIS ABUELITOS: Carmen y Ambrosio (†)**

Gracias por sus consejos, su apoyo moral y económico y gracias por haberme dado lo más sagrado de esta vida “mi madre”.

**A MIS TIOS: Ambrosio, Arturo, Carmen, Iván, Olegario, Roberto, Guadalupe y Job**

Que por admiración y respeto y el ejemplo de salir siempre adelante sin importar lo difícil de la situación y que siempre me motivan e inspiran a seguir luchando en la vida.

**A TODOS MIS PRIMOS:**

Por traer tanta felicidad a nuestras familias y ser los frutos de la siguiente generación. Los quiero mucho...

## **AGRADECIMIENTOS**

A **DIOS**, porque sé que es su voluntad de Él que haya terminado mi carrera y fue quien me dio la vida, me dio las fuerzas y quien nunca me abandono diciéndome “ayúdame que yo te ayudare”.

A la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**, por acogerme en su seno durante cuatro años y medio siendo parte de ella y permitir que formara como profesionalista, aprendiendo de ellas valores sociales que me servirán para toda mi vida, pero sobre todo por enseñarme a respetar y amar a la tierra que es “la madre que nos alimenta”.

Al **MC. Alfonso Rojas Duarte**, con gran admiración y respeto, por darme su confianza y haberme permitido realizar este trabajo de la mano de él. Por creer en mí y ser mi maestro el cual sin ningún egoísmo me compartió sus conocimientos, pero más que nada, por la amistad que me demostró, eso solo de un amigo. Gracias maestro por su asesoría, supervisión y corrección en el presente trabajo.

Al **MC. José Antonio Gonzales Fuentes** por brindarme su apoyo y amistad y por haberme permitido realizar este trabajo y por las facilidades otorgadas en todo el trabajo de campo y la colaboración.

Al **MC. Alfredo Sánchez López**, por brindarme su apoyo y amistad, por los conocimientos compartidos, la dedicación en la realización de esta investigación.

Al **MC. Luis Rodríguez Gutiérrez**, por su apoyo y su asesoramiento en el análisis estadístico.

Al **MC. Leobardo Bañuelos Herrera**, por su apoyo y asesoría en la realización de esta investigación.

A **mis maestros y a todo el personal del Departamento de Horticultura**, por su enseñanza y apoyo incondicional. Durante mi formación y así llegar a la finalización de mi carrera.

A mis compañeros de la generación CVI de horticultura por compartir tantos buenos momentos juntos, jamás los olvidare en los viajes increíbles, prácticas, clases, alegrías y problemas que viví a su lado, estarán en mi mente y mi corazón toda mi vida.

A mis amigos Antonio (soruyo), Coutiño, José Luis, Pepe, Fernando (amigon), José Luis (chao-chao), Armando, Juanito, Fernando, Iván, Artemio, Ariel (la foca) y a todos aquellas personas que me apoyaron y ayudaron,... Aprendí mucho de ustedes...  
GRACIAS.

**“FUI BUITRE, SOY BUITRE Y SEGUIRÉ SIENDO BUITRE”**

## RESUMEN

La actividad florícola en México cada día va adquiriendo gran importancia, el rosal por muchas de sus características es uno de los cultivos más importantes como flor de corte, por lo que es necesario incrementar información que pueda ser de utilidad para el incremento de la producción floral y buscar alternativas para la disminución de la incidencia de enfermedades que a la fecha sigue siendo un gran problema ya que no se controlan eficazmente y a través del tiempo solo se tiene el uso excesivo de pesticidas para su mayor y mejor control. Usando como alternativa el uso de diferentes formulaciones con la finalidad de reducir la incidencia de cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*) a través de la regulación del pH en la savia vegetal del tallo en diferentes estadios florales. El trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero, utilizando plantas de rosal *var. Royalty* como material vegetal ya establecidas; se trataron con 4 formulaciones: Formulación balanceada para rosal (Tratamiento 1), Formulación Organomineral (Tratamiento 2), Formulación alta en P baja en Ca (Tratamiento 3) y Formulación alta en Ca baja en P (Tratamiento 4) con 3 repeticiones en un diseño completamente al azar, se realizaron cuatro evaluaciones en las diferentes etapas fenológicas del tallo floral: evaluación chícharo chico, evaluación punto color, evaluación pétalos ligeramente abiertos y evaluación pétalos abiertos totalmente. En los resultados no se encontraron diferencias significativas estadísticamente hablando, entre las medias de los tratamientos sin embargo numéricamente fueron diferentes ya que la enfermedad (cenicilla polvorienta) se presentó en las diversas fases del cultivo de rosa en un pH de 5. En base a lo anterior el

manejo de pH en la savia vegetal del tallo floral podría ser una nueva técnica para el control de enfermedades permitiendo ajustar las concentraciones de los macro y micronutrientes con la finalidad de reducir la presencia de patógenos que afecten la producción y calidad del cultivo de rosal.

Palabras clave: Rosal, Cenicilla Polvorienta (***Sphaerotheca pannosa***), pH, Savia Vegetal, Fertilización, Estadios Florales.

## INDICE GENERAL

	<i>Página.</i>
DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	vii
INDICE DE CUADRO.....	ix
INDICE DE FIGURA.....	ix
I.- INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
II.- REVISION DE LITERATURA.....	3
Generalidades del cultivo del rosal.....	3
La floricultura a nivel mundial.....	3
Holanda.....	3
Guatemala.....	4
Colombia.....	5
Ecuador.....	7
La floricultura en México.....	7

La cenicilla polvorienta ( <i>sphaerotheca pannosa</i> ).....	10
Generalidades.....	10
Historia del Oídio.....	10
Distribución nacional e internacional.....	11
Rango de hospederos.....	11
Ubicación taxonómica.....	12
Ciclo de la enfermedad.....	12
Síntomas.....	15
Condiciones favorables.....	15
Importancia de la nutrición.....	15
Macro y micronutrientes.....	17
Función fisiológica de los elementos.....	17
Funciones de los elementos.....	19
Macronutrientes.....	19
Carbono (C).....	19
Hidrogeno (H).....	20
Nitrógeno (N).....	20

Fosforo (P).....	21
Potasio (K).....	23
Calcio (Ca).....	27
Micronutrientes.....	29
Hierro (Fe).....	29
Magnesio (Mg).....	32
Zinc (Zn).....	33
Cobre (Cu).....	35
Manganeso (Mn).....	36
Boro (B).....	37
Molibdeno (Mo).....	38
Desordenes nutrimentales.....	39
pH de hongos.....	40
Savia vegetal.....	41
III.- MATERIALES Y METODOS.....	43
Localización del sitio experimental.....	43
Características del área experimental.....	43

***Página***

Camas.....	44
Material vegetativo.....	44
Fuentes de fertilización usadas.....	45
Descripción de los Tratamientos.....	46
Herramientas y material de apoyo utilizado.....	47
Diseño experimental.....	48
Modelo estadístico.....	48
Manejo del experimento.....	49
Poda.....	49
Fertilización.....	49
Riegos.....	49
Criterios de corte.....	49
Variables evaluadas.....	49
Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta.....	50
Incidencia de daño por cenicilla en %.....	50
Longitud de tallo (cm).....	50

Diámetro de tallo (mm).....	50
Diámetro de botón florar (cm).....	50
pH de savia vegetal.....	51
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta.....	52
Incidencia de daño por cenicilla en %.....	57
Longitud de tallo (cm).....	61
Diámetro de tallo (mm).....	65
Diámetro de botón florar (cm).....	68
pH de savia vegetal.....	72
V.- CONCLUSIONES.....	77
VII.- LITERATURA CITADA.....	78
VIII.- APÈNDICE.....	82

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>		<b>Página</b>
3.1	Disolución nutritiva de elementos mayores en Meq/L y menores en ppm.....	45
3.2	Tratamiento 1: Nutrición comercial balanceada para rosa.....	46
3.3	Tratamiento 2: Nutrición organomineral.....	46
3.4	Tratamiento 3: Nutrición rica en Ca y baja en P.....	46
3.5	Tratamiento 4: Nutrición rica en P y bajo en Ca.....	47
A.1	Análisis de varianza para la 1ª evaluación de la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta.....	83
A.2	Análisis de varianza para la 2ª evaluación de la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta.....	83
A.3	Análisis de varianza para la 3ª evaluación de la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta.....	83
A.4	Análisis de varianza para la 4ª evaluación de la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta.....	83
A.5	Análisis de varianza para la 1ª evaluación de la variable Incidencia de daño por cenicilla en % con aseno( $\sqrt{v/100}$ ).....	84

<b>Cuadro No.</b>	<b>Página</b>
A.6	Análisis de varianza para la 2 <sup>a</sup> evaluación de la variable Incidencia de daño por cenicilla en % con aseno( $\sqrt{v/100}$ ).....84
A.7	Análisis de varianza para la 3 <sup>a</sup> evaluación de la variable Incidencia de daño por cenicilla en % con aseno( $\sqrt{v/100}$ ).....84
A.8	Análisis de varianza para la 4 <sup>a</sup> evaluación de la variable Incidencia de daño por cenicilla en % con aseno( $\sqrt{v/100}$ ).....84
A.9	Análisis de varianza para la 1 <sup>a</sup> evaluación de la variable Longitud de tallo (cm).....85
A.10	Análisis de varianza para la 2 <sup>a</sup> evaluación de la variable Longitud de tallo (cm).....85
A.11	Análisis de varianza para la 4 <sup>a</sup> evaluación de la variable Longitud de tallo (cm).....85
A.12	Análisis de varianza para la 4 <sup>a</sup> evaluación de la variable Longitud de tallo (cm).....85
A.13	Análisis de varianza para la 1 <sup>a</sup> evaluación de la variable Diámetro de tallo (mm).....86
A.14	Análisis de varianza para la 2 <sup>a</sup> evaluación de la variable Diámetro de tallo (mm).....86

<b>Cuadro No.</b>	<b><i>Página</i></b>
A.15	Análisis de varianza para la 3 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	Diámetro de tallo (mm).....86
A.16	Análisis de varianza para la 4 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	Diámetro de tallo (mm).....86
A.17	Análisis de varianza para la 1 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	Diámetro de botón Floral (cm).....87
A.18	Análisis de varianza para la 2 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	Diámetro de botón Floral (cm).....87
A.19	Análisis de varianza para la 3 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	Diámetro de boton Floral (cm).....87
A.20	Análisis de varianza para la 4 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	Diámetro de boton Floral (cm) .....87
A.21	Análisis de varianza para la 1 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	pH de savia vegetal.....88
A.22	Análisis de varianza para la 2 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	pH de savia vegetal.....88
A.23	Análisis de varianza para la 3 <sup>a</sup> evaluación de la variable
	pH de savia vegetal.....88

**Cuadro No.*****Página***

A.24	Análisis de varianza para la 4 <sup>a</sup> evaluación de la variable pH de savia vegetal.....	88
------	---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>		<b>Página</b>
2.1	Ciclo biológico de cenicilla polvorienta ( <i>Sphaerotheca pannosa</i> ).....	14
4.1	Comparación de Medias para la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla en las diferentes evaluaciones.....	54
4.2	Respuesta de Medias para la Variable N° de hojas dañadas por cenicilla en los diferentes tratamientos.....	57
4.3	Comparación de Medias para la Variable Incidencia de cenicilla en % en las diferentes evaluaciones.....	59
4.4	Respuesta de Medias para la Variable Incidencia de cenicilla en % en los diferentes tratamientos.....	61
4.5	Comparación de Medias para la Variable Longitud de Tallo (cm) en las diferentes evaluaciones.....	63
4.6	Respuesta de Medias para la Variable Longitud de Tallo (cm) en las diferentes tratamientos.....	64
4.7	Comparación de Medias para la Variable Diámetro de Tallo (mm) en las diferentes evaluaciones.....	66
4.8	Respuesta de Medias para la Variable Diámetro de Tallo (cm) en los diferentes tratamientos.....	68
4.9	Comparación de Medias para la Variable Diámetro de botón florar (cm) en las diferentes evaluaciones.....	71
4.10	Respuesta de Medias para la Variable Diámetro de botón florar (cm) en los diferentes tratamientos.....	72

<b>Figura No.</b>		<b><i>Página</i></b>
4.11	Comparación de Medias para la Variable pH de Savia Vegetal en las diferentes evaluaciones.....	75
4.12	Respuesta de Medias para la Variable pH de Savia Vegetal en los diferentes tratamientos.....	76

## I.- INTRODUCCION

Dentro del tejido de una planta la sustancia que se encuentra en los tubos de xilema y floema de las plantas superiores se llama savia vegetal; es una compleja mezcla de muchas sustancias orgánicas e inorgánicas, cuya composición varia considerablemente de una planta a otra y además de una a otra estación del año. El análisis de savia podría ayudar a resolver problemas como herramienta de monitoreo en los cultivos y en cualquier etapa de su ciclo del mismo, para ello el instrumento más utilizado es el Medidor de pH de savia (Tainio, 2006).

Tainio (2006), ha determinado que la savia de toda la planta debe medir alrededor de 6.4 pH si este es menor de 6.4, la planta está expuesta a enfermedades fungosas, debido a la falta de calcio, magnesio o potasio y si este cae a más de 6.4, la planta será más susceptible a enfermedades fungosas y además si es mayor a 6.4, habrá una reducción de nutrientes minerales como nitrógeno y fosforo por lo que las lecturas bajas de pH son relacionadas frecuentemente con niveles bajos de calcio, y por el contrario las lecturas altas muestran déficit de fosfato. Es considerable que si los datos exceden a los 6.4 habrá exposiciones a ataques de insectos. Por lo tanto se cree que a mayor pH de savia, mayor infestación de insectos.

Frecuentemente el nivel y el balance de nutrientes en las plantas no pueden ser alcanzados inmediatamente más aun en los tallos florales pues son la parte más alejada de la raíz en la planta. Por lo tanto se puede crear una escasez o reducción de

elementos o nutrientes los cuales por medio de la influencia de las condiciones climáticas pueden ser afectadas en su disponibilidad por lo tanto podrían generar grandes problemas debido a ello, uno específico puede ser la incidencia de plagas y/o enfermedades por tal motivo se pretende con este estudio generar una nueva metodología de diagnóstico e información para su control específicamente sobre la incidencia de cenicilla en base lo anterior se plantea lo siguiente:

## Objetivo

Conocer el efecto del pH de la savia en relación a la incidencia de cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*) sobre el cultivo del rosal en diferentes estadios florales con el propósito de mejorar su control.

## Hipótesis

El control e incidencia de cenicilla polvorienta se realiza cuando el pH de la savia no exceda a 6.4.

## **II.- REVISION DE LITERATURA**

### **Generalidades del cultivo del rosal**

El cultivo de rosal es originario de China, donde por primera vez fue mejorado antes de 1800, a partir de sus progenitores *Rosa gigantea* y *Rosa chinensis*.

Su cultivo para producir flor de corte se reporto en estados unidos alrededor de 1850, cuando se realizo la primera veta de la variedad Hermosa, posteriormente en 1880 se obtuvo la variedad American Beauty, empezando así, la carrera del mejoramiento genético para la producción de variedades de rosales de corte más novedosas, y posteriormente se tomo en consideración su mejoramiento para obtener variedades tolerantes a diversos factores como sequias, enfermedades e insectos (Larson, 1980).

### **La floricultura a nivel mundial**

#### **Holanda**

El Holanda ocupa un lugar privilegiado ya que es el mayor productor del continente, posee 3,578 ha. bajo vidrio altamente tecnificado, gracias a la fuerte inversión en investigación y desarrollo que poseen, producen flores de alta calidad, esto les permite mantenerse competitivos en situaciones de adversidad. Holanda es el mercado central de flores del mundo, desde hace mas de 100 años se dedica al cultivo,

compra y venta de flores a escala internacional, que lo ha posicionado como el país líder en la área de los ornamentales.

El sector de la floricultura es importante para la economía Holandesa. La producción bajo vidrio suma 3 mil millones de dólares en 2001. Aproximadamente 80% de eso se exporta, principalmente a Alemania, Reino Unido y Francia. La superficie total de invernaderos con cultura de adorno flores y plantas es casi 6,000 ha. correspondiendo a unas 6,000 empresas. El sector emplea 50,000 personas, no incluyendo el empleo generando por empresas intermediarias, proveedores de semillas, bancos y otras actividades relacionadas (SAGARPA, 2006).

## **Guatemala**

En Guatemala se produce más de 40 variedades de rosas, muchas de las cuales son exportadas a Centro América, Estados Unidos y Europa. En Guatemala se producen y exportan más de medio centenar de variedades de flores, la mayoría rosas, en fincas de diversos departamentos, por su color, aroma, forma y duración, las rosas guatemaltecas tienen demanda en Europa, Estados Unidos y Centro América, aunque deben competir con las producidas en países como Colombia, Holanda y Ecuador.

Hasta 2003, la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales tenían registradas 150 empresas dedicadas al cultivo de plantas de corte y ornamentales. Sin embargo, la fuerte competencia internacional y los costos de la infraestructura, fumigación y mano de obra, entre otros, ponen cuesta arriba la competencia a las flores guatemaltecas (SAGARPA, 2006).

## Colombia

Es el país productor y vendedor de flores más importantes de América Latina, es el segundo exportador mundial de flores después de Holanda, mas de 50 tipos de especies y variedades distintas, posee una superficie de producción de 5000 ha. mayormente bajo invernadero. En América, Colombia es el principal exportador de flores con destino a EE.UU, concentrando sus exportaciones, el 76% en ese mercado.

Según el estudio realizado por Viagro en marzo del 2002, varias causas explican su éxito como exportador de flores, entre la más importante están:

- ❖ Posee un clima tropical de altura, temperatura media de 13-16°C
- ❖ Créditos subsidiados de gobierno a los empresarios que se arriesgan a invertir en el negocio (en los inicios).
- ❖ Mano de obra barata.
- ❖ Producción de alta calidad, normas de producción y selección elevadas.
- ❖ Tecnología de producción y poscosecha adaptada a sus condiciones agroclimáticas y de mercado.
- ❖ Captación de inversión extranjera.
- ❖ Desarrollo de canales de comercialización en los mercados objetivos.
- ❖ Ventas directas a los productores a importadores o mayoristas en EE.UU y Europa.

- ❖ Programa de capacitación de la mano de obra, a técnicos y operarios.
- ❖ Manejo de las empresas con criterio industrial.
- ❖ Captación y adecuación a las condiciones locales de la tecnología extranjera.
- ❖ Desarrollo de la tecnología propia en las empresas productoras y en las proveedoras de materiales, equipo y servicio.
- ❖ Ubicación geográfica ventajosa, al estar cerca del mercado de EE.UU.

Otro aspecto fundamental en su éxito como exportador de las flores ha sido la capacidad de organización gremial de los productores y empresarios a través de la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores, "ASOCOLFLORES" quien los representa nacional e internacional. ASOCOLFLORES ha librado duras batallas contra barreras arancelarias, fitosanitarias, dumping, y otras de diversas índoles que le han impuesto Estados Unidos.

Por otra parte ha llevado agresivas campañas de marketing llevando la imagen de la flor colombiana especialmente al mercado de estados unidos. En 1987 establecen el (CFC), Colombia Flower Council con sede en Miami, para efectos de promoción. Por último a tenido apoyos estructurales de su estado, a través del PROEXPORT, el (FA) Fondo Agrícola y también del BANCOLEX, BANCO EXPORTADOR (SAGARPA, 2006).

## **Ecuador**

Es el tercer país exportador de las flores del mundo, su desarrollo se basó en el desarrollo de la floricultura colombiana, de hecho varias de las producciones son filiales colombianas. Actualmente compite directamente con Colombia comenzaron a caer a partir de 1998, Ecuador fue aumentando su producción hasta el año 2000. A diferencia de Colombia que concentra sus exportaciones en Estados Unidos, Ecuador distribuye entre Estados Unidos, un 56% y la Comunidad de Europea, en un 37%. Ecuador posee condiciones climatográficas excepcionales para cultivar muchas variedades de flores, pero en duda la especie que lo ha posicionado en los mercados extranjeros es la rosa, por su excelente calidad y belleza. Cuenta con 2800 ha. aproximadamente en invernadero, de ellas el 64% son cultivos de Rosas, su mercado principal EE.UU con el 72% de las exportaciones y Holanda con el 8%. El crecimiento del sector ha sido vertiginoso, según los datos del Banco Central del Ecuador, del año 1991 al año 2000 las ventas al exterior de flores pasaron de US\$19 millones a US\$194 millones, lo que se tradujo en un incremento del 441% (SAGARPA, 2006).

## **La floricultura en México**

México que tiene condición favorable que lo podría convertir en un abastecedor regular de cultivos ornamentales dando como opción principal una alternativa de diversificación dentro del sector agropecuario, con esta actividad genera un rubro de seis mil millones de dólares anuales por la venta de flor de corte, y la creación de 132, 000 empleos en el medio rural. (SAGARPA, 2006).

La Coordinación General de Fomento y Promoción a la Exportaciones, de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria señaló que actualmente México cuenta con 11 mil ha. en producción de flor, 92 % de ellas a cielo abierto y el 8% en invernadero tradicional. La amplia variedad de productos florícolas con que cuenta y la demanda que genera países como EE.UU, Canadá y algunos de la Unión Europea son factores que podría convertir a nuestro país en un atractivo abastecedor y participar en esos mercados, compitiendo con otras naciones latinoamericanas, como Colombia, Ecuador, y Costa Rica, se expresa en un documento de trabajo.

Hoy México es el país con el mayor número de tratados comerciales con el mundo y actualmente cultiva alrededor de 349 especies diferentes de flores entre otras, gladiolas, margarita y nardo, lo que hace ver como un país como potencial para la floricultura internacional.

En México los principales estados productores de flor son: el Estado de México, con el 53% total; Puebla con el 23%, Sinaloa con el 11%, Baja California con el 4%, Guerrero con el 3% y en menor proporción Morelos, Veracruz, Oaxaca, Distrito Federal, Michoacán, Chiapas, y Nayarit. Están tomando auge Torreón, Veracruz, Acapulco, Tijuana, Ensenada y Ciudad Obregón.

Además, el Estado de México en la zona de Villa Guerrero, produce el 80 % de las flores que exporta el país al generar un promedio de 25 millones de gruesas y 10.8 millones de flor de maceta.

El 80 % de la flor que se produce en México va para mercado nacional y solamente el 20% cubre la demanda en los mercados de EE.UU y Canadá,

especialmente en los meses de febrero y mayo, cuando se festeja San Valentín y el Día de las Madres. (Fuente: Sagarpa.gob.mx. y Líderes de opiniones (SAGARPA, 2006))

Entre las enfermedades más comunes, que afectan los cultivares del rosal en la mayoría de las zonas productoras del mundo se encuentran la: *Botrytis cinérea*, *Sphaerotheca pannosa*, *Marssonina rosae*, *Peronospera sparsa*, *Phragmidium atrum*, y *V. dahlia*. Otras enfermedades de menor importancia son: *Nectria cinabarina*, *phythophthora megasperma*, *Botryosphaera ribis*, *Colletotrichum capsici*, *Alternaría alternata*, *Cercospora pueri*, *Helminthosporium setariae*, *coniothyrum rorarum*, *Cytosporella umbrina*, *Chlariopsis thielavioides*, *Physalospora fusca* y *Armillaria mellea* (Kenneth, 1989). Entre otras de rara incidencia como *Botrydiplodia*, *Pestalotia* y *Trichothecium* (Sweets y Pflanger, 1978).

A pesar de la importancia que este conocimiento tiene para México, únicamente se cuenta con un reporte fitosanitario de las zonas productoras del centro del país, encontrándose como enfermedades comunes: *Botrytis cinérea*, *Sphaerotheca pannosa*, *Marssonina rosae*, *Phragmidium mucronatum*, *Sphaceloma rosarum*, *Coniothrium wersdorffiae*, *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*, *Tubercularia vulgaris*, y *Rosellinia necatrix*. De menor importancia encontramos: *Cytospra sp.*, *diplodia sp.* (Mendoza, 1993).

En el resto de las zonas productoras del país, se desconocen las enfermedades, que afectan este cultivo.

## **La Cenicilla Polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*).**

### **Generalidades.**

*Sphaerotheca pannosa*. Es un patógeno que causa daños severos a rosales de casi todas las zonas productoras del mundo afectando el rendimiento, fotosíntesis y calidad de la flor.

### **Historia del Oídio**

El oídio es probablemente la enfermedad más ampliamente distribuida en los jardines. La primera referencia de oídio en rosal se debe a Theophrastus 300 años (a.C.); aunque el primer nombre específico de un oídio como organismo se debe a Linnaeus, ya que en 1753 dio el nombre binomial *Mucor erysiphe* a un hongo blanco de las hojas de lúpulo; fue Wallroth en 1819 quien describió primeramente el hongo causante del oídio del rosal como *Alphitomorpha pannosa*. Posteriormente, en 1829, fue clasificado como *Erysiphe pannosa* y, finalmente en 1951, fue asignado al género *Sphaerotheca* (Sinobas, 2004). El hongo oídio es un parasito obligado y requiere por tanto una planta huésped viva para completar su ciclo de vida, normalmente no mata a su huésped, pero las colonias de oídio hacen rápidamente que la planta no sea comerciable.

En el resto de las zonas productoras del país se desconocen las enfermedades que afecten el cultivo.

## **Distribución Nacional e Internacional**

En México se encuentra distribuido en todas las zonas florícolas del estado de México, D.F., Michoacán, Puebla, Veracruz, Morelos, Hidalgo (Mendoza, 1993).

A nivel mundial se encuentra en países como Canadá, EE.UU, México, Colombia, Ecuador, España, Holanda, Alemania, Francia, Italia, Nueva Zelanda, Groenlandia, Lituania, Egipto, Japón, Irak, entre otros países, presentándose en zonas que van desde muy tropicales a templadas (López, 1984).

## **Rango de Hospederos**

*Sphaerotheca pannosa* ataca durazno (*Prunus Lauroceranus*) que se cultiva como seto en Europa occidental y es importante especialmente en Francia. Existe especialización en un hospedero; por ejemplo: *Sphaerotheca pannosa*. Que ataca al rosal, no ataca al durazno y viceversa (Smith *et al.* 1995).

En el invernadero, las conidias inician la mayoría de las infecciones de las plantas y son responsables de su diseminación secundaria. Son fácilmente diseminadas por las corrientes de aire y salpicaduras de agua. Dependiendo del género de oídio, las conidias pueden germinar durante periodos de alta o baja humedad relativa, pero raramente germinan en agua corriente. La mayoría de los oídios de las plantas, que han sido estudiados en condiciones de invernadero, se desarrollan mejor con una humedad relativa superior al 95% y con una temperatura de 20 °C.

El oídio sobrevive normalmente en el invernadero e los cultivos o en las malas hiervas huéspedes.

## Ubicación Taxonómica

REINO: Fungi.

DIVISION: Eumycota.

CLASE: Ascomycete.

ORDEN: Erysiphales.

FAMILIA: Erysiphaceae.

GENERO: Sphaerotheca.

ESPECIE: *Sphaerotheca pannosa*.

NOMBRES COMUNES: Oídio del rosal, mildiu polvos (Bayer CropScience 2007).

### Ciclo de la enfermedad

El micelio de *S. pannosa* crece sobre la superficie del huésped, alimentándose de sus células epidérmicas mediante la introducción de haustorios en ellas. Si se elimina con los dedos el polvo superficial que cubre las hojas, se pueden observar diminutos puntos necróticos que se corresponden con las células del huésped destruidas por el hongo.

El número de conidios que es liberado en el aire aumenta conforme la humedad relativa disminuye. El mayor número de conidios en el medio se alcanza al mediodía o principio de la tarde, a partir de esta hora se inicia una declinación debido a que los conidióforos se encuentran mermados de conidios. Con frecuencia se forma un micelio secundario que consta de hifas erguidas y paredes engrosadas que puede

persistir en manchas afieltradas conocidas como "micelio pannoso" del cual la especie ha tomado el nombre.

El cuerpo fructífero de este hongo es un ascocarpo que, por ser esférico, se denomina cleistotecio (Gr, kleistos= cerrado + theke=caja), en cuyo interior se producen las ascas, de forma oblongo-globosa con 8 ascosporas. Algunos investigadores utilizan el término cleistoteca para referirse al cleistotecio. Los cleistotecios, con apéndices micelioides tortuosos de color marrón pálido a negros, se forman irregularmente en algunas zonas de la planta, solamente en algunos cultivares pero no en otros, además, estos cultivares no mantienen la producción de cleistotecios en cualquier localidad. Su presencia es más frecuente en rosales trepadores y en rosales arbustivos viejos, en micelio pannoso alrededor de las espinas, tallos y receptáculos florales, pero no en las hojas. La formación de cleistotecios puede proporcionar a la especie mayores posibilidades de sobrevivir a las condiciones invernales y ampliar la variabilidad del miceto; sin embargo, algunos investigadores han sido incapaces de iniciar el ciclo biológico a partir de ascosporas.

Las evidencias actuales sugieren que los cleistotecios no son el medio de sobrevivir a las condiciones invernales; en aquellas localidades donde se produce oídio abundantemente pero no cleistotecios, los hongos invernan en hojas rudimentarias o protegidos por las escamas de las yemas. Cuando las yemas brotan se inicia el desarrollo del hongo, apareciendo las hojas jóvenes atacadas por el miceto (Sinobas, 2004).

*Sphaerotheca pannosa* representa la fase telomorfica de Oídio. La fase telomorfica forma cleistotecios que raras veces se encuentran en el fieltro micelial o en los tallos en torno a las espinas. Estos se caracterizan por ser globosos a piriformes, con pocos apéndices miceloidales, indefinidos, hiliados a pardos claros y con una asca por cleistotecio. Mientras que en su fase anamorfica Oídio, forma conidias hiliadas, elipsoides, en cadenas, unas 48-72 hrs después de la infección, al principio en el envés de las hojas jóvenes de rosa, causándolos síntomas típicos de oídio; con frecuencia se forma micelio secundario que consta de hifas rectas de unas 6 micras de ancho con paredes engrosadas, que pueden persistir en manchas afieltradas, originando el denominado micelio panoso, que es blanco al principio y se hace grisáceo o parduzco.

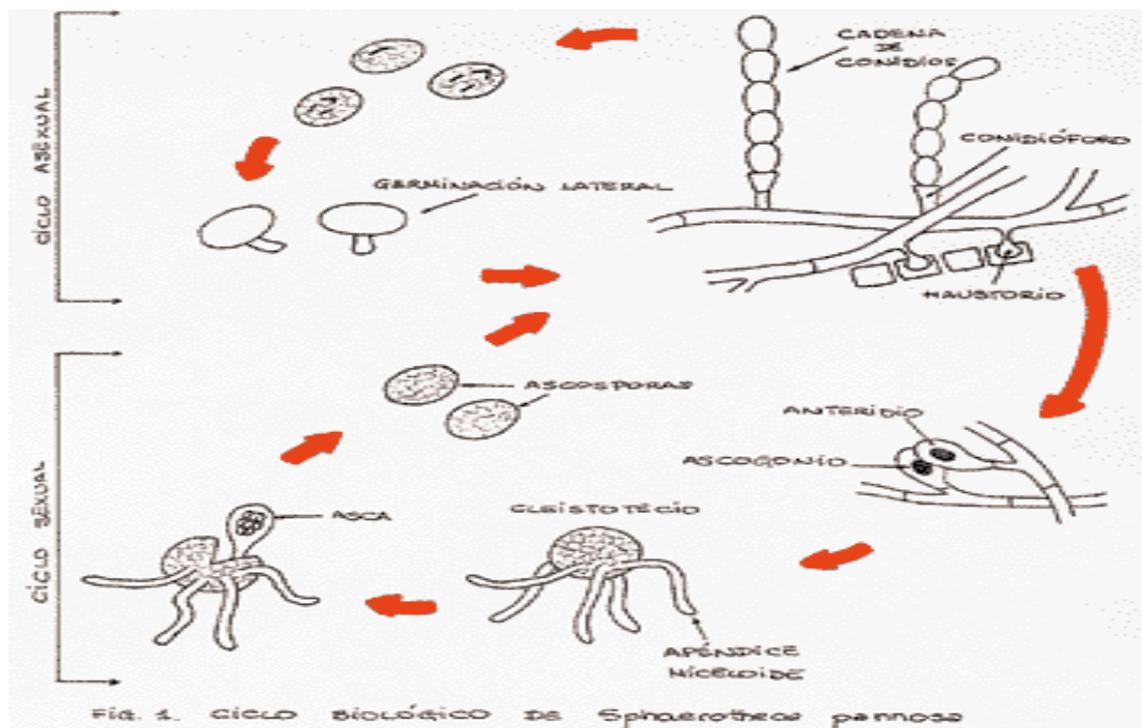


Figura 2.1.- Ciclo biológico de cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*).

## **Síntomas**

La infección causa deformación de las hojas, rizando y caída prematura; los ataques a tallo justo abajo el capullo florar impiden su desarrollo; el crecimiento del hongo puede desarrollarse sobre los tallos, y el micelio externo puede invernar en los inviernos suaves y permanecer dentro de yemas durmientes. Los datos indican que los cleistotecios no representan un papel importante en la dispersión ni en la invernación. (Kalis, 1988 y Smith *et al.*, 1995).

## **Condiciones Favorables**

Las condiciones que favorecen la enfermedad son fluctuaciones diarias, de 26°C y 40-70% de humedad relativa durante el día, favorecen la liberación de conidias; 15°C y 90-99% de humedad relativa durante la noche, lo que es óptimo para la formación de conidias; y su germinación e infección a 21°C con 97-99 % de humedad relativa. (Kalis, 1988 y Smith *et al.*, 1995).

## **Importancia de la Nutrición**

Los nutrimentos y otros compuestos se presentan en un estado dinámico del suelo. Se añaden o remueven de manera continua mediante diversas vías, y la fertilidad de un suelo depende de las tasas relativas de adición y remoción de sustancias nutricias. Los iones disueltos en la fase suelo-agua están libremente disponibles para las raíces; los que están vinculados a partículas del suelo solo están disponibles conforme entran en solución; de manera que la fertilidad de un suelo

depende de la concentración de nutrientes en solución, no de los elementos nutritivos que contenga. Otros factores que afectan a la cantidad y disponibilidad de nutrimentos son pH, contenido de oxígeno y capacidad de intercambio iónico del suelo. El material orgánico presente en el suelo puede tener una gran capacidad de intercambio iónico. Esta depende, naturalmente, de la disponibilidad y concentración de iones  $H^+$  o  $OH^-$ ; asimismo la tendencia de cualquier ion dado a ser absorbido depende en gran medida de la concentración de otros iones presentes antagonismo. (Bidwell, 1979).

Los iones pueden estar presentes disueltos en la solución del suelo, o vinculados por reacciones de intercambio iónico como nutrimentos intercambiables en el complejo de intercambio de aquel. Los iones hidrógeno e hidróxido son de enlace muy fuerte, por lo que el pH es importante en la determinación de la disponibilidad de minerales presentes en los suelos. La adición de un ion de enlace fuerte como el aluminio liberará más iones de enlace débil a la solución del suelo, incrementándose así su abundancia en la fase de los suelos accesibles a las raíces.

El fósforo está a menudo en provisión limitada porque está fuertemente enlazado; los iones hidróxido que liberan las raíces desplazan los iones fosfato del complejo de intercambio, lo cual aumenta la disponibilidad del fosfato. Similarmente, el calcio que se añade a la solución del suelo en forma natural o mediante fertilización (abono de cal) libera el magnesio y el potasio del complejo de intercambio por desplazamiento (Bidwell, 1979).

La remoción de iones del suelo por las raíces determina la liberación de más iones del complejo de intercambio. Así se mantiene un equilibrio dinámico entre la

planta, el agua del suelo y el complejo de intercambio, con el resultado de que mas nutrimentos llegan a estar disponibles para la raíz conforme se remueven, o mientras más agua se añada al suelo (Bidwell, 1979).

## **Macro y Micronutrientes**

Evidentemente, las plantas necesitan carbono, hidrogeno y oxigeno. Pero estos están inevitablemente disponibles en los medios normales donde ellas crecen aire y agua. Ciertos elementos calcio, magnesio, potasio, nitrógeno, fosforo y azufre son requeridos por la planta en grandes cantidades y se llaman nutrimentos mayores o macro nutrimentos. Otros como el hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno y cloro, se requieren en pequeñas cantidades y se llaman nutrimentos menores, micronutrientes o elementos traza.

## **Función fisiológica de los elementos**

Gauch (1973), hizo un listado de las diferentes funciones que podían realizar los nutrimentos:

- ❖ Materiales para formación de protoplasma, pared celular y enzimas. Como ejemplo se tienen al azufre (S) como un constituyente de proteínas; fosforo (P), de Nucleoproteínas, ADP y ATP; magnesio (Mg), de clorofila y al C, H, O, como componentes de carbohidratos y proteínas.

- ❖ Fomento de la presión osmótica en las células de las plantas. Debido a que cualquier ion o molécula contribuyen a la presión osmótica cuando se presenta en una solución, los constituyentes inorgánicos obviamente contribuyen a la presión osmótica, los efectos de constituyentes inorgánicos sobre presión osmótica en las plantas, se consideran menores comparados con los orgánicos tales como azúcares, ácidos orgánicos y otros compuestos.
- ❖ pH y acción buffer. Los constituyentes inorgánicos tienen relativamente poca influencia sobre el pH, no obstante algunos, por ejemplo fosfato, bicarbonato y carbonatos pueden actuar como buffers y así previenen cambios bruscos o marcados en la concentración de iones  $H^+$ . El grado de acidez y la acción buffer en los tejidos de las plantas son por lo general determinados primordialmente por los ácidos orgánicos.
- ❖ Mantenimiento de un grado deseable de hidratación de los coloides celulares. La físico-química ha estado interesada sobre los efectos de varios iones en el grado de hidratación de los coloides. En general aumenta la hidratación iones monovalentes, mientras que con los cationes divalentes y particularmente los polivalentes decrecen su grado de hidratación. Esto es importante ya que el grado de hidratación de los coloides celulares debe estar en ciertos límites. Es posible que un efecto nocivo resulte de la predominancia de un ion causando así un cambio radical en hidratación celular en una u otra dirección.
- ❖ Regulación de la permeabilidad y características de la membrana. Estudiaron los efectos de varios iones sobre la permeabilidad de la

membrana y el potencial eléctrico de las células. Muchos de los datos son conflictivos y contradictorios por lo hay confusión para considerar los efectos de los iones sobre la permeabilidad. Lo mismo sucede en la actualidad ya que es difícil resolver todas las aparentes discrepancias que se han reportado. Sin embargo no hay duda de que diferentes iones afectan e formas diferentes la permeabilidad (Beginig, 1911, Osterhout, 1911 y 1936 citado por Gauch).

- ❖ Efectos antagónicos. El antagonismo atañe a interacciones en el cual el efecto normal de un ion es contrarrestado o reprimido por otro.
- ❖ Efectos catalíticos. A principios de 1930 esmeradas investigaciones demostraron específicamente como ciertos elementos, particularmente micronutrientes, producían efectos catalíticos. Algunos de estos son constituyentes de enzimas.

## **Funciones de los elementos**

### **Macronutrientes**

#### **Carbono (C)**

El C es constituyente de todos los compuestos orgánicos, por lo que no es posible enumerar en su totalidad los agregados que tienen dicho elemento y que se han encontrado en las plantas. Puede decirse que los compuestos orgánicos de C son importantes como constituyentes de la estructura vegetal, el protoplasma, enzimas y

así sucesivamente. En adición, el C es un constituyente de  $\text{HCO}_3^-$ , que es importante en el intercambio de iones por la planta por aniones nutritivos circulantes a las raíces (Overstreet Dean, 1951; citado por Gauch, 1973). Se ha reportado que esta unión estimula la fotofosforilación y la reacción de Hill (Batra y Jagendorf, 1965; citado por Gauch, 1973).

### **Hidrogeno (H)**

El H es un constituyente de todos los compuestos orgánicos en donde el C este presente. El H es el catión usualmente intercambiado por la raíz por un catión (ya sea nutrimento u otro diferente) del suelo. Similarmente al C, el H es constituyente del  $\text{HCO}_3^-$  que, junto con el  $\text{OH}^-$ , puede ser intercambiado por las raíces por un anión del suelo (Ulrich, 1941; citado por Gauch, 1943).

### **Nitrógeno (N)**

Puede decirse que todo compuesto que contiene N es importante. Como un constituyente de proteínas, enzimas y clorofila, el N está envuelto en todos los procesos asociados con el protoplasma, reacciones enzimáticas y fotosíntesis (Gauch, 1973), así mismo menciona que el N es de extraordinaria importancia en las plantas porque es un constituyente de proteínas, ácidos nucleídos y muchas otras sustancias importantes. No parece poseer, sin embargo, ninguna función específica catalítica o electroquímica aparte del hecho de estar estructuralmente implicado en la mayoría de las moléculas catalíticas (Bidwell, 1979).

Hay mucha evidencia experimental de que el contenido de compuestos amino solubles (aminoácidos libres, aminas y amidas) se incrementa considerablemente al aplicar N mientras que el contenido de proteínas solo aumento hasta un límite (Mendel y Kirkby, 1979).

La absorción de Ca se incrementa con la absorción de  $\text{NO}_3^-$ , mientras que la absorción de amonio la inhibe considerablemente (Rao y Rains, 1976).

### **Fosforo (P)**

El fosforo esta a menudo en provisión limitada porque está fuertemente enlazado; los iones hidroxilos que liberan las raíces desplazan los iones fosfatos del complejo de intercambio, lo cual aumenta la disponibilidad del fosfato. Similarmente, el calcio que se añade a la solución del suelo en forma natural o mediante fertilización, libera el magnesio y el potasio del complejo del intercambio por desplazamiento (Bidwell, 1979).

La remoción de iones del suelo por las raíces determina la liberación de más iones del complejo de intercambio. Así mantiene un equilibrio dinámico entre la planta, el agua del suelo y el complejo de intercambio, con el resultado de que mas nutrimentos llegan a estar disponibles para la raíz conforme se remueven, o mientras más agua se añadan al suelo (Bidwell, 1979).

La absorción del P ocurre como ion fosfato orgánico monovalente o divalente. Gran parte del fosfato en la planta existe en forma orgánica pero es probable que se transporte principalmente en estado inorgánico. El fosfato se retiene firmemente en el

complejo mineral del suelo en la misma forma que el potasio y su absorción por las plantas generalmente es obstaculizada por un exceso de calcio (Bidwell, 1979).

La corteza terrestre contiene un promedio de 0.12 % y la cifra promedia para los 20 cm superficiales es la tercera parte de dicho valor. El P en el suelo se puede encontrar formando parte de la fase solida, bien en forma inorgánica como parte de las arcillas orgánica donde se admite una relación C/N/P, 100/10/1, donde el P será liberado a través de la actividad microbiana.

El Ca puede reaccionar con las formas de P dando fosfato monocálcico soluble en agua y representa una forma de P asimilable por la planta, fosfato dicálcico ligeramente soluble en agua pero que puede ceder P a la planta y fosfato tricálcico que precipita quedando el P asimilable por la planta, esta es la forma frecuente en condiciones de pH alcalino con alto contenido de Ca.

Es de especial importancia en la germinación de semillas, desarrollo de raíces y metabolismo de los brotes. El P es absorbido como ion fosfato. Las soluciones de N y del fosfato en la planta están estrechamente relacionadas. El N disponible en el suelo reduce el consumo del fosfato y cuando los fosfatos están fácilmente disponibles el consumo de N se reduce.

El efecto más acentuado de la falta de P es la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas. El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento de la raíz también se reduce marcadamente en condiciones de deficiencia de P, produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes. Generalmente, el P inadecuado deprime los procesos de utilización de carbohidratos, aun cuando continúa la

producción de estos compuestos por medio de la fotosíntesis. Esto resulta en una acumulación de carbohidratos y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas. En algunos cultivos, las hojas deficientes en P desarrollan un color púrpura.

Debido a que el P es fácilmente movilizadado en la planta, cuando ocurren las deficiencias de este nutriente el P se transloca de los tejidos viejos a tejidos meristemáticos activos y por esta razón los síntomas aparecen en las hojas viejas (parte baja) de la planta.

Sin embargo, estos síntomas de deficiencia rara vez se observan en el campo y la deficiencia de P generalmente se evidencia por una pérdida apreciable de rendimiento

Otros efectos de la deficiencia de P en la planta incluyen el retraso de la madurez, mala calidad de forrajes, frutas, hortalizas y granos así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades (Better Crops, 1998).

## **Potasio (K)**

El K no forma parte estable en la estructura de ninguna de las moléculas que se encuentran dentro de las células de la planta. Se considera que intervienen en procesos osmóticos, en la síntesis de proteínas y la estabilidad de las mismas, en la apertura estomacal, en la permeabilidad de la membrana y en el control de pH, aunque las vías precisas de estos mecanismos no se han esclarecido.

El K es el catión que prevalece en plantas y puede estar implicado en el mantenimiento del balance iónico de las células. El K no parece tener función estructural en las plantas, pero desempeñan numerosos papeles catalíticos, que en su

mayoría no están claramente definidos; se desconoce, además, la naturaleza exacta de los grandes requerimientos de potasio.

En cuanto a los síntomas de deficiencia en K parece ser que en los investigadores no hay unanimidad de criterios, siendo ello probablemente debido a los diferentes medios de cultivo y a la rapidez en el desarrollo de los síntomas. Parece ser que en términos generales la deficiencia de K reduce el crecimiento, particularmente la longitud del tallo, causando necrosis o secamiento de capullos y pedúnculos como una decoloración en la flor.

Bik (1972), sugiere la proporción 1-1 (N\_K) para la fertilización del rosal.

El K está presente en grandes cantidades en la mayoría de los suelos. Aproximadamente el 2.4 % de la litosfera, en los suelos la concentración oscila en 0.20 y 4.0 % y siempre se encuentra en forma inorgánica. En los suelos, generalmente la concentración de K es mayor que la de Ca y esta, mucho mayor que la de N.

El K se puede encontrar en el suelo en forma no combinable formando parte de minerales potásicos y constituyendo más del 98% del K total del suelo. Como potasio difícilmente cambiante aprisionado en los espacios interlaminares de determinadas arcillas, que junto con el potasio fácilmente cambiante existiendo un equilibrio lento entre ambas formas y por último el potasio en la solución del suelo que es de donde lo toman las plantas.

El K se suministra como una sal sencilla, por ejemplo sulfato de potasio, también como nitrato de potasio en soluciones nutritivas líquidas. El elemento se adhiere por sí mismo a la partícula del suelo, pero puede ser fácilmente por otras bases tales como el calcio, y puede ser lixiviado del suelo. En la mayor parte de las

plantas bien alimentadas, los porcentajes en N y K son aproximadamente los mismos 3,5 y 4,5 %.

El K se encuentra en primera instancia en los constituyentes minerales del suelo, estos son: las micas, feldspatos, y distintas arcillas. Esta primera forma, fijada al material orgánico del suelo, sufre un proceso de transformación hacia formas más simples y asimilables por las plantas.

El K mineral pasa primero liberándose en una forma llamada cambiante, es decir, deja de estar fijado a las moléculas minerales complejas y pasa a su forma catiónica  $K^+$  (con su carga positiva por la pérdida de cationes de carga negativa), constituyendo la parte catiónica de las distintas sales del suelo (sulfato de potasio ( $SO_4K_2$ ) carbonato de potasio, ( $CO_3K_2$ )), cloruro de potasio (ClK), etc.

El K es absorbido por las plantas en su forma catiónica,  $K^+$ . La absorción en el suelo relacionada con la concentración de otros cationes, como es el caso del Mg, por los problemas de competencia iónica, en la cual son absorbidos con mayor facilidad y velocidad los cationes que tienen una sola carga positiva que los que tienen mayor cantidad.

El K interviene además en procesos fisiológicos tales como:

- ❖ Síntesis de azúcar y almidón.
- ❖ Traslado de azúcares.
- ❖ Síntesis de proteínas (en las uniones peptídicas de las mismas).
- ❖ En la fosforilación oxidativa que se produce en las membranas de las mitocondrias (órganos celulares), ésta fosforilación consiste en captar fósforo en una molécula compleja que también contiene el mismo elemento, como una forma de captar y acumular energía para otros

procesos fisiológicos de la planta (como son las distintas síntesis de almidones, grasas y proteínas).

- ❖ Interviene en la estimulación enzimática.

A partir de la importancia fisiológica del potasio, en el metabolismo y catabolismo del vegetal, se deducen los problemas o trastornos ocasionados por su deficiencia, ellos son:

1. Disminución de la fotosíntesis (producción de materia orgánica) y aumento de la respiración (destrucción de materia orgánica).
2. Disminución del traslado de azúcares a la raíz (por una disminución de la síntesis del azúcar).
3. Acumulación de compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, pues no se produce una síntesis de proteínas y uniones peptídicas.
4. Aparición en las células de las hojas de sustancias catalíticas, como la putresceína, que inician los procesos de muerte celular y los tejidos, es decir, la necrosis de los tejidos vivos.
5. Se promueve la susceptibilidad al ataque de los hongos (enfermedades criptogámicas), pues disminuye la presión osmótica de las células favoreciendo la entrada de los patógenos.

Los síntomas que presentan los vegetales ante la deficiencia de potasio, se pueden generalizar de manera siguiente:

- ❖ Reducción general del crecimiento.
- ❖ Los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento (menos velocidad).

- ❖ Los frutos y semillas reducen tamaño y calidad por una deficiencia en la síntesis.
- ❖ Las hojas tienden a “enrullarse”, amarillean los márgenes y luego se necrosan, las manchas avanzan hacia el centro de la hoja tornándose marrones, los síntomas aparecen primero en las hojas inferiores y luego en las superiores.

Las deficiencias de K una vez sintomatizadas en la planta, indican una carencia elevada del elemento; se produce incluso, antes de los síntomas, una baja en el crecimiento y desarrollo de la planta si hay una carencia real. Una abundancia de este elemento se manifiesta de la siguiente manera:

- ❖ Mayor crecimiento y vigor.
- ❖ Buen desarrollo de flores y frutos.
- ❖ Resistencia al frío y a enfermedades.
- ❖ Aumento de la calidad de flores y frutos.
- ❖ La deficiencia afecta la longitud, la de los tallos, así como su diámetro, no parece reducir la producción significativamente. (Rodríguez, 1989).

### **Calcio (Ca)**

El Ca es requerido para la elongación y división celular. Las reacciones en las que el Ca está envuelto en estos procesos, sin embargo, no es bien conocido. Hay muchas evidencias de que el calcio juega un papel esencial en las membranas biológicas.

Las soluciones nutritivas le suministran mucho Ca, pero recientemente se ha advertido que en realidad se desarrolla bien con concentraciones muy bajas, siempre que se haga algún ajuste en la composición del medio nutritivo.

Esto puede ser de gran importancia en la agricultura pues la aplicación de fertilizantes es costosa y el lavado de la sobrefertilización es una fuente mayor de contaminación.

En el rosal, concentraciones muy bajas de Ca en la solución nutritiva dan raíces cortas.

Al principio se reduce el crecimiento vegetativo, habiendo una ligera dosis internervenal en las hojas más jóvenes, distorsionándose más tarde.

Las hojas más viejas aunque estén turgentes se caen perdiendo su brillo por un color gris verdoso apagado. Los folíolos pueden volverse hacia abajo por los márgenes cambiando estas gris-claro al amarillo y más tarde al marrón.

Eventualmente se desarrollan puntos de color violeta-purpura, a lo largo de los márgenes del folíolo y estos juntos se unen en grandes manchas necróticas (Oerthi, 1966; Laurie y Wangner, 1940; Post y Fitcher, 1951; Sadasivaiah y Holley, 1973).

Boodley (1970), mostro flores deformadas y arrugadas a las que se les había diagnosticado deficiencias de boro, ya que hay una relación muy estrecha entre el Ca y B.

El Ca, se considera relativamente inmóvil dentro de una gran mayoría de especies de plantas, así que cualquier factor que limite su absorción puede causar una reducción en los niveles de Ca de los brotes jóvenes y de las raíces en desarrollo.

Síntomas en las plantas que parecían deficiencias de boro o calcio durante periodos de altas temperaturas, análisis foliares no mostraron ninguna falta de ambos

elementos y los síntomas desaparecieron con la llegada de temperaturas frías, sin ningún cambio en programa de fertilización.

El Ca parece ser mas móvil en las rosas que en otras plantas (Jonhson, 1983).

El Ca es absorbido por la planta como ion  $\text{Ca}^{++}$  a partir de la solución del suelo. El contenido del Ca en los suelos es muy variable asilando entre 0.10 y 1.20 % en la mayoría de los casos.

Este elemento se suministra usualmente al encalar los suelos, si se desea tratar una deficiencia de Ca con algún producto químico, por ejemplo nitrato de cal, este se pulveriza sobre las plantas y el yeso (sulfato cálcico), se aplica al suelo, corrientemente los cultivares a menudo aplican calcio dolomítico que suministra tanto Ca como Mg (Salinger, 1991).

## **Micronutrientes**

### **Hierro (Fe)**

Se requiere más hierro que ningún otro nutriente (Widwell, 1972).

La extraordinaria importancia de Fe se relaciona con dos echos importantes: el Fe parte del sitio catalítico de muchas enzimas oxido-reductoras importantes, y es esencial para la formación de clorofila, aunque no forma parte de la molécula. La importancia del Fe en proteínas heme (citocromo y citocromo oxidasa) en la cadena trasportadora de electrones, se deriva de su capacidad de existir en forma oxidada o reducida; es decir, qué puede adquirir o perder un electrón, sufriendo un cambio de valencia al hacerlo (Bidwell, 1979).

El Fe es absorbido por la planta en forma ferrosa y férrica ( $\text{Fe}^{++}$  ,  $\text{Fe}^{+++}$  ), además de algunas otras formas orgánicas complejas como los quelatos. Es absorbido principalmente en forma ferrosa.

Su cantidad asimilable varía principalmente con el pH del suelo. Cuando hay un gran alcalinidad la forma férrica tiende a una formación de hidróxido férrico ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) que se precipita haciéndose insoluble. Esto ocurre con un alto contenido de Ca, produciéndose en las plantas una reserva clorosis, llamada "clorosis caliza".

El Fe que se encuentra en la solución del suelo tiene una actividad antagónica, en lo que se refiere a la competitividad iónica con el Zn, Co, Cu y Mn.

Es un elemento inmóvil dentro de la planta (difícil traslado de un órgano a otro).

Una deficiencia de Fe puede presentar los siguientes síntomas:

- ❖ Clorosis de las hojas.
- ❖ Clorosis intensa en la zona intervenal.
- ❖ Se nota, en primer lugar amarillamiento en las hoja jóvenes, luego puede haber
- ❖ También un emblanquecimiento y muerte, las hojas permanecen sin deformaciones.
- ❖ También se manifiesta una clorosis en los brotes jóvenes.

Las causas de las deficiencias de Fe pueden ser varias, como por ejemplo, falta original de este elemento en el suelo, la alcalinidad del mismo, alta concentración de Zn, Cu o Mg. Cuando es limitada su presencia en el suelo, los microorganismos lo oxidan, disminuyendo la cantidad asimilable del mismo.

Los fertilizante líquidos que contienen 200 ppm de N y 150 de K, mas Fe y Mg en caso de ser necesarios, se pueden aplicar con buenos resultados en una amplia variedad de condiciones de suelos (Larson, 1988).

La adición de fertilizante antes de la plantación deberá estar basada en el análisis de suelo. Las pruebas no son infalibles; por lo tanto, se deberá utilizar solamente como una guía para las adiciones antes de la plantación.

El papel de Fe parece ser un catalítico en la formación de clorofila, pero no es un constituyente de esta. Como un resultado de clorosis es un síntoma sobresaliente de la deficiencia de Fe. Desde entonces, el Fe es relativamente inmóvil en los tejidos más jóvenes. El Fe es usualmente absorbido como una sal ferrosa ( $\text{FeSO}_4$ ), pero puede estar presente como óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). El Fe en pocas veces escaso en el suelo pero esta frecuentemente en forma no disponible. Este puede llegar a ser deficiente por la presencia en altas concentraciones de fósforo o condiciones elevadas de pH del suelo.

#### Deficiencias de Fe:

- ❖ En las hojas viejas se toma una red venosa con manchones. Este síntoma distintivo.
- ❖ En el área intervenal hay una coloración amarilla con pequeñas aéreas verdes, es decir, más de una aparición de redcillas.
- ❖ Las hojas más jóvenes llegan a ser cloróticas, primero con pequeñas venas, el resto un color verde uniforme que produce una fina distribución reticular de venas verdes con lamina amarilla.
- ❖ Conforme la deficiencia avanza, las hojas jóvenes se toman amarillo pálido o casi blancas.

- ❖ Si la deficiencia es muy severa y las plantas llegan a producir flores, estas serán deformes.

Casi todas las deficiencias de Fe son bastante funcionales, estas se pueden presentar por causas tales como: baja temperatura, pH alto, alta concentración de sales solubles, alta concentraciones de Mg, Zn y P, sino mas un factor que cause perdidas de raíces, tales como nematodos, deficiencias de oxígeno, pueden producir síntoma que usualmente son llamadas “clorosis funcional de hierro”.

La deficiencia de Fe no es común en suelos ácidos pero puede ocurrir cuando el Mg, Cu, Zn son así mismo iguales o más altos.

### **Magnesio (Mg)**

La función más conocida del Mg es la ocurrencia al centro de la molécula de clorofila y además es requerido en otros procesos fisiológicos. Una función del Mg es como cofactor en casi todos los procesos de fosforilación activando enzimas. El Mg forma un puente entre la estructura del pirofosfato del ATP y la molécula de la enzima. El Mg también activa enzimas además de aquellas envueltas en la transferencia de fosfatos. Completamente aparte de esta función en la molécula de la clorofila, niveles inadecuados de Mg en la planta puede inhibir la asimilación de CO<sub>2</sub> (Mendel y Kirby, 1979).

El Mg desempeña importantes funciones en la planta, parece estar implicado en la estabilización de partículas ribosómicas, al enlazar las subunidades que forman en el ribosoma. Está involucrado en numerosas reacciones de diversa capacidad, en primer lugar puede servir para ligar enzima y substrato, como por ejemplo en reacciones que implican transferencia de fosfato desde el ATP, en las que el Mg actúa

como un eslabón que vincula la enzima a su sustrato. En segundo lugar, puede servir para alterar la constante de equilibrio de una reacción mediante enlace con un producto, como por ejemplo en ciertas reacciones de quinasas. En tercer lugar, puede anexarle formando un complejo a un inhibidor enzimático. El Mg es decisivo en síntesis de constituyentes del núcleo de cloroplasto y ribosoma; constituyente una parte integrante de la molécula de clorofila y es por lo tanto esencial en la fotosíntesis (Bidwell, 1979).

Es parte esencial de la molécula de la clorofila, y es necesario para la actividad de muchas enzimas incluyendo aquellos pasos más importantes en la actuación del ATP. Es esencial para mantener la estructura del ribosoma (Resh, 1986).

La deficiencia reduce la producción en un 9%. El bajo nivel de Mg favorece la cantidad de la flor para aumentar el número de botones florales.

Un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición, pero estos pueden estar en forma no disponible para la absorción radical, en esos casos se realiza la fertilización de los elementos no disponibles a nivel foliar, constituyendo una nutrición o fertilización complementaria.

## **Zinc (Zn)**

El Zn es un componente esencial de una variedad de deshidrogenasa, proteínas y péptidas, y su deficiencia afecta y específicamente al metabolismo, así como la reducción de los niveles de ARN y los contenidos de ribosomas de las células. La actividad de la triptofanosistetasa, que es probablemente una vía de síntesis de idolacetato, se redujo en la deficiencia de Zn en *Neurospora* y produjo en también deficiencia de auxina (Prince *et. al*; 1972).

El Zn llega a ser menos aprovechable conforme aumenta el pH (Bidwell, 1979). El Zn es preciso para la formación de la hormona de ácido indolacético. Activa las enzimas alcohol deshidrogenasa, ácido deshidrogenasa, ácido glutámico deshidrogenasa (Resh, 1986).

Los primeros estudios incluyeron que la absorción del Zn no era metabólica sino esencialmente un proceso de cambio (movimiento de los iones por difusión y flujo de masa de la solución externa en las raíces) por las razones siguientes: la absorción inicial de Zn era muy rápida al principio, crecía a medida que la concentración aumentaba pero se terminaba después de un lapso corto de tiempo; la absorción de Zn no se veía afectada por diversos inhibidores del metabolismo, no había formación de un constituyente de composición fija típica de una absorción metabólica.

La forma bajo la cual el Zn es transportado desde las raíces hacia las partes superiores de las plantas.

No obstante Tiffin (1967) y Ambler (1970) han indicado que las concentraciones de Zn en los exudados del Xilema de las plantas de tomate y soya seccionadas eran mucho mayores que las del medio. Se pueden lo tanto decir que la absorción de Zn se realiza al menos e gran parte abajo control metabólico.

La intensidad de la absorción del Zn tiende a aumentar con el crecimiento del pH, y la movilidad del Zn se encuentra claramente disminuida por encima de pH 7. La materia orgánica del suelo forma complejos muy estables con Zn y los ácidos húmicos y fulvicos son muy importantes en la absorción del Zn.

Sin embargo la movilidad del Zn en las plantas no es muy grande. El Zn tiende a acumularse en las raíces principalmente en caso de suministro importante de Zn. La

movilidad del Zn hacia los tejidos más jóvenes es mucho menor aun en las plantas deficientes de Zn (Loneragan, 1975).

De una forma muy general los síntomas más permanentes de la deficiencia de Zn son signos de clorosis entre los nervios, reducción del tamaño y malformación de los brotes y de las hojas. La deficiencia de Zn altera el metabolismo de la auxina (entre nudos más cortos) e inhibe la síntesis de ARN, perjudicando así el desarrollo normal de los cloroplastos.

### **Cobre (Cu)**

El hecho que la citocromo oxidasa contiene cobre (tanto como hierro) establece inmediatamente un papel metabólico esencial para el cobre (Prince *et al*, 1972).

El Cu desempeña funciones exclusivamente catalíticas. El mecanismo de absorción del Cu es probablemente en su mayor parte de carácter metabólico. La absorción del Cu está relacionada con el nivel del suelo en Cu asimilable (Mendel y Kirkby, 1982).

El Cu se presenta probablemente en la savia del xilema y floema en forma de compuestos orgánicos de N tales como los aminoácidos. Se ha demostrado que en los exudados del xilema de diversas plantas el Cu está presente en forma aniònica, probablemente formando complejos con un anión aminoácido.

Aunque no ha sido identificado los trasportadores del Cu en la savia son, sin duda, los aminoácidos, debido a la afinidad del Cu por el átomo de N de los aminoácidos.

La pérdida de Cu por las hojas se corresponde por el grado de madurez y su pérdida de Nitrógeno. La misma depende al parecer de la hidrólisis de proteínas a las que el Cu y está ligado. El Cu no se desplaza de las hojas más que cuando estas pierden sus compuestos orgánicos nitrogenados (Loneragan, 1980).

En las hojas, cerca del 70% del Cu está localizado en los cloroplastos, en forma de proteínas complejas. Se deduce de ello que el Cu participa en la fotosíntesis.

En general la deficiencia de Cu afecta sobre todo a los tejidos más recientemente desarrollados debido a la escasa movilidad del Cu en las plantas deficientes. Los niveles foliares normales van de 5 a 20 ppm.

### **Manganeso (Mn)**

El manganeso se involucra mucho en funciones catalíticas, es el metal activador de algunas enzimas respiratorias y de reacciones del metabolismo del nitrógeno y la fotosíntesis; se necesita para el funcionamiento de la nitrato reductasa, por cuya razón las operaciones de algunas enzimas en el metabolismo de la hormona ácido indolacético (Bidwel, 1979).

El Mn activa una o más enzimas en la síntesis de los ácidos grasos así como la enzima responsable de la formación del ADN y ARN, activando también la enzima deshidrogenasa en el ciclo de Krebs. Participa directamente en la producción fotosintética de oxígeno a partir del agua y puede formar parte de la formación de la clorofila (Resh, 1986).

Los contenidos de las plantas en Mn presentan una gran gama de variaciones. En las plantas deficientes en Mn son generalmente inferiores a 20ppm en relación a la materia seca. Los contenidos normales van de 20ppm a varias centenas de ppm.

Existen pocos resultados relativos a los contenidos excesivos y tóxicos. Pero se admite en general que la toxicidad empieza hacia 500ppm.

El Mn juega un papel importante en la activación de diversas enzimas, la síntesis de la clorofila, la fotosíntesis, la reducción de los nitratos y en la síntesis de las proteínas.

El Mn no es traslocado en la planta por lo que los síntomas de deficiencia aparecen primero en hojas jóvenes. Las deficiencias ocurren con mayor frecuencia en suelos con altos niveles de materia orgánica, en suelos con pH neutro a alcalino, y en aquellos suelos que son naturalmente deficientes en contenido de Mn.

## **Boro (B)**

La hipótesis más aceptada sobre la función del Boro es que facilita el transporte de azúcares a través de membranas (Prince *et. al*, 1972).

La absorción del Boro es muy baja en suelos con mucho calcio y el encalado tiende a reducir su absorción, lo que sugiere que el calcio induce al Boro a participar en complejos o a participar en el suelo, o bien reduce la capacidad de las raíces para absorberlo (Bidwell, 1979).

El transporte y la absorción de los azúcares se reduce mucho en ausencia de Boro y se sugirió que el azúcar acaso se desplaza en forma de complejos borato e a planta (Bidwell, 1979).

Su papel en las plantas no es bien conocido. Puede ser preciso para el transporte en el floema de los carbohidratos (Resh, 1979).

## **Molibdeno (Mo)**

El Mo ha sido bien conocido como requerido para la asimilación normal de nitrógeno en las plantas (Prince *et. al*, 1972).

El papel más importante del Mo es el de la reducción de nitratos y fijación de nitrógeno; y se traduce en una disminución simbiótica del nitrógeno orgánico. Puede existir en el suelo como  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{HMoO}_4^-$ ,  $\text{MoS}_2$ , fundamentalmente, y es el único micronutriente que aumenta su solubilidad con un aumento del pH. Compite a nivel de absorción con sulfatos y fosfatos, dado que la especie química en la que aparece es la de molibdato ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{HMoO}_4^-$ ).

Participación en reacciones de tipo redox: forma parte de la enzima nitrato reductasa, catalizadora de la reducción de nitratos, por lo que las plantas con carencia de Mo tienen una acumulación de nitratos, mientras que faltan aminoácidos, principalmente, ácido glutámico y glutamina.

El Mo también es constituyente de la nitrogenasa, lo que influye en el rendimiento y velocidad de fijación del N atmosférico. Las plantas requieren pequeñas cantidades, menos de 1 mg de Mo/Kg de material seco, o lo que es igual, 40-50 g/ha suficientes, en general, para cubrir las necesidades anuales de un cultivo.

Los síntomas de deficiencia del Mo, no induce formas específicas en las hojas, sino que frena su desarrollo en la fase embrionaria. Las hojas tienen un tamaño más reducido, presentando clorosis y moteados de color marrón (en toda o parte de la hoja), surgen zonas necróticas en la punta de la hoja, que se extienden a los bordes. En ocasiones, aun manteniendo el color verde, se suelen presentar deformaciones, a

causa de la muerte de alguna de las células del parénquima. La deficiencia en Mo repercute en un contenido anormal de  $\text{NO}_3^-$  en hojas y, por lo tanto, influye en el metabolismo del N.

## **Desordenes Nutrimientales**

Las deficiencias nutricionales causan enfermedades crónicas en las plantas. Cuando carece de nutrientes, las biomoléculas importantes como la clorofila, ADN, ARN, proteínas y lípidos no pueden ser fabricadas. Las enzimas no pueden realizar importantes transformaciones químicas. En general, el crecimiento de la planta se ralentiza y puede aumentar la susceptibilidad a enfermedades. Las plantas en maceta con flores pueden ser enanas, desarrollar clorosis o necrosis, tener menos flores o ser menos atractivas. De los macronutrientes, se observa que fósforo, potasio y azufre no son generalmente deficientes en las plantas en maceta. Las deficiencias de nitrógeno y, en algunos casos, de calcio ocurren más frecuentemente. De los micronutrientes, se observa que hierro y molibdeno son ocasionalmente deficientes.

El nitrógeno es fácilmente filtrado y tiene que suministrarse frecuentemente a las plantas para prevenir deficiencias. Las deficiencias de nitrógeno se traducen en clorosis, que es primero aparente en los bordes de las hojas inferiores y después avanza hasta toda la planta. El tamaño de las hojas puede reducirse y los entrenudos se acortan. (Winsor y Adams, 1987).

La deficiencia de calcio no aparece corrientemente, pero algunos cultivares desarrollan necrosis de las brácteas cuando los niveles de calcio en los tejidos foliares

son bajos, una condición que es difícil de distinguir de la necrosis de las brácteas causada por botrytis.

Algunas reacciones enzimáticas y otras bioquímicas que necesitan de un micronutriente dado pueden estar “envenenadas” por la presencia de un segundo micro elemento en cantidades tóxicas (Buckman y Brady 1882).

### **pH de los hongos**

El pH es considerado de acuerdo con Jackson (1970), como una de las propiedades químicas más importantes del suelo, debido al significativo efecto que ejerce tanto sobre las características físicas, químicas y biológicas de éste, como también sobre el rendimiento de los cultivos (Guigon *et al.* 1989, Saña *et al.* 1996, Cepeda 1999). Este factor puede determinar desde el punto de vista biológico el tipo de organismo que se desarrolle sobre un suelo, debido a su significativa influencia sobre la disponibilidad de nutrientes.

Al respecto Wild (1992), afirma que los 216 hongos y el grupo de bacterias-actinomicetos constituyen los dos grandes grupos de microorganismos del suelo y el predominio de uno u otro grupo depende de las condiciones locales, especialmente del pH y del contenido de humedad.

Cada tipo de hongo puede tener diferentes reacciones en cada valor de pH, pero la información concerniente al pH óptimo necesario para el establecimiento de una simbiosis entre un hongo específico y las raíces de su hospedero es todavía limitada (Hung y Trappe, 1983).

El pH afecta el crecimiento de los hongos (Zak, 1973) y aunque se han registrado datos experimentales que indican un buen crecimiento a pH desde 3.2 hasta

6.5, el óptimo oscila entre 4.5 y 5.5 para la mayoría de los aislamientos probados. También existen algunas especies con buen crecimiento a un pH de 6.8 y 8.3 (Hung y Trappe, 1983). No obstante, los experimentos in vitro que miden el efecto del pH sobre el crecimiento fúngico deben ser interpretados con precaución, ya que los resultados pueden ser afectados por la duración del ensayo, la fuente de nitrógeno o la adición de sales de hierro antes o después de la esterilización del medio (Hung y Trappe, 1983)

### **Savia Vegetal**

La sustancia que se encuentra en los tubos de Xilema y Floema de las plantas superiores se llama savia vegetal y es una compleja mezcla de muchas sustancias orgánicas u inorgánicas, cuya composición varía considerablemente de una planta a otra, de una parte de la planta a otra y de otra estación.

Los vegetales absorben por la raíz el agua y las sales minerales que hay en la tierra. Estas sustancias forman lo que se llama savia bruta. La savia bruta sube por el tallo hasta llegar a las hojas. En las hojas, los productos resultantes de la fotosíntesis, sufren una serie de reacciones y dan lugar a la savia elaborada. La savia elaborada circula por toda la planta, sirviendo de alimento a la planta y, además, se almacena como reserva (almidón). En términos generales el 98 % puede ser agua, y otros constituyentes son sales minerales, azúcares, aminoácidos, hormonas, enzimas, proteínas y ácidos orgánicos. Las savias de los vegetales son ácidas, con pH que varía desde 7 hasta 4.6 (Ville, 1985).

Los análisis de savia nos permiten conocer el ritmo de nutrición como índice de la respuesta a los nutrimentos contenidos en el suelo o sustrato con la disolución

fertilizante. La evaluación rápida de la respuesta de la planta permite efectuar correcciones y optimizar la nutrición durante el ciclo del cultivo. Por otra parte, se deben considerar los análisis de savia para cultivos leñosos, dado que los índices de reserva representados por el N de aminoácidos y proteínas y la concentración de azúcares en la savia correspondiente al jugo extraído de tejidos conductores, pueden servir como indicadores del estado nutrimental del cultivo (Cadahia, 1998).

El análisis de savia nos ayuda a resolver problemas y también nos sirve como herramienta de monitoreo, que puede ser utilizada en cualquier cultivo y en cualquier etapa del ciclo del cultivo. La sustancia que se encuentra en los tubos de xilema y floema de las plantas superiores se llama savia vegetal y es una compleja mezcla de muchas sustancias orgánicas e inorgánicas, cuya composición varía considerablemente de una planta a otra, de una parte de la planta a otra y de una a otra estación. El instrumento más utilizado es el Medidor de pH de savia.

El Medidor de pH de savia es de gran importancia. El inventor Bruce Taino ha determinado que la savia de la hoja de toda la planta debe medir 6.4 pH sea mango, melón o chicharos. Si el pH de la savia es menor de 6.4, la planta está expuesta a enfermedades fungosas, debido a la falta de calcio, magnesio o potasio. Si el pH de la savia cae a más de 6.4, la planta será más susceptible a enfermedades fungosas.

Si el pH de la savia es mayor a 6.4, habrá una reducción de nutrientes minerales como nitrógeno, fósforo o azufre. En nuestra experiencia, las lecturas bajas de pH son relacionadas frecuentemente con reducciones de calcio, mientras que las lecturas altas muestran déficit de fósforo. Si excede de los 6.4 habrá exposiciones a ataques de insectos. A mayor pH de savia, mayor infestación de insectos (Taino, 2006).

### **III.- MATERIALES Y METODOS**

#### **Localización del sitio experimental**

El presente trabajo se realizo en el invernadero de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, situado a un costado del departamento de Horticultura de la misma, la cual se encuentra localizada en una Latitud Norte de 25° 21’ 22” y una Longitud Oeste de 101° 02’ 07”, con una Altitud de 1764 msnm. Dicho trabajo se realizo del 21 de abril hasta el 30 de mayo del 2008.

#### **Características del área experimental**

El invernadero es de tipo túnel modificado, cuenta con dos extractores de aire y en el fondo con una pared húmeda.

Clima: clasificación del tipo BWhw (X) (e), el cual es seco y templado en verano. La temperatura media anual es de 17.3 °C, con una oscilación media de 10.4 °C los meses más cálidos son de junio, julio y agosto con temperaturas máximas de hasta 37°C (García, 1978).

Suelo: son obscuras y algunos claros, debido al contenido del calcio; su textura varia de migajón arcilloso, localizados sobre un estrato calcáreo, duro y continuo denominado petrocalcico (Valdez, 1985).

## **Camas**

El experimento se estableció en dos camas de de 1.0 m de ancho por 12.0 m de largo cada una. Las camas fueron divididas en bloques de 2.0 m x 1.0m formando 6 bloques por cama teniendo un total de 12 bloques. Se dividieron con laminas galvanizadas con medidas de 2.50 m de ancho x 30.0 cm largo.

A cada bloque se fueron identificando con unas estacas que llevaban una anotación del número de tratamiento.

## **Material vegetativo**

Para la realización de este trabajo de tesis, se conto con material vegetativo, donado por Devor Marselles, inc con oficinas en Watsonville California, Estados Unidos, teniendo las siguientes características:

- ❖ Procedencia: California E.U.A
- ❖ Variedad: Royalty
- ❖ Porta injerto: Manneti
- ❖ Método de injerto: "T" normal
- ❖ Edad de la planta: 16 años.
- ❖ Total de material vegetativo experimental en el invernadero: 189 plantas.

## Fuentes de fertilización usada.

La aplicación de los fertilizantes se calendarizo por riego, de acuerdo a una dosis siendo la siguiente fórmula:

Cuadro 3.1: Disolución nutritiva de elementos mayores en Meq/L y menores en ppm.

NOMBRE	FORMULA ò SIMBOLO	CANTIDADES APLICADAS
AMONIO	$\text{NH}_4^+$	1Meq/L.
NITRATO	$\text{NO}_3^-$	10Meq/L.
FOSFATO	$\text{H}_2\text{PO}_4$	1Meq/L.
POTASIO	$\text{K}^+$	4Meq/L.
CALCIO	$\text{CA}^{++}$	6Meq/L.
MAGNESIO	$\text{Mg}^{++}$	1Meq/L. los contiene el agua
SULFATO	$\text{SO}_4^{=}$	1Meq/L. los contiene el agua
HIERRO	$\text{Fe}^{+++}$	2 ppm.
MANGANESO	$\text{Mn}^{+++}$	0.5ppm.
COBRE	$\text{Cu}^+$	0.2ppm.
ZINC	$\text{Zn}^{++}$	0.14ppm.
BORO	B	0.26ppm.
MOLIBDENO	Mo	0.05ppm

## Descripción de los Tratamientos

Cuadro 3.2: Tratamiento 1.Nutrición balanceada para rosa

NOMBRE	FORMULA	1000 LITROS	200 LITROS
ACIDO NITRICO	HNO3	200 cc.	40 cc.
NITRATO DE CALCIO	Ca(NO3)2 4H2O	483 gr.	96.6 gr.
NITRATO DE POTASIO	KNO3	330 gr.	66 gr.
MAP TECNICO(11-42-00)	NH4H2PO4	115 gr.	23 gr.
SULFATO DE COBRE	CuSO4 5 . H2O	0.078 gr.	0.0156 gr.
SULFATO DE MANGANESO	Mn	1.56 gr.	0.31 gr.
BORAX	Na2B4O7 10H2O	2.36 gr.	0.47 gr.
QUELATO DE FIERRO	Fe-EDDHSA	40 gr.	8 gr.

Cuadro 3.3: Tratamiento 2.Nutrición organomineral

NOMBRE	FORMULA	1000 LITROS	200 LITROS
NITRONENO LIQUIDO	N	72.5 cc	14.5 cc
FOSFORO LIQUIDO	P	27.5 cc	5.5 cc
POTASIO LIQUIDO	K	48.5 cc	9.7 cc
CALCIO LIQUIDO	Ca	46 cc	9.2 cc
SULFATO DE Cu	CuSO4 5 . H2O	0.078 gr.	0.0156 gr.
SULFATO DE Mn	Mn	1.56 gr.	0.31 gr.
BORAX	Na2B4O7 10H2O	2.36 gr.	0.47 gr.
QUELATO DE Fe	Fe-EDDHSA	40 gr.	8 gr.

Cuadro 3.4: Tratamiento 3.Nutrición alta en Ca y baja en P

NOMBRE	FORMULA	1000 LITROS	200 LITROS
ACIDO NITRICO	NO3-	200 cc.	40 cc
NITRATO DE Ca	Ca(NO3)2 4H2O	483 gr.	96.6 gr
CALCIO LIQUIDO	Ca	46 cc	9.2 cc
NITRATO DE POTASIO	KNO3	330 gr.	66 gr
NITRATO DE AMONIO	NH+4 NO-3	40.8	8.16 gr
SULFATO DE Cu	CuSO4 5 . H2O	0.078 gr.	0.0156 gr.
SULFATO DE Mn	Mn	1.56 gr.	0.31 gr.
BORAX	Na2B4O7 10H2O	2.36 gr.	0.47 gr.
QUELATO DE Fe	Fe-EDDHSA	40 gr.	8 gr.

Cuadro 3.5: Tratamiento 4. Nutrición alta en P y bajo en Ca

NOMBRE	FORMULA	1000 LITROS	200 LITROS
ACIDO NITRICO	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	200 cc.	40 cc
NITRATO DE K	KNO <sub>3</sub>	330 gr.	66 gr
MAP TECNICO(11-42-00)	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	115 gr.	23 gr
FOSFORO LIQUIDO	KNO <sub>3</sub>	27.5 cc	5.5 cc
NITRATO DE AMONIO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1165 gr	233 gr
SULFATO DE Cu	CuSO <sub>4</sub> 5 . H <sub>2</sub> O	0.078 gr.	0.0156 gr.
SULFATO DE Mn	Mn	1.56 gr.	0.31 gr.
BORAX	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> 10H <sub>2</sub> O	2.36 gr.	0.47 gr.
QUELATO DE Fe	Fe-EDDHA	40 gr.	8 gr.

#### Herramientas y material de apoyo utilizado.

- ❖ 4 Tambos de plástico: capacidad de 200Lt.
- ❖ Una cubeta de plástico: capacidad 20Lt.
- ❖ Probeta de 1000ml y de 100ml.
- ❖ 4 bolsas de basura grandes de color negro.
- ❖ Bolsas de un kg.
- ❖ Ligas.
- ❖ Metro.
- ❖ Vernier marca SCIENCE WARE de 150mm.
- ❖ Exprimidor de ajos (uso domestico).
- ❖ Sensor de pH: marca Horiba B-213 pH meter.
- ❖ Tijeras para podar: marca Felco.

### **Diseño experimental.**

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, dándose un total de 12 unidades experimentales. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico The SAS System, además la prueba de comparación de medias D.M.S método de Tukey  $\alpha = 0.05$  de probabilidad.

### **Modelo estadístico.**

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

$$y_{ij} = \textit{respuesta}$$

$\mu = \textit{media general.}$

$\tau_i = \textit{efecto del tratamiento } i\text{-ésimo}$

$\xi_{ij} = \textit{error experimental}$

$\tau = 1, \dots, t$

$i = 2, \dots, r$

## **Manejo del experimento.**

### **Poda.**

El 21 y 22 de abril del 2008 se podaron todas las plantas hasta la altura de la primera hoja de 5 foliolos.

### **Fertilización.**

Se aplicó la fertilización dependiendo a los 4 tratamientos, haciendo aplicaciones toda la semana de lunes a viernes, una dosis de 20 Lt. de solución por cada bloque de tratamiento.

### **Riegos.**

El riego fue sábado y domingo aplicándose 20 Lt. de agua por cada bloque de tratamiento.

### **Criterio de corte.**

Las plantas se cosecharon en punto cuando se requería la evaluación:

1. Medición chícharo chico.
2. Medición punto color.
3. Medición pétalos ligeramente abiertos.
4. Medición pétalos abiertos totalmente.

### **Variables evaluadas y forma de evaluación.**

Las variables que se tuvieron al respecto fueron las siguientes:

#### **Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta.**

Se determino midiendo en el momento de la cosecha, se hizo un conteo de de las hojas que presentaban cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca pannosa.*).

#### **Incidencia de daño por cenicilla en %.**

Se determino con la observación dependiendo de la cantidad de cenicilla polvorienta que contenía la vara cosechada.

#### **Longitud de tallo (cm).**

Se determino midiendo en el momento de cosecha, la longitud en centímetros con un metro, se colocaba la vara desde la base del receptáculo de la flor hasta el punto de inserción del tallo.

#### **Diámetro de tallo (mm).**

Se tomo la medida a una altura promedio, a partir de la parte superior del tallo, aproximadamente como unos 10 cm de distancia a partir del capullo florar con la ayuda de un vernier marca SCIENCE WARE de 150 mm.

### **Diámetro de botón florar (cm).**

Para los datos de esta variable se midió la parte más ancha del botón tocando ligeramente el botón con la ayuda de un vernier marca SCIENCE WARE de 150 mm y se tomo la lectura en centímetros.

### **pH de savia vegetal.**

Se hizo de la forma más práctica se compro un exprimidor de ajos de uso domestico, se tomo la parte más succulenta del tallo los primeros 10 cm del tallo debajo de la base del botón florar, se corto en pedazos y se colocaron en el exprimidor de ajos, se comprimieron los trozos de tallos hasta obtener la savia del tallo, la savia se coloco en Sensor de pH: marca Horiba B-213 pH meter. Y se tomo la lectura.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Numero de hojas dañadas por cenicilla

Esta variable se relaciona directamente con la calidad requerida para flores de corte, en donde sus características de presentación principalmente deben ser verde brillosas, libre de enfermedades y tallos vigorosos ello hacen en el mercado que se pueda obtener un precio mayor, dentro de las hojas también se lleva a cabo ciertos procesos que ayudan a incrementar la calidad en las flores como es la síntesis de clorofila, y en general el proceso de fotosíntesis el cual influye directa o indirectamente sobre algunas características de la estructura.

Al analizar las diferentes etapas del cultivo contra tratamientos mediante el Análisis de Varianza y la prueba de medias (Tukey  $\alpha=0.05$  de probabilidad), no se encontraron diferencias significativas (Cuadro A.1, A.2, A.3 Y A.4) para esta variable, y muestra que los tratamientos son estadísticamente iguales entre ellos, aunque numéricamente diferentes (figura 4.1). El comportamiento cuando los Pétalos cuando se encontraban totalmente abiertos (4ª evaluación) presento el mayor Número de hojas dañadas por Cenicilla en comparación con las demás evaluaciones, indicando probablemente un efecto negativo. En este mismo bloque al manejar la formulación de nutrición con alta concentración en Ca y baja en P (T3), evaluando cuando los Pétalos se encontraban completamente abiertos se encuentro que el mayor Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta y fue superior que en el resto con un total de 10.333, sin embargo se observa que con la nutrición Organomineral (T2) se obtuvo

la menor cantidad de hojas dañadas (7.557), en comparación con la nutrición comercial (T1), esta condición puede ser favorable desde el punto de vista de la calidad de flor cuando el productor desea sobre todo que en la última fase de la producción las flores se mantengan libres de plagas y enfermedades porque es el momento de realizar su comercialización y por lo tanto si ofrece un producto dañado probablemente sea afectado en su costo final.

Por lo anterior se considera que aplicando este producto en esta etapa en particular, resulte como un beneficio adicional para obtener características deseadas en este caso de flores sanas y con calidad, en esta misma figura (4.1) se observa en el resto de los bloques que cuando se aplica la misma nutrición en estadios más tempranos de la flor la incidencia de ataque es menor, esta condición también favorece debido a que si la enfermedad incrementara la formación de hifas afecta a la planta en este caso el ataque es más drástico probablemente en los botones florales lo cual hace que pudieran verse afectados en su desarrollo ya que estos estadios chícharo chico (1ª evaluación), punto de color (2ª evaluación) y pétalos ligeramente abiertos (3ª evaluación) es cuando la flor en particular define sus características finales para venta, por lo tanto se corre el riesgo de que sufra daño modificando al final de su desarrollo del tallo la calidad final de la flor (tamaño, forma, color, etc.), además de lo anterior en la evaluación de las etapas punto color y pétalos ligeramente abiertos el producto con nutrición a base de productos organominerales alcanza la mayor cantidad de hojas dañadas, siendo esto una desventaja con el resto de los productos aplicados, el menor número de hojas dañadas se obtuvo aplicando la nutrición comercial, sin embargo en la fase del estadio de chícharo chico cuando se aplicó los productos organominerales el número de hojas dañadas fue menor con 4.553; por lo anterior se considera, en base a

la tendencia resultante del número total de hojas dañadas en los diferentes estadios desde el punto de vista de manejo, es conveniente y mejor realizar aplicaciones de productos organominerales cuando los botones se encuentren en chícharo chico, punto de color y pétalos ligeramente abiertos y por el contrario no sería favorable su aplicación cuando la flor se encuentran en el estadio con los pétalos completamente abiertos ya que por lo regular el productor no llega a este estadio de brotes florales entonces esta aplicación desde el punto de vista de manejo no sería viable.

### Numero de hojas dañadas por cenicilla

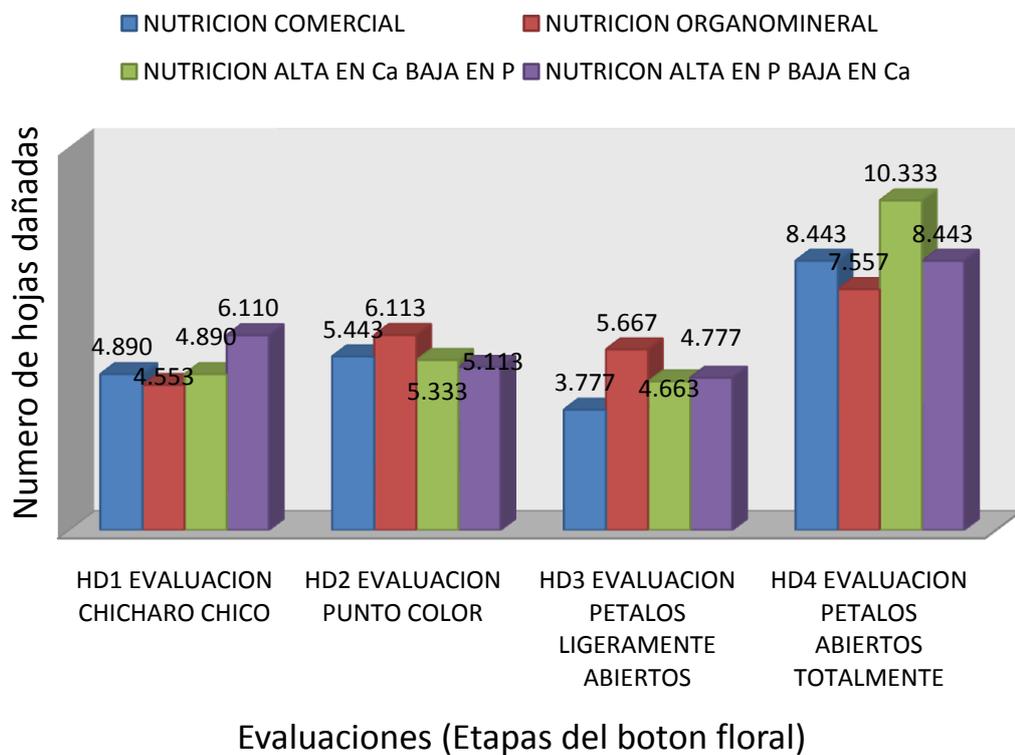


Figura 4.1. Comparación de medias para la variable numero de hojas dañadas por cenicilla (*Sphaerotheca pannosa*) en las diferentes evaluaciones. UAAAN, 2009.

En base lo anterior es probable que la incidencia de la cenicila polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*) durante estos estadios tempranos de formación de los tallos florales y además considerando que el desarrollo del tallo cambia constantemente

durante su formación para el proceso de división celular en estadios tempranos o tiernos y la enfermedad posiblemente no afianzo eficazmente sus conidios sobre el tejido de la planta ya que normalmente en su fase anamorfica forma conidias hiliadas y elipsoides en cadena durante periodos de tiempo cortos (48 a 72 hrs), característica que normalmente se presenta en estadios jóvenes y sobre el envés de las hojas jóvenes como lo menciona Sinoba (2004), esta condición y proceso fue presentando de manera similar durante las evaluaciones (1ª, 2ª y 3ª) donde la sintomatología fue similar es decir probablemente que la formación del micelio secundario pueda persistir debido a que es representado con manchas afieltratadas y origina el denominado micelio panoso de color blanco que al principio es blanco y conforme avanza el tiempo de maduración el tejido se hace más abundante en las hojas, cubriendo en ocasiones en su totalidad llegando a una coloración grisácea o parduzca como lo menciona Sinoba (2004), todo ello se manifiesta en las primeras fases de desarrollo de los tallos florales y por consecuencia se redujo el número de hojas dañadas en los primeros estadios (evaluación chícharo chico, evaluación punto color y evaluación pétalos ligeramente abiertos), en cambio no fue así cuando los pétalos estuvieron completamente abiertos pues en esta etapa de desarrollo presento la mayor cantidad de hojas dañadas por la enfermedad confirmando con ello que los hongos como el oídio invernan en hojas jóvenes o quizá se encuentran protegidos por escamas de las yemas y cuando estas brotan se inicia el desarrollo del hongo apareciendo atacados por el micelio. (Sinoba, 2004).

En relación a lo anterior y en lo que respecta con la nutrición (figura 4.2), cuando esta es aplicada con alta cantidad de Ca y baja en P resulto que el numero de hojas dañadas se incremento (6.305) y contrariamente aplicando altas cantidades de P

y bajas en Ca (cuadro 3.5) cuando los tallos tienen flores abiertas las hojas se reducen debido al daño por cenicilla, en comparación con la aplicación de productos organominerales y la nutrición comercial usada aun siguen siendo resultados inconvenientes ya que el numero de hojas dañadas fue mayor en comparación con el resultado en el numero de hojas dañadas cuando se aplicaron productos organominerales generando una menor cantidad de hojas dañadas por la enfermedad (cuadro 3.2 y 3.3) siendo favorable para controlar la incidencia de cenicilla (durante estas etapas de desarrollo del cultivo) influye para que exista una mejor absorción de nutrientes por la planta mejorando directamente su presentación y además debido a que se aplicaron directamente al suelo por lo que probablemente influyo para que exista menor perdida de nutrientes por lixiviación y tal vez haya mejorado la estructura del suelo promoviendo una mayor aireación y crecimiento radicular lo cual influye sobre el desarrollo de tallos florales.

## Numero de hojas dañadas por cenicilla

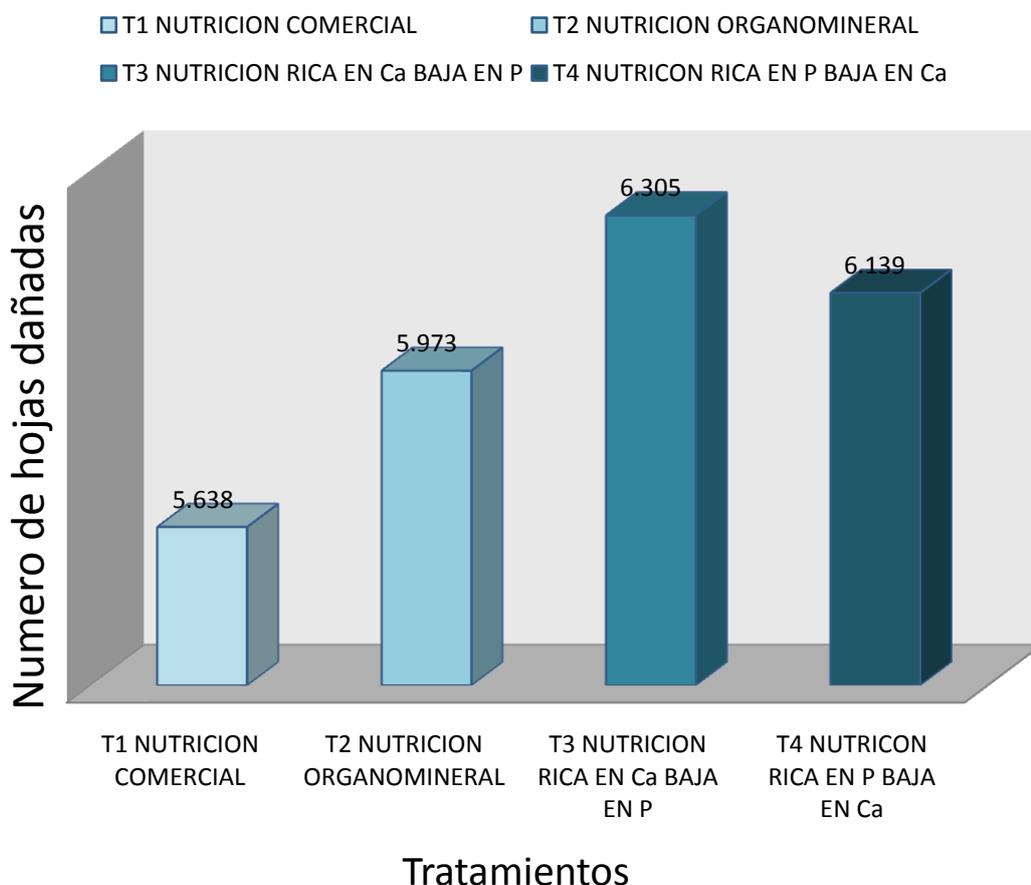


Figura 4.2. Respuesta de medias para la variable numero de hojas dañadas por cenicilla (*Sphaerotheca pannosa*) en los diferentes tratamientos, UAAAN, 2009.

### **Incidencia de daño por cenicilla en %.**

Existen preocupaciones en los productores de ornamentales por producir y comercializar flores de mejor calidad en longitud de tallo, botón floral, y sobre todo libre de enfermedades, hojas limpias, entre otras; estas han ido en aumento en los últimos años con la finalidad de cumplir una demanda en los diferentes mercados, esto influye de una manera impactante ya que el 80% de la producción de la flor de corte en México se destina para el mercado nacional y el 20% a los mercados de exportación en países como es Canadá y estados unidos.

Al analizar las diferentes etapas del cultivo contra tratamientos mediante el Análisis de Varianza y la prueba de medias (Tukey  $\alpha=0.05$  de probabilidad) con la transformación de los datos con la formula  $ASENO(RAÍZ(VLOR/100))$ , no se encontraron diferencias significativas (Cuadro A.1, A.2, A.3 Y A.4) para esta variable, y muestra que los tratamientos son estadísticamente iguales entre ellos, aunque numéricamente diferentes con valores porcentuales (figura 4.3), se muestra que cuando los pétalos se encontraban totalmente abiertos (4ª evaluación) la incidencia de cenicilla fue superior en comparación que en los demás tratamientos en sus evaluaciones, esta evaluación probablemente tenga una relación con la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla ya que presento un alto número de hojas dañadas por la enfermedad cuando los pétalos se hallaban completamente abiertos (cuadro 4.1, 4ª evaluación), por lo tanto se considera como un efecto negativo debido a que si se ve afectado la superficie foliar en su estructura es probable que se reduzca significativamente el proceso de fotosíntesis disminuyendo la producción de aminoácidos para la formación y desarrollo del tallo floral y además al aplicar una formulación con concentración alta en Fosforo y baja en Calcio en esta evaluación (4ª) se encontró una incidencia del 32.7% de cenicilla polvorienta siendo superior en el resto de los tratamientos. Sin embargo se observa que la aplicación de una nutrición comercial (tratamiento 1) se reduce la enfermedad a un 25.6%, en comparación con la nutrición con productos organominerales (tratamiento 2) incidiendo un 32.2% y con la nutrición alta en Ca y baja en Fosforo (tratamiento 3) la incidencia de cenicilla fue de 36.11 %. Se observa también que estando el tallo cuando en la etapa con los pétalos ligeramente abiertos (3ª evaluación) existió una reducción de la enfermedad en todos los tratamientos, esto desde el punto de vista de manejo sobre todo en esta fase del

botón floral resulta beneficioso aplicando cualquiera de las tratamientos y de tal forma pudiera mantener una menor incidencia de la enfermedad; en la 2ª evaluación (etapa punto color) con la aplicación de una formulación alta en Ca baja en P (tratamiento 3) presento la mayor incidencia de cenicilla del 20%; por lo mencionado anteriormente podría ser efecto de un desorden nutricional ya que posiblemente las biomoléculas que componen la estructura de la hoja como son la clorofila, ADN, ARN, proteínas y lípidos no puedan ser generadas normalmente por el mismo desorden nutricional existente en la parte afectada por la enfermedad y específicamente por acción que ejercen las conidias que se generan esta parte del tallo, por lo cual quizá altero de una forma positiva la incidencia y desarrollo del patógeno (Winsor, G y Adams, 1987)

### Incidencia de daño por cenicilla en %

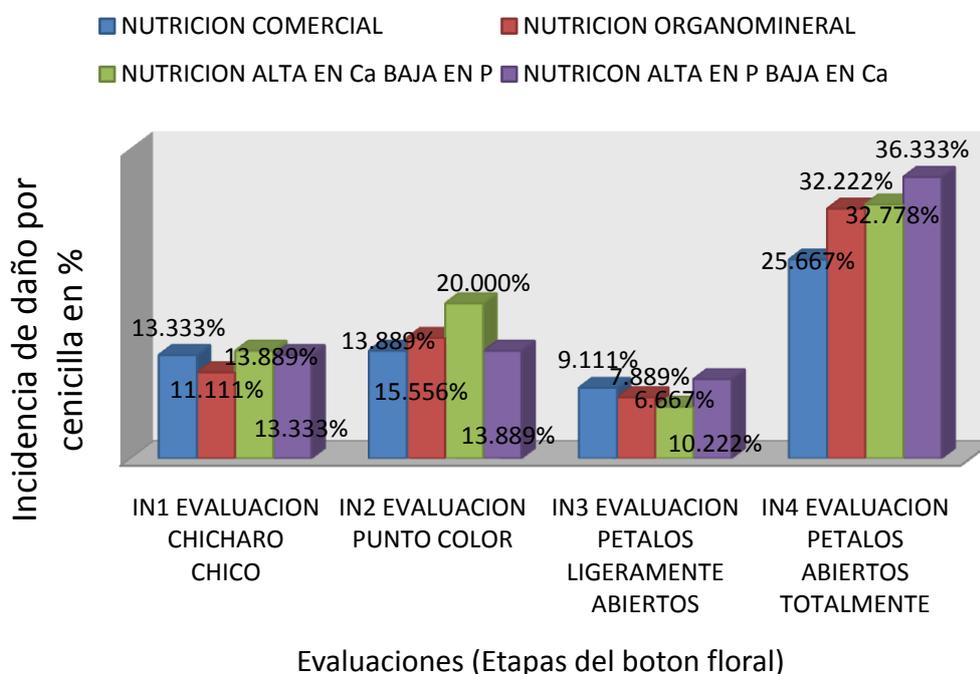


Figura 4.3. Comparación de medias para la variable incidencia de cenicilla (*Sphaerotheca pannosa*) en % en las diferentes evaluaciones. UAAAN, 2009.

Por otra parte se observo el comportamiento en los tratamientos sobresale la nutrición alta en Ca y baja en fosforo (figura 4.4), donde las altas cantidades de Fosforo y las bajas cantidades de Calcio la incidencia de cenilla se desarrollo aumentando hasta un 18.444%, estos efectos son resultados quizás de la deficiencia de Ca en la planta lo cual podrían no pudo tener resistencia a la enfermedades lo cual como lo menciona Agrios (2004) los efectos que se generan el Ca sobre las plantas, es una resistencia y parece deberse a su efecto sobre la composición en las paredes celulares y a la resistencia que antepone a la penetración de los patógenos en la planta hospedante como se muestra en la figura 4.3, a demás de ello posiblemente el Ca pudo haber reducido la severidad de la enfermedad sobre el cultivo sin embargo se considera que en bajas concentraciones puede ser a una posible una infección que se de en el tallo ya que la enfermedad prefiere los tejidos tiernos. Por otra parte el Ca parece ser mas móvil en las rosas que en otras plantas (Jonhson, 1983), ello se refleja en la figura 4.3 en donde al evaluar durante la etapa cuando los pétalos se encontraban ligeramente abiertos aplicando Ca en alta cantidad y baja en P alcanzo el 6.66% en donde en la comparación de los tratamientos solamente alcanzo un porcentaje relativamente bajo 17.028 % (figura 4.4), sin embargo estas condiciones quizá se manifestaron en este tratamiento de esta forma ya que la incidencia de cenicilla es comparativamente alta probablemente por una deficiencia de Ca, con la aplicación de la nutrición comercial (tratamiento1) y la nutrición con productos organominerales (tratamiento 2)cuadro (3.2 y 3.3) ambos resultaron con la menor incidencia de cenicilla polvorienta (15.500% y un 16.69% respectivamente), al presentar esta condición quizá las plantas que recibieron una nutrición equilibrada, en la que los elementos requeridos se abastecieron, y probablemente estas se protegieron de nuevas infecciones (Agrios,

2004), considerando además que con esta nutrición balanceada se puede afectar el desarrollo de una enfermedad cuando la concentración de todos los nutrientes aumenta o disminuye mas allá de ciertos límites.

### Incidencia de daño por cenicilla en %

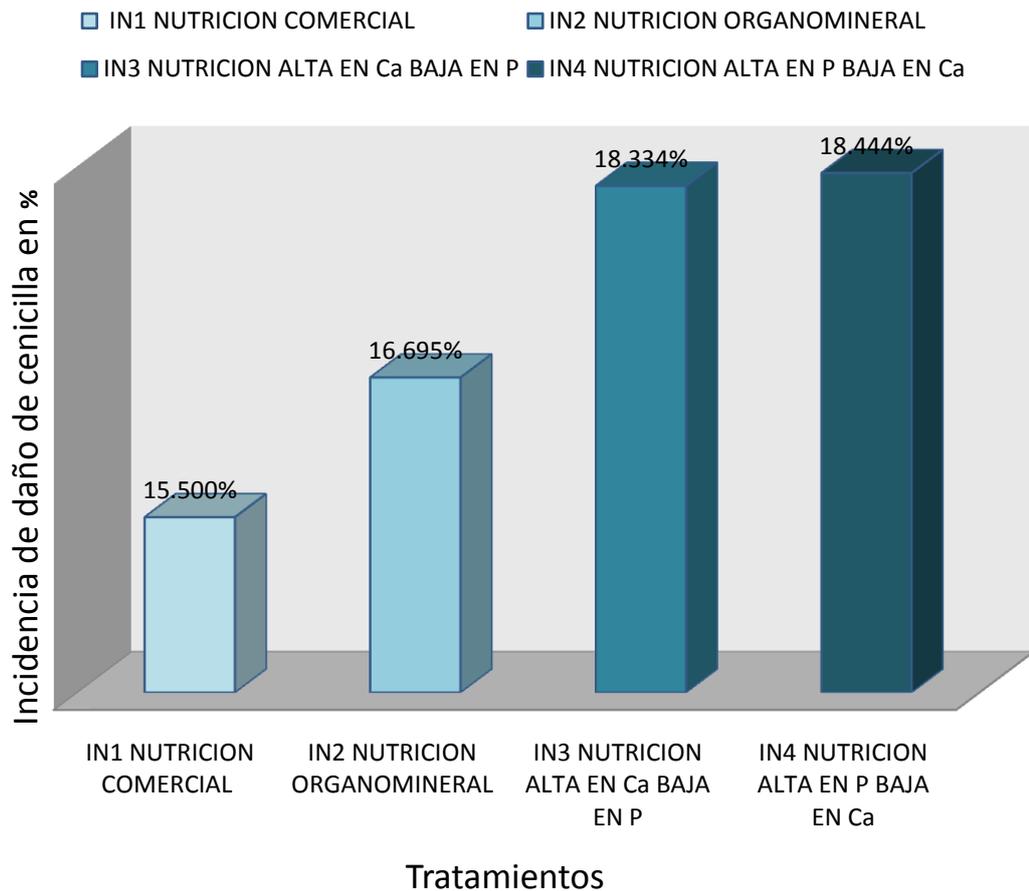


Figura 4.4. Respuesta de medias para la variable incidencia de cenicilla (*Sphaerotheca pannosa*) en % en los diferentes tratamientos. UAAAN, 2009.

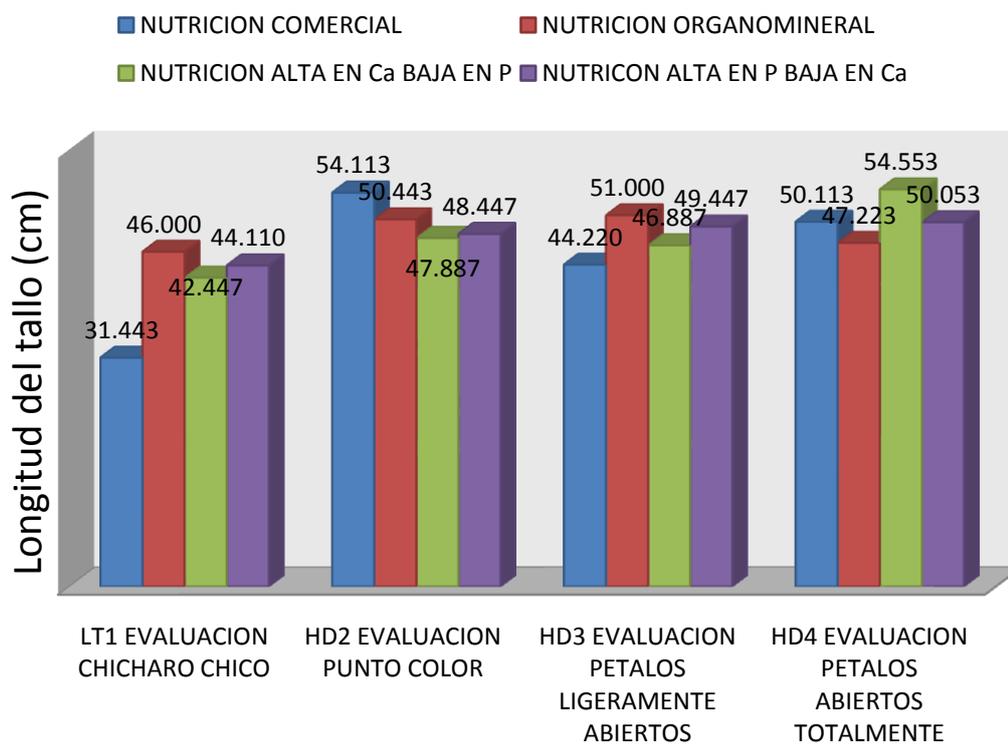
### Longitud de tallo (cm)

La relación que tiene esta característica con la imagen requerida al final de la producción ya que del tallo floral entre más largo y vigoroso será mejor su manejo al colocarlo dentro de un florero y por supuesto en el transporte, este al poseer estas

características puede alcanzar un precio mayor al momento de su comercialización, para obtener estas cualidades en una flor de rosa intervienen factores como la nutrición y la realización de la práctica de poda que ayudan a incrementar su tamaño.

En el análisis de varianza se observaron diferencias no significativas en las etapas de la flor (1ª, 2ª, 3ª y 4ª evaluación) en sus diferentes tratamientos (cuadro A.9, A.10, A.11, A.12), el comportamiento cuando los pétalos se encontraban abiertos totalmente (4ª evaluación) presento tallos más largos, en esta misma 4ª evaluación y manejando nutrición alta en Ca y baja en P (T3) se generaron tallos más largos alcanzando una longitud 54.553 cm, siendo similar en la nutrición comercial (T1), se observa además que la aplicación con productos organominerales se obtienen tallos cortos (47.223cm) mientras que aplicando cantidades altas en Fosforo y baja en Calcio (T4), resulta desfavorable para la calidad de una rosa (figura 4.5), comercialmente pues generalmente a menor tamaño menor costo por tallo, por lo tanto la nutrición, junto con otros factores infieren en diferentes características agronómicas como la longitud de tallo y/o el nivel de despunte (Montañez, 1993), y además es probable incrementar la longitud de los tallo en esta fase, ya que las reservas son acumuladas expresándose en crecimiento, considerando que en este experimento se realizo la práctica de poda dejando una hoja de cinco foliolos, por lo tanto tal vez la incidencia de cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*) afecte el crecimiento del tallo floral.

## Longitud de tallo (cm)



### Evaluaciones (Etapas del botón floral)

Figura. 4.5. Comparación de medias para la variable longitud de tallo (cm) en las diferentes evaluaciones. UAAAN, 2009.

Por otra parte se observó el comportamiento en los tratamientos (figura 4.6) indicando que la aplicación con productos organominerales (T2) alcanzó una longitud de 48.667 cm, mientras que la nutrición alta en P baja en Ca se obtuvo una longitud de 48.014 (cuadro 3.5), en el tercer tratamiento nutrición alta en Ca baja en P (cuadro 3.4) en la planta fue de 47.943 y mientras que en el primer tratamiento comercial (cuadro 3.2) fue de longitud 44.973 cm y en comparación con los demás tratamientos fue el presente tallos cortos. Ya que en la variedad Royalty la longitud del tallo debe ser de 50 a 70 cm (Arbolea, 2001). Por lo tanto la aplicación de los productos organominerales, una formulación alta en Ca baja en P (T3) y una formulación alta en P

baja en fosforo (T4) tiene efecto en la en elongación del tallo por que ayuda a generar biomasa en las plantas; es probablemente atribuir un alargamiento del tallo, de acuerdo con esta investigación de los tratamientos pues los productos organominerales y una nutrición alta en fosforo baja en calcio son los que presentan tallos largos. Gary, (2002) menciona que descubrió que si cuatro minerales se mantienen a niveles altos en las hojas de todos los cultivos, se pueden obtener rendimientos y calidades máximas. Esto lo realizo con base a pruebas hechas durante siete días. Los cuatro elementos utilizados fueron calcio, fósforo, boro y magnesio.

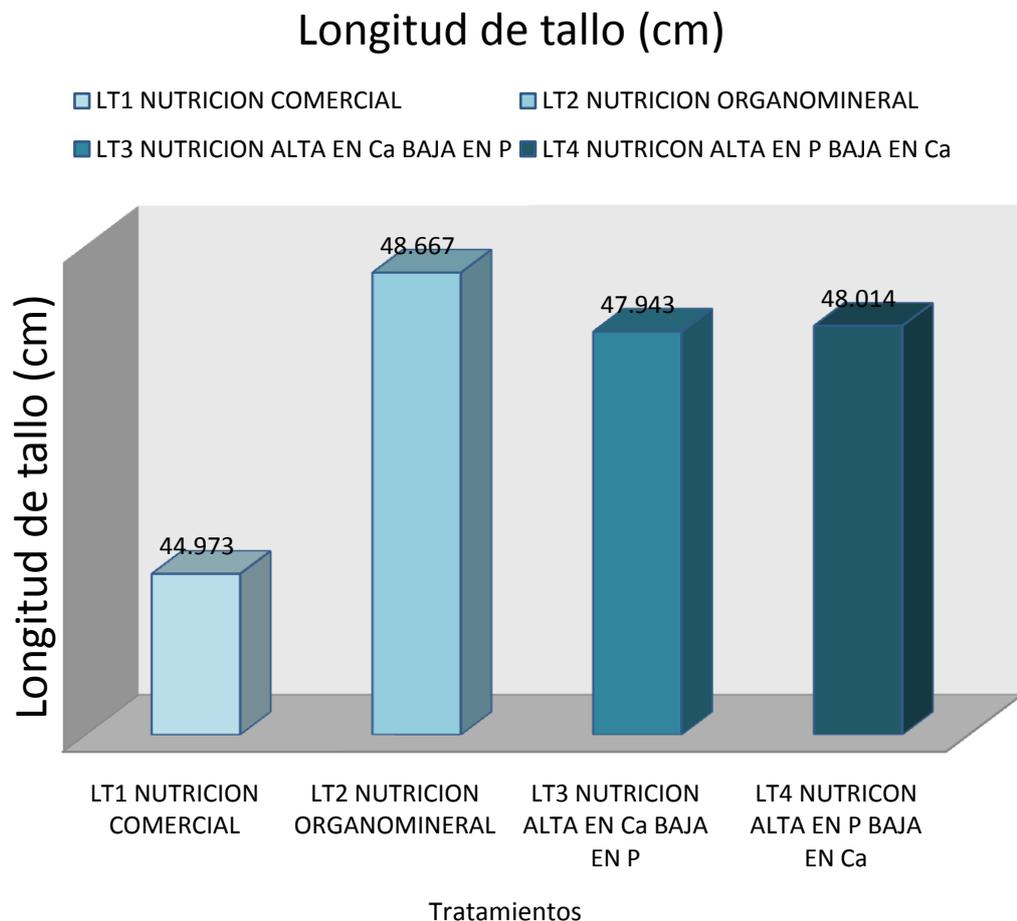


Figura 4.6. Respuesta de medias para la variable longitud de tallo (cm) en los diferentes tratamientos. UAAAN, 2009.

## **Diámetro de tallo (mm)**

El diámetro del tallo en las rosas es un indicador muy importante y guarda una relación con su longitud, entre más largos son de mayor grosor; un tallo grueso integra en su estructura una aceptable cantidad de reservas y producirá brotes y tallos gruesos, mientras que un tallo de longitud menor contara con menor cantidad de reservas, que hará que se produzca en consecuencia tallos delgados.

En los resultados de esta investigación, no hubo diferencias significativas entre evaluaciones en las etapas del botón floral del cultivo al manejar los tratamientos (Cuadro A.13,A.14,A.15 y A.16) al analizar la prueba de medias (Tukey a  $\alpha=0.05$  de probabilidad), se encontró y manifestó (figura 4.7) solo una respuesta numérica diferente que en la etapa cuando el tallo estuvo con los pétalos abiertos totalmente (4ª evaluación) fue superior al resto de las otras evaluaciones realizadas y sobresale la aplicación con nutrición alta en Ca baja en P (T3) con un diámetro de 0.537mm (cuadro 3.4) en comparación con el tratamiento 1 comercial con 0.500mm (cuadro 3.2), el tratamiento 2 (nutrición organomineral) y el tratamiento 4 (nutrición alta en fosforo baja en calcio) presentan similitud en medidas al tratamiento 3, y en la segunda evaluación en punto color igualmente que con la 4ª evaluación. Cuando se evaluó en chícharo chico (1ª evaluación) su diámetro fue menor posiblemente en esta etapa es cuando la flor en particular define sus características de longitud pudiendo manifestarse en la calidad final de la misma garantizando una buena producción, por otro lado las características físicas o químicas malas del suelo ocasionalmente no ayudan a que la planta tenga lo que requiere, de tal manera que sus reservas pueden disminuir u ocultar los problemas productivos debido a un tratamiento inadecuado de

las plantas, por ser uno de los parámetros de calidad, los tallos florales delgados menos de 6mm de grueso que se obtienen al producir flores es posiblemente que no sirvan para su comercialización, sin embargo probablemente sería viable ya que el productor parte de que no muestre incidencia de alguna enfermedad para su comercialización. Es posible que la incidencia de la cenicienta polvoriento (*Sphaerotheca pannosa*) en su proceso de infección cause los ataques al tallo e impidan su desarrollo; ya que esta caracteriza del crecimiento del hongo puede desarrollarse sobre los tallos y permanecer dentro de yemas durmientes como lo menciona Kalis, (1988) y Smith (1995).

### Diámetro de tallo (mm)

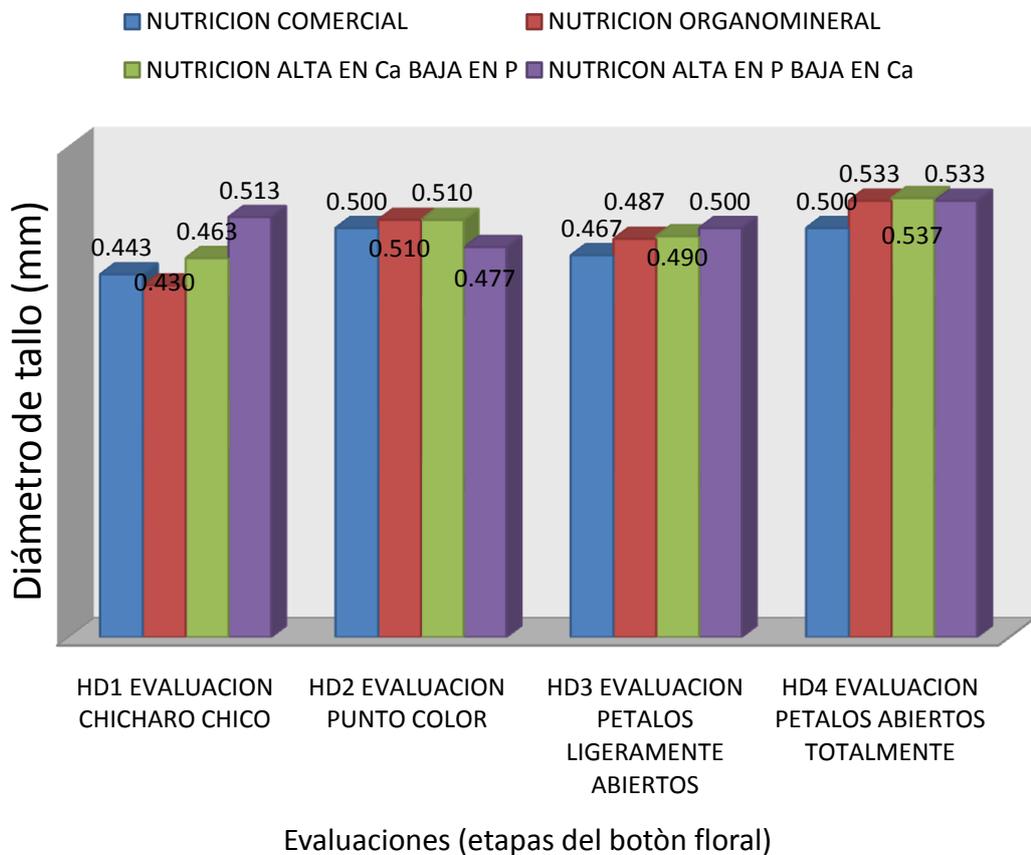


Figura 4.7. Comparación de medias para la variable diámetro de tallo (mm) en las diferentes evaluaciones. UAAAN, 2009.

Al observar la figura 4.8, el comportamiento los diferentes Tratamientos (T1, T2, T3 y T4) con respuesta al diámetro de tallo es manera creciente conforme pasa de un estadio a otro, sobresaliendo la nutrición alta en fosforo y baja en calcio (T4) con un diámetro de 0.506mm en comparación con el tratamiento 1 (nutrición comercial) con 0.478 mm, la aplicación de productos organominerales (T2) presento con 0.420mm y con la aplicación con una concentración alta en calcio y baja en fosforo midiendo 0.50mm de grosor. Cabe mencionar la relación de la longitud de tallo, la respuesta entre ellos siendo los tallos más largos son también los de mayor grosor integrando en su estructura una aceptable cantidad de reservas y produciéndolos más gruesos, mientras que un tallo de menor longitud probablemente contara con menor cantidad de reservas en consecuencia serán delgados, quizá la fertilización o el uso de diferentes tratamientos generan mayor cantidad de biomasa en las plantas influyendo directamente en el diámetro, lo cual resulta benéfico para el productor para alcanzar varas más grandes y por lo tanto más gruesas (Figura 4.8), además de lo anterior se observo que la enfermedad cenicilla polvorienta probablemente influyo de forma directa sobre el desarrollo obteniendo tallo menores a 0.66mm quizá debido a una deficiencia nutricional de la vara floral o de toda la planta lo que demuestra que el cultivo de rosa no responde de manera significativa al control de la enfermedad con el manejo de diferentes formulaciones.

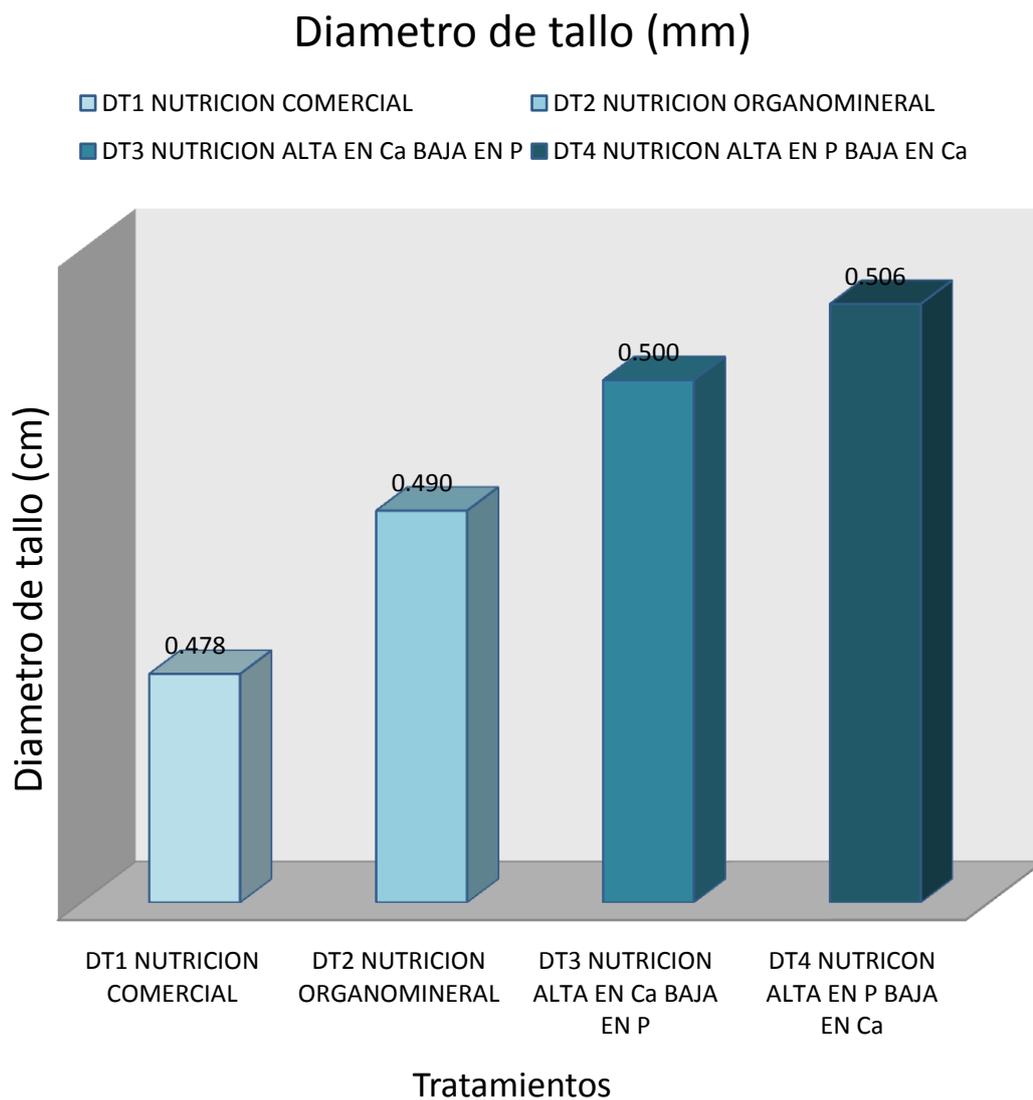


Figura 4.8. Respuesta de medias para la variable diámetro de tallo (mm) en los diferentes tratamientos. UAAAN, 2009.

#### Diámetro de botón floral (cm)

Esta variable es tomada en cuenta por ser uno de los parámetros de calidad más importantes, ya que las especies ornamentales son consumidas por su belleza, aroma de sus flores y color de sus pétalos se considera de vital que estas sean grandes

en cuanto su ancho de botón, por hacerla más atractiva en conjunto con otros como longitud de botón que determinan el tamaño de la flor; lo cual tiene ventajas una de ellas es la mejor aceptación por el consumidor y por lo tanto una mayor demanda; para lograr que esta característica mejore intervienen practicas como la fertilización adecuada, la práctica de podas, evitar enfermedades que retrasen su crecimiento y desarrollo y por lo consiguiente la luz requerida.

Al realizar un ANVA tomando en cuenta el factor de nutrición (T1, T2, T3 y T4) en las diferentes fases del cultivo (1ª, 2ª, 3ª y 4ª evaluación) los resultados que se obtuvieron fueron no significativos (Cuadro A.17, A.18, A.19 Y A.20) y su prueba de medias (Tukey a  $\alpha=0.05$  de probabilidad) se observa que estadísticamente son iguales pero numéricamente diferentes, en la figura 4.9 se observa mejor el comportamiento de los resultados en donde la fase de pétalos totalmente abiertos (4ª evaluación) fue superior en comparación con la demás evaluaciones donde la nutrición organomineral (T2) alcanzo un diámetro botón floral de 3.813cm (Cuadro 3.3) siguiéndole el tratamiento 4 (nutrición alta en P baja en Ca) que fue de 3.667cm (Cuadro 3.5) sin embargo se observa en el mismo bloque haciendo una aplicación con nutrición comercial (T1) alcanzo un ancho de botón floral de 3.423 cm y aplicando altas concentraciones en calcio y baja en fosforo (T3) se tuvo un diámetro 3.160 cm, esta condición desde el punto de vista del manejo del producto es desfavorable y sobre todo nunca maneja una flor de rosa con pétalos totalmente abiertos para su comercialización ya que el consumidor busca una flor con un tallo largo (50cm a 70 cm), grueso y recto, follaje grande y limpio, cero daño de plagas y enfermedades; con botón grande y perfecto de 4 a 5cm de ancho, estando en estadios de punto color y

pétalos ligeramente abiertos, existen tolerancias a la calidad para cada mercado donde se aceptan ligeras variantes a las normas, pero no sobrepasando un 5-10% (Arboleda, 2001). Montañez (1993) menciona diferencia en diámetros de botón floral de 4.96 cm y 5.03 cm y con un menor a 2.77cm en la *variedad Royalty* mientras que Uribe reporta diámetros de 3.5 a 3.8cm en la *var. Royalty*.

Sin embargo observando la figura 4.9 y analizando el resto de la demás etapas del botón floral (1ª, 2ª y 3ª evaluación); en la evaluación chícharo chico probablemente marca la segunda mitad del ciclo de desarrollo del botón floral, el cual sigue creciendo, los tallos aun son más suculentos y de un fácil daño por plagas y enfermedades como es la cenicilla polvorienta; en la segunda etapa del botón cuando se encuentra en punto color se caracteriza por la plena aparición de color en los pétalos continuando su crecimiento y desarrollo, por otro lado la vara es más recia y difícilmente atacado por cenicilla polvorienta y su crecimiento va disminuyendo, en tanto los pétalos se encuentran ligeramente abiertos (3ª evaluación) los pétalos externos del botón floral se ha tornado de una coloración roja más clara, y los internos sobresalen formando un pequeño orificio, los sépalos están orientados hacia abajo siendo este el punto de cosecha, el botón floral sigue aumentando de tamaño y probablemente la vara floral se reduce su elongación pero aun es notorio y presentando su apariencia final; solo el botón sigue aumentando de tamaño como resultado de la abertura para su acumulación de reservas según Montañez (1993). En relación a la fenología del botón floral y los datos obtenidos en la 2ª evaluación punto color muestra botones florales menores a los 2.77 cm, dando probablemente un efecto negativo para su comercialización, no obstante en el estadio punto de cosecha

(3ª evaluación) no se obtienen medidas mayores a 4 cm, por lo tanto es probable que fue afectado por la incidencia de cenicilla polvorienta retrasando su crecimiento y desarrollo.

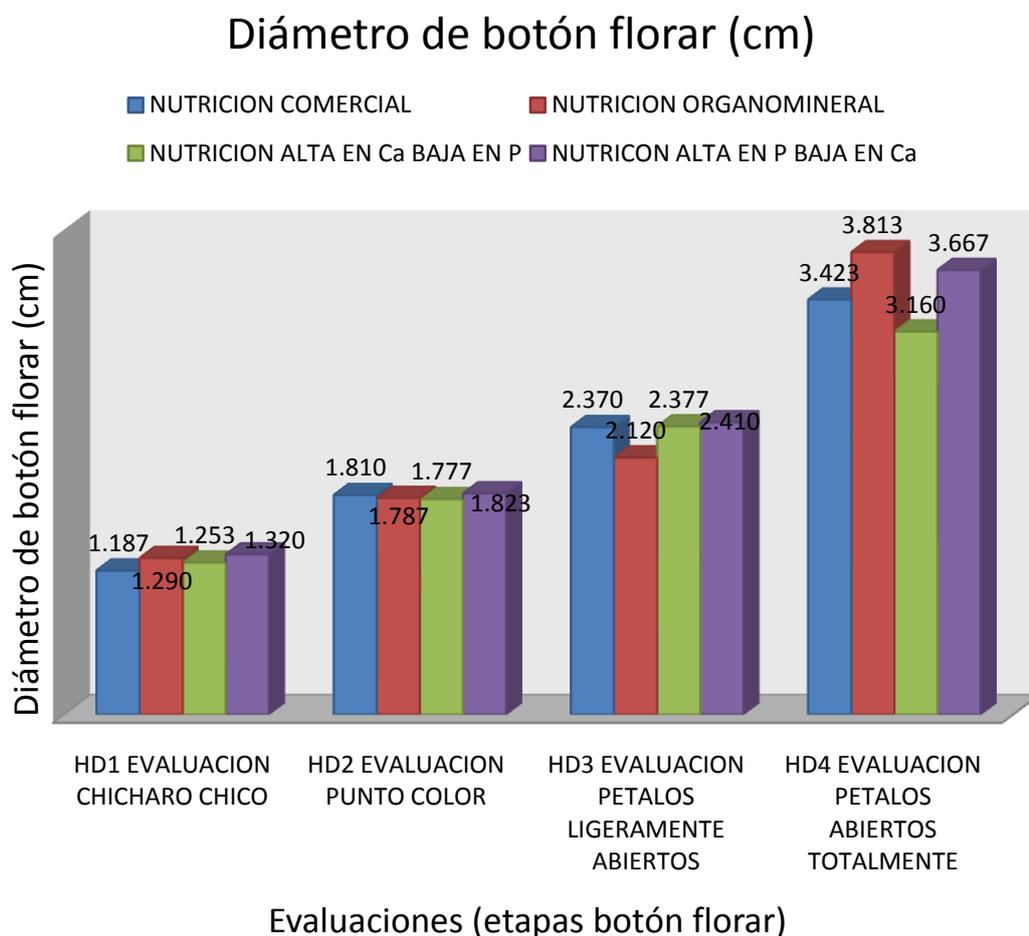


Figura. 4.9 Comparación de medias para la variable diámetro de botón florar (cm) en las diferentes evaluaciones. UAAAN, 2009.

Al analizar el efecto de los tratamientos en el diámetro de botón floral (Figura 4.10) se observó que no ofrecen para obtener una flor de calidad en la *var. Royalty* que debe tener un diámetro de 4 a 5cm (Visaflor, 2005; Arboleda, 2002), por lo cual desde el punto de vista del productor no es viable en su producción.

## Diámetro de botón florar (cm)

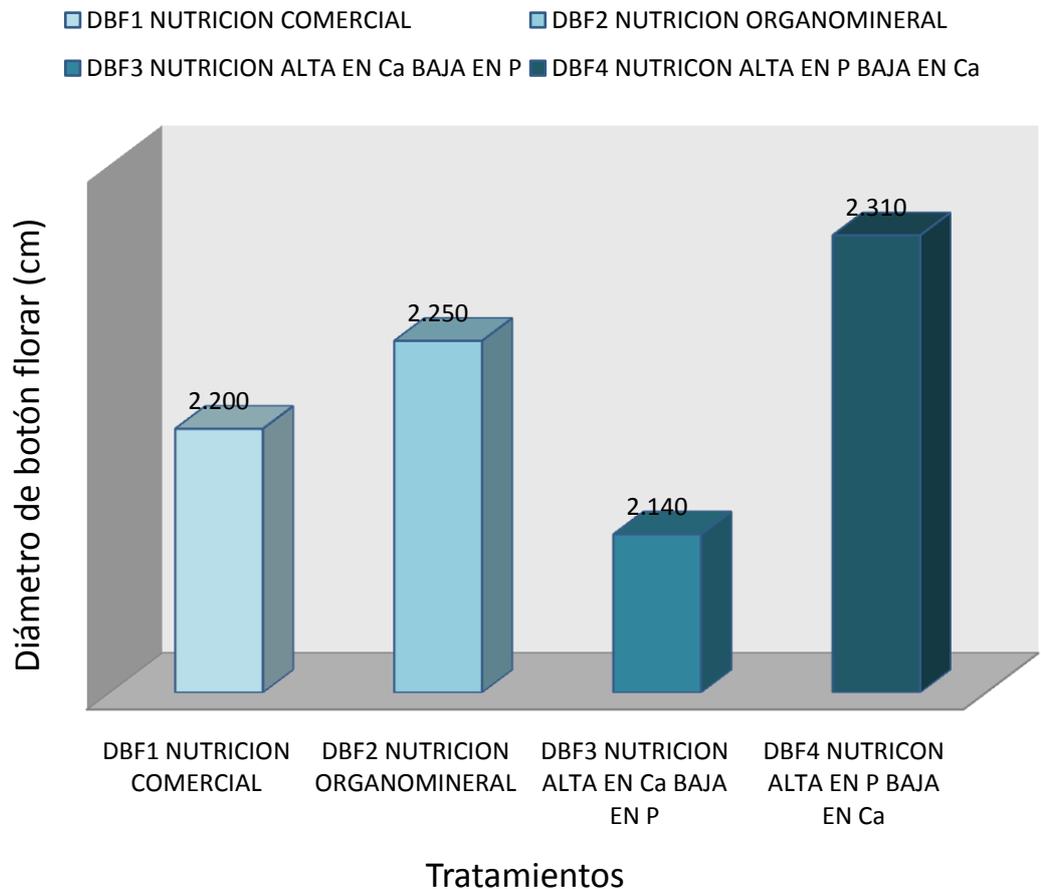


Figura. 4.10. Respuesta de medias para la variable diámetro de botón florar (cm) en los diferentes tratamientos. UAAAN, 2009.

Por lo anterior probablemente la aplicación de los diferentes tratamientos puede resultar no favorable para mejorar las condiciones de una flor para mejorar sus características e influir de forma benéfica para poder controlar quizá la enfermedad de cenicilla polvorienta

### **pH de savia vegetal**

El análisis de pH de savia nos ayuda a resolver problemas y también nos sirve como herramienta de monitoreo, puede ser utilizado en cualquier cultivo estando en

sus diferentes etapas de su ciclo. La sustancia que se encuentra en los tubos de xilema y floema de las plantas superiores se llama savia vegetal y es una compleja mezcla de muchas sustancias orgánicas e inorgánicas, cuya composición varía considerablemente de acuerdo a la variedad de una planta a otra, de una parte de la planta a otra y de una a otra estación y/o región.

Al realizar los análisis de varianza mostré diferencias no significativas en las diferentes evaluaciones (etapas del botón floral) con los diferentes tratamientos (Cuadro A.21, A.22, A.23, A.24) así mismo al comparar las medias (Tukey a  $\alpha=0.05$  de probabilidad) los resultados obtenidos son estadísticamente iguales aunque numéricamente diferentes (figura 4.11), se muestra que cuando los pétalos se encontraban abiertos completamente (4ª evaluación) y aplicando los diferentes tratamientos (T1, T2, T3 y T4) siendo superior al compararse con las restantes evaluaciones. Por lo cual una concentración de una nutrición comercial (Cuadro 3.2) aplicada en esta misma evaluación muestra un rango de 5.520 siguiéndole la aplicación de productos organominerales mostrando un pH de 5.487 (Cuadro 3.3), se observa además que la formulación alta en fósforo y baja en calcio tiene un pH de savia de 5.377 en comparación con la formulación alta en calcio y baja en fósforo que mostré un rango de 5.397; Taino (2006) menciona que la tendencia de tener un pH savia por debajo de un rango de 6.4, la planta está expuesta a enfermedades fúngicas, por lo cual si el pH de la savia cae a más de 6.4, la planta será más susceptible a enfermedades fúngicas que puedan ocasionar tal vez efectos negativos, Hung y Trappe, (1983) mencionan un buen crecimiento de algunos hongos en un rango de 3.2 hasta 6.5, y el óptimo oscila entre 4.5 y 5.5, todo ello se manifestó tanto en fases tempranas y en punto de cosecha de tal manera puede ser no acondicionada desde el

punto de vista de manejo para lograr plantas libre de enfermedades en este caso Cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*), lo cual pudo ser benéfico para el productor de rosa de corte y así reducir el uso de pesticidas y de tal forma sostener características de flores sanas y de buena calidad; también se observa en la figura 4.11 las demás evaluaciones (1ª, 2ª, y 3ª) que es cuando empieza a definir sus características de tamaño del botón y el pH de la savia vegetal esta en rangos menores de 6.4 y por lo consecuente sea un efecto negativo y tal condición se ve reforzado con lo obtenido en las variables Numero de Hojas dañadas por cenicilla y Incidencia de cenicilla en % (Cuadro 4.1 y 4.3). Según Taino (2006), la tendencia de tener un pH con rangos menores al 6.4 es probablemente debido a la falta de calcio, magnesio o potasio ya que las lecturas bajas de pH son relacionadas frecuentemente con reducciones de calcio, mientras que las lecturas altas muestran déficit de fosfato, Wild (1992) menciona que los hongos el predominio de uno u otro grupo depende de las condiciones locales, especialmente del pH del suelo y del contenido de humedad.

Al observar la prueba de medias de los tratamientos indican que la aplicación de productos organominerales mostro un rango de 5.250 siendo este superior con el resto de los tratamientos, se observa también un pequeño descenso de pH menor en la aplicación de la formulación alta en Ca baja en P (T3) con un pH de 5.203 pero se mantiene estable, (Figura 4.12); A pesar que la relación conjunta que muestra al utilizar los diferentes tratamientos no se llega a obtener un tratamiento que pueda modificar el pH de la savia vegetal para el control de cenicilla polvorienta en esta investigación.

## pH de savia vegetal

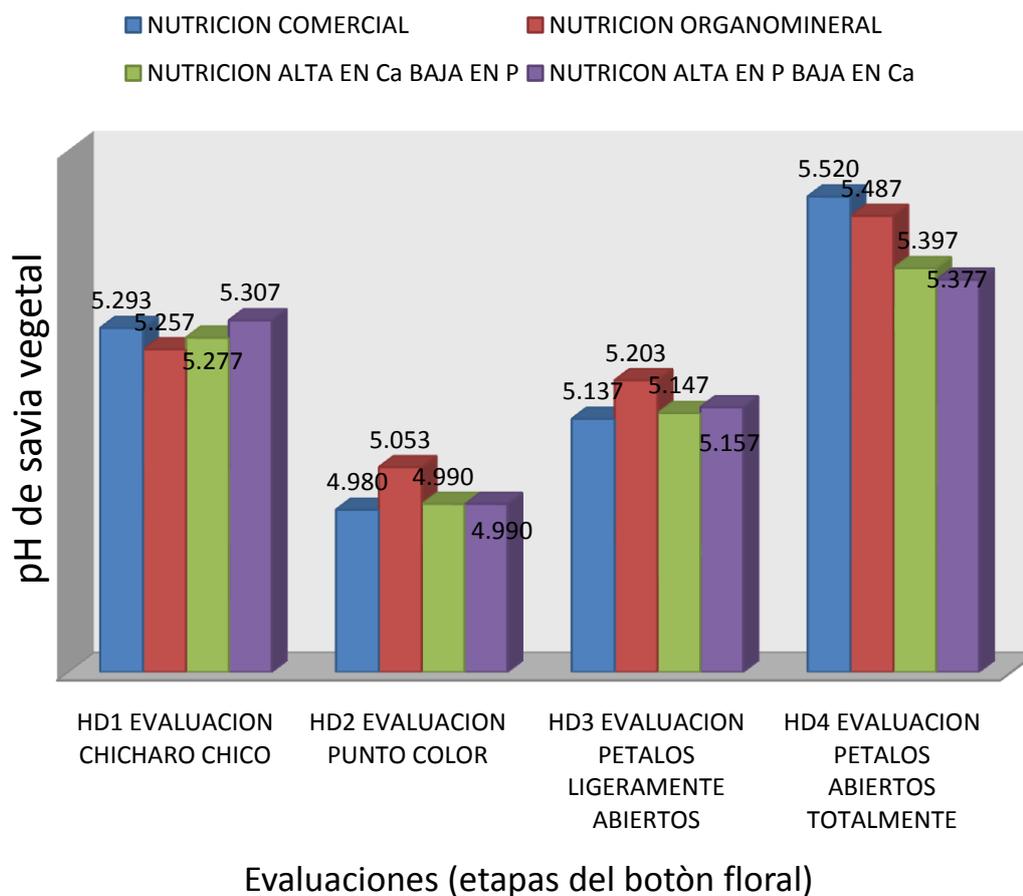


Figura. 11. Comparación de medias para la variable pH de savia vegetal en las diferentes evaluaciones. UAAAN, 2009.

## pH de savia vegetal

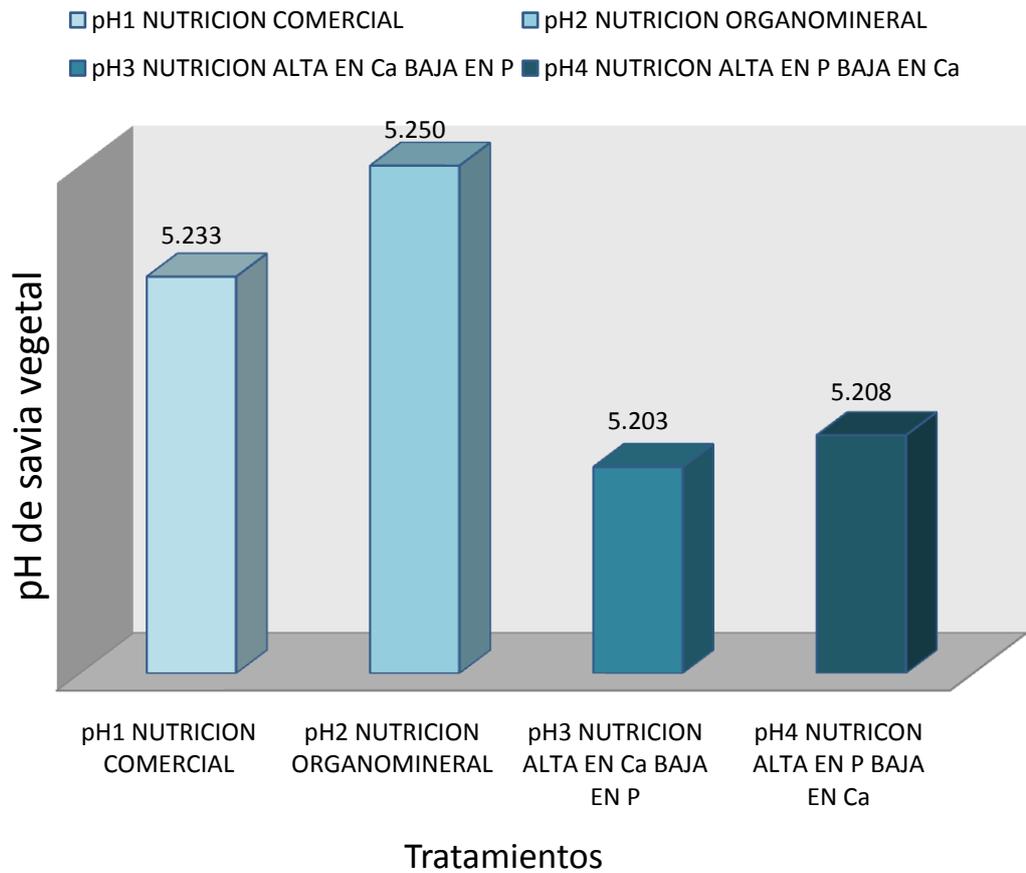


Figura 4.12. Respuesta de medias para la variable pH de savia vegetal en los diferentes tratamientos. UAAAN, 2009

## V.- CONCLUSIONES

Partiendo de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y considerando el manejo y las condiciones de desarrollo se concluye lo siguiente:

- Durante todo el ciclo del cultivo mediante el uso de los diferentes tratamientos no se redujo la incidencia de la enfermedad de cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca pannosa*).
- La influencia de cenicilla polvorienta no fue reducida al manejar pH de savia en un rango de 5 según el análisis de savia.

## VII.- LITERATURA CITADA

- Aceves, F. 1995. Monografía Sobre Poscosecha Del Rosal. UAAAN. 15 p. PRENSA.  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Agrios. G. N., 2004., Fitopatología., Editorial Limusa, S.A. de C.V, Mexico, DF, pag. 154-155.
- Arboleda, P. J. A. 2001. Postcosecha In.: Diplomado. Creación y Desarrollo de empresas florícolas. Guadalajara, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara
- Bañuelos, H, L Orduña R.L.R. 1992. Influencia del Biofertilizante (BALEB) sobre la calidad de flor de corte de rosal cv. Madame Delbard bajo condiciones de invernadero. Tesis UAAAN, Buena Vista, Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Bidwell, R.G.S. 1979., Fisiología Vegetal; AGT Editor. Mexico. D.F.
- Buckman, H.O. y N.C. Brady. 1982. Naturaleza y propiedades de los suelos. Uteha. México. P. 38 y 489.
- Cabezas, L.,A. Aguilar, y S. Jaime, 1986. Parámetros analíticos en la savia de pimientos cultivados en invernadero. XVIII. "jornadas de estudio sobre problemática actual del uso de los fertilizantes". Zaragoza, pp. 246-249.
- Cahahia, C. 1998. Fertirrigacion de cultivos hortícolas. Mundi prensa, Madrid España.
- Cepeda J. 1999. Química de suelos. México. Editorial Trillas. 167 p.
- Flor y Comercio, No.3. Año 1, junio 1994. México.

Floricultura Intensiva, No. 8, Año 1, Enero 1993. México.

Gauch, H.G. 1973, Inorganic Plant Nutrition. Downen, Hutchinson And Ross, Inc. USA.  
Cap 9, 10 y 11.

Guillermo Pereira Ca., Jaime Herrera Sa, Angela Machuca Ha, Manuel Sánchez O, 2000,  
Efecto del pH sobre el crecimiento *in vitro* de hongos ectomicorrícicos  
recolectados de plantaciones de *Pinus radiata*, Universidad de  
Concepción, Departamento Forestal, Chile.

HUNG, L. L. Y J. M. TRAPPE, 1983. Growth variation between and within species of  
ectomycorrhizal fungi in response to pH in vitro. Mycologia 75:234-241.

Jackson M L. 1970. Análisis químico de suelos. Barcelona, España. Omega. 662 p.

Kalis, R. 1988. Powdery Mildew on Greenhouse Roses. Minesota Floriste Bulletin. 37  
(3): 2-6.

KENNET, H.R. 1989. Compendium of Rose Diseases. American Phytopathological  
Society. USA. 50 p.

López, A.G.F. 1984. Manejo de Hongos Fitopatògenos. Universidad Autónoma  
Chapingo. Texcoco. México. 90.

Mendel, K, and Kirkby, E.A. 1979 Principales of Plant nutrition. 2th ed. Intenational  
Institute of Potash Berne, Switzerland. Cap. 7-9.

Mendoza-M.L.J.,F.D. Hernández-C y M. Cepeda-S 1994. Determinación de la resistencia  
de *B. Cinera* a Benomyl en Coahuila, Mex. Memorias XXXIV Reunión  
Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología, División del Caribe. El  
Zamorano, Honduras. p. 29.

- Montañez B. R. F, Bañuelos H. L., 1993. Fenología de Yema y Brote Floral  
Requerimientos de Unidades Calor a Influencia del Diámetro y Area  
Foliar Madre en rosa (*Rosa spp.*) Bajo Condiciones de Invernadero, Tesis,  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, saltillo,  
Coahuila, México.
- Prince, C.A.; Clarck, H.E. and Funkhouse, E.A. 1972. Functions of micronutrients in  
plants. In: Micronutrients in agriculture. Soil Sci. Soc: of America  
Madison-Wisconsi: 731-742. 1972.
- Rao, K.p. and Rains, D.W. 1976 Nitrate absorption by barley I: Kinetics and energetic:  
Plant Physiology 57: 55-58. 1976.
- Resh, H.M. 1986. Cultivos Hidroponicos. 2ª ed. Ediciones Mundi Prensa. España.
- Smith, J.M., Dunez, J.M., Lellilott, R.A., Philips, D.H. and S.A. Archer. 1995. Manual de  
Enfermedades de las Plantas. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. p.  
487-496, 309-313, 506-508, 544-545.
- Sweets, L.E. and F.L., Pfeger. 1978. Cane Diseases of Green Houses Roses. Minnesota  
State Florists Bullentin. (12):3-4.
- Uribe T de J, Ilizaliturri V. A., 1991. Fenología del tallo Floral de rosa (*Rosa spp.*) bajo  
condiciones de invernadero ciclo Primavera-Verano en Celaya  
Guanajuato, Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,  
Buenavista, saltillo, Coahuila, México.
- Visaflor. 2002. <http://www.visaflor.com.mx/visaflor/html/rosas.html>(consulta el 7 de  
octubre del 2005).

Wild A. 1992. La población microbiana del suelo. *In* Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. p. 471-494

Winsor, G y Adams, P. 1987. Diagnostico de desordenes en plantas, Vol.3, Glasshouse Crops. Her Majesty's Stationery Office, Londres.

ZAK, B., 1973. Classification of ectomycorrhizae. *In*: G. C. Marks y T. T. Kozlowski (eds.) Ectomycorrhizae. Their ecology and physiology. Academic, New York.

# APENDICE

**Cuadro A1. Análisis de varianza para la 1ª evaluación y la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta (*S. pannosa*).**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	4.22002500	1.40667500	0.78	0.5355
ERROR	8	14.35266667	1.79408333		
TOTAL	11	18.57269167			

C.V.=26.20774 %

**Cuadro A2. Análisis de varianza para la 2ª evaluación y la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta (*S. pannosa*).**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	1.67002500	0.55667500	0.21	0.8859
ERROR	8	21.08226667	2.63528333		
TOTAL	11	22.75229167			

C.V.= 29.51108%

**Cuadro A3. Análisis de varianza para la 3ª evaluación y la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta (*S. pannosa*).**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	5.37742500	1.792475	0.6	0.6304
ERROR	8	23.72746667	2.96593333		
TOTAL	11	29.10489167			

C.V.= 36.48060%

**Cuadro A4. Análisis de varianza para la 4ª evaluación y la variable Numero de hojas dañadas por cenicilla polvorienta (*S. pannosa*).**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	12.17815833	4.05938611	0.84	0.5095
ERROR	8	38.70006667	4.83750833		
TOTAL	11	50.87822500			

C.V.= 25.21563%

**Cuadro A5. Análisis de varianza para la 1ª evaluación y la variable Incidencia de daño por cenicilla %. con aseno(raíz(valor/100))**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00002303	0.00000768	0.11	0.9539
ERROR	8	0.00057673	0.00007209		
TOTAL	11	0.00059976			

C.V.= 24.24740%

**Cuadro A6. Análisis de varianza para la 2ª evaluación y la variable Incidencia de daño por cenicilla %. con aseno(raíz(valor/100))**

ANALISIS DE VARIANZA 2ª					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00013512	0.00004504	0.55	0.6610
ERROR	8	0.00065285	0.00008161		
TOTAL	11	0.00078797			

C.V.= 23.25250%

**Cuadro A7. Análisis de varianza para la 3ª evaluación y la variable Incidencia de daño por cenicilla %. con aseno(raíz(valor/100))**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00506266	0.00168755	0.15	0.9278
ERROR	8	0.09098199	0.01137275		
TOTAL	11	0.09604465			

C.V.= 37.59672%

**Cuadro A8. Análisis de varianza para la 4ª evaluación y la variable Incidencia de daño por cenicilla %. con aseno(raíz(valor/100))**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00017822	0.00005941	0.21	0.8858
ERROR	8	0.00224831	0.00028104		
TOTAL	11	0.00242653			

C.V.= 30.72242%

**Cuadro (A.9). Análisis de varianza para la 1ª evaluación y la variable Longitud de tallo (cm).**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	384.284467	128.094822	0.89	0.4856
ERROR	8	1148.186733	143.523342		
TOTAL	11	1532.471200			

C.V.= 29.21981%

**Cuadro (A.10). Análisis de varianza para la 2ª evaluación y la variable Longitud de tallo (cm).**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	71.3911583	23.7970528	1.01	0.4374
ERROR	8	188.5970667	23.5746333		
TOTAL	11	259.9882250			

C.V.= 9.667722%

**Cuadro (A.11). Análisis de varianza para la 4ª evaluación y la variable Longitud de tallo (cm).**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	79.7126333	26.5708778	0.42	0.745
ERROR	8	508.5489333	63.5686167		
TOTAL	11	588.2615667			

C.V.= 16.64913%

**Cuadro (A.12). Análisis de varianza para la 4ª evaluación y la variable Longitud de tallo (cm).**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	82.5428250	27.5142750	0.53	0.6714
ERROR	8	411.6970667	51.4621333		
TOTAL	11	494.2398917			

C.V.=14.20935%

**Cuadro (A13). Análisis de varianza para la 1ª evaluación y la variable Diámetro de tallo (mm)**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.01202500	0.00400833	2.47	0.1367
ERROR	8	0.01300000	0.00162500		
TOTAL	11	0.02502500			

C.V.= 8.715954%

**Cuadro (A14). Análisis de varianza para la 2ª evaluación y la variable Diámetro de tallo (mm)**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00222500	0.00074167	1.33	0.3314
ERROR	8	0.00446667	0.00055833		
TOTAL	11	0.00669167			

C.V.=4.733705%

**Cuadro (A15). Análisis de varianza para la 3ª evaluación y la variable Diámetro de tallo (mm)**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00175833	0.00058611	0.33	0.806
ERROR	8	0.01433333	0.00179167		
TOTAL	11	0.01609167			

C.V.= 8.712470%

**Cuadro (A16). Análisis de varianza para la 4ª evaluación y la variable Diámetro de tallo (mm)**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00269167	0.00089722	0.33	0.8046
ERROR	8	0.02180000	0.00272500		
TOTAL	11	0.02449167			

C.V.= 9.927391%

**Cuadro (A17). Análisis de varianza para la 1ª evaluación y la variable Diámetro de botón Floral (cm)**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.02969167	0.00989722	1.48	0.2919
ERROR	8	0.05353333	0.00669167		
TOTAL	11	0.08322500			

C.V.= 6.479414%

**Cuadro (A18). Análisis de varianza para la 2ª evaluación y la variable Diámetro de botón Floral (cm)**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00409167	0.00136389	0.16	0.9203
ERROR	8	0.06820000	0.00852500		
TOTAL	11	0.07229167			

C.V.= 5.131872%

**Cuadro (A19). Análisis de varianza para la 3ª evaluación y la variable Diámetro de boton Floral (cm)**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.16142500	0.05380833	1.68	0.2477
ERROR	8	0.25626667	0.03203333		
TOTAL	11	0.41769167			

C.V.= 7.717366%

**Cuadro (A20). Análisis de varianza para la 4ª evaluación y la variable Diámetro de boton Floral (cm)**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.73929167	0.24643056	0.28	0.8361
ERROR	8	6.95440000	0.86930000		
TOTAL	11	7.69369167			

C.V.=26.51896%

**Cuadro (A21). Análisis de varianza para la 1ª evaluación y la variable pH de savia vegetal**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00420000	0.00140000	0.16	0.9213
ERROR	8	0.07066667	0.00883333		
TOTAL	11	0.07486667			

C.V.= 1.778911%

**Cuadro (A22). Análisis de varianza para la 2ª evaluación y la variable pH de savia vegetal**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.01020000	0.00340000	1.01	0.4363
ERROR	8	0.02686667	0.00335833		
TOTAL	11	0.03706667			

C.V.= 1.158250%

**Cuadro (A23). Análisis de varianza para la 3ª evaluación y la variable pH de savia vegetal**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.00782500	0.00260833	0.04	0.9882
ERROR	8	0.51046667	0.06380833		
TOTAL	11	0.51829167			

C.V.= 4.894619%

**Cuadro (A24). Análisis de varianza para la 4ª evaluación y la variable pH de savia vegetal**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
TRATAMIENTOS	3	0.04310000	0.01436667	1.32	0.3343
ERROR	8	0.08720000	0.01090000		
TOTAL	11	0.13030000			

C.V.= 1.917412%