

**Efecto de la aplicación de Metalosato[®] de calcio
y magnesio en la producción de *Rosa* spp.
variedades Charlotte y Classy bajo
invernadero, en Pichincha,
Ecuador**

Verónica Natalí Santillán Núñez

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Noviembre, 2005

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

**Efecto de la aplicación de Metalosato[®] de calcio y
magnesio en la producción de *Rosa* spp. variedades
Charlotte y Classy bajo invernadero, en Pichincha,
Ecuador**

Proyecto especial presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Verónica Natalí Santillán Núñez

Honduras
Noviembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Verónica Natalí Santillán Núñez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005

**Efecto de la aplicación de Metalosato[®] de calcio y magnesio en la
producción bajo invernadero de *Rosa* spp. variedades Charlotte y
Classy, en Pichincha, Ecuador**

Presentado por:

Verónica Natalí Santillán Núñez

Aprobado:

Gloria Arévalo de Gauggel, M.Sc.
Asesor Principal

Abelino Pitty, Ph. D.
Encargado área de Fitotecnia/CCPA

Carlos Gauggel, Ph.D.
Asesor

Abelino Pitty, Ph. D.
Director Interino Carrera de
Ciencia y Producción

Odilo Duarte, Dr. Sci. Agr., M.B.A.
Asesor

George Pilz, Ph. D.
Decano Académico

Kenneth Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios ser celestial y mi amado Señor Jesucristo por ser tan fiel y darme todo lo que tengo y todo lo que soy.

A mis amados padres Pedro, Maritza y a mi hermanita Mileny por todo su amor, confianza y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mis abuelitas Rosita y Elenita.

A Carmen Núñez Rodas por su cariño y preocupación.

A mis padres y hermanita por ser mi fuente de inspiración y orgullo.

A José De La Cadena por su amor, apoyo, comprensión y todos los lindos momentos vividos.

A Laura Patiño por su amistad sincera y apoyo incondicional.

A Ing. Gloria Arévalo de Gauggel por su apoyo, paciencia y dedicación.

Al Dr. Carlos Gauggel por inculcarnos a ser buenos profesionales y por confiar en nosotros.

Al Dr. Odilo Duarte, Dr. Raúl Espinal y Dr. Isidro Matamoros por su apoyo.

A mis profesores que en estos cuatros años nos han formado disciplina y dedicación.

A mis amigos Verónica, Lorena, Maria Dolores, Moisés, Byron, Alejandro, Dario, Ricardo y colegas por estos cuatro años de lindas experiencias.

Al Ing. José Antonio De La Torre por su colaboración y ayuda durante la realización de la tesis.

A Inversiones Florícolas S. de R.L.(DOLE) y Cobia S. A. por financiar esta tesis.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Fondo de becas de la Escuela Agrícola Panamericana por el financiamiento parcial para mi educación Zamorana.

Al Fondo de Solidaridad Ecuatoriano.

A mis amados padres por hacer este sueño realidad.

RESUMEN

Santillán, Verónica, 2005. Efecto de la aplicación de Metalosato[®] de calcio y magnesio en la producción de *Rosa* spp. variedades Charlotte y Classy bajo invernadero, en Pichincha, Ecuador. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 26 p.

La *Rosa* spp. es un producto importante de exportación en Ecuador, ya que este país ocupa el tercer lugar como exportador a nivel mundial. Las deficiencias de calcio y magnesio en este cultivo están asociadas con condiciones ambientales que limitan considerablemente el proceso metabólico, la absorción de nutrientes y generan problemas sanitarios y de calidad. Las fuentes quelatadas como el Metalosato[®] representan una alternativa para corregir deficiencias por sus características estructurales que aumentan la translocación del elemento a través de la planta. Por esta razón, se desarrolló este estudio de comparación de fuentes de fertilización foliar cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto de la aplicación de Metalosato[®] de calcio y magnesio sobre parámetros de producción, calidad y sanidad de *Rosa* spp. var. Charlotte y Classy. El estudio se realizó en los invernaderos de la empresa Inversiones Florícolas S. de RL.; localizada en Checa, Provincia de Pichincha, Ecuador. Los tratamientos fueron: testigo compuesto por Calbit[®] C (oxalato de calcio), Metalosato[®] de calcio, Metalosato[®] de magnesio y Metalosato[®] de calcio + magnesio. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis repeticiones para cada tratamiento. Los tratamientos se aplicaron a 24 camas (unidades experimentales). Se utilizó un diseño de medidas repetidas en el tiempo para las variables índice plastocrónico y tamaño de botón. El análisis estadístico se hizo con Statistical Analysis System (SAS) utilizando un análisis de varianza y una separación de medias Duncan. El nivel de significancia utilizado fue de $P < 0.05$. El Metalosato[®] de calcio redujo el porcentaje de incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda 1.6 veces en la variedad Classy y 3 veces en la variedad Charlotte, comparado con el testigo (oxalato de calcio). El análisis estadístico del porcentaje de flores con *Botrytis* sp. en evaluación de vida en florero no reportó diferencias significativas entre tratamientos. En hojas los análisis de laboratorio mostraron diferencias estadísticas en el porcentaje de calcio. El testigo presentó mayor porcentaje de calcio en hojas, pero todos los tratamientos tuvieron niveles de deficiencia de este macroelemento. Esto sugiere que el calcio en el testigo se acumula en la hoja y no hay mayor translocación a los pétalos. El tratamiento de Metalosato[®] de calcio presentó el mayor índice plastocrónico que indica mayor área foliar. Para las condiciones de este ensayo no hubo diferencias estadísticas en el porcentaje de flores chatas en rosa var. Charlotte. El costo por tallo por ciclo de los productos para el tratamiento Metalosato[®] de calcio es 2.6 veces mayor que el testigo. Estos resultados se pueden deber a que el Metalosato[®] al ser un quelato de aminoácidos presenta características estructurales que aumentan la translocación del elemento a través de la planta y al absorber los minerales ésta no gasta energía en hacer la quelación natural. Adicionalmente, el aumento de los niveles de calcio citoplasmático contribuye a la inducción de las respuestas tempranas de defensa de la planta a patógenos.

Palabras clave: *Botrytis* sp., cámara húmeda, deficiencia, oxalato de calcio, quelato de aminoácidos.

CONTENIDO

| | | |
|--|--|------|
| Portadilla | | i |
| Autoría | | ii |
| Página de firmas..... | | iii |
| Dedicatoria..... | | iv |
| Agradecimientos | | v |
| Agradecimiento a patrocinadores | | vi |
| Resumen | | vii |
| Contenido | | viii |
| Índice de cuadros | | x |
| Índice de figuras | | xi |
| Índice de anexos | | xii |
| | | |
| 1 INTRODUCCIÓN..... | | 1 |
| 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | | 3 |
| 2.1 Calcio..... | | 4 |
| 2.2 Magnesio..... | | 4 |
| 2.3 Quelato de aminoácidos..... | | 4 |
| 2.4 Flor chata..... | | 5 |
| 2.5 <i>Botrytis</i> sp..... | | 5 |
| 3 MATERIALES Y MÉTODOS..... | | 6 |
| 3.1 Materiales y equipo..... | | 6 |
| 3.1.1 Material vegetal..... | | 6 |
| 3.1.2 Equipo de fertilización foliar..... | | 6 |
| 3.1.3 Fertilizantes foliares..... | | 6 |
| 3.1.4 Otros materiales..... | | 7 |
| 3.2 Localización..... | | 7 |
| 3.3 Metodología..... | | 7 |
| 3.3.1 Aplicación..... | | 7 |
| 3.3.2 Tratamientos..... | | 8 |
| 3.4 Variables medidas..... | | 9 |
| 3.4.1 Índice plastocrónico..... | | 9 |
| 3.4.2 Tamaño de botón..... | | 10 |
| 3.4.3 Flores chatas y longitud de tallo (grado) en rosas var. Charlotte.. | | 10 |
| 3.4.4 Afección de <i>Botrytis</i> sp. en monitoreo de cámara húmeda | | 10 |
| 3.4.5 Flores con <i>Botrytis</i> sp. en evaluación de vida en florero..... | | 11 |
| 3.4.6 Concentración de calcio y magnesio en hojas y pétalos..... | | 11 |
| 3.4.7 Análisis de costos..... | | 11 |

| | | |
|-----|--|----|
| 3.5 | Diseño experimental..... | 11 |
| 3.6 | Análisis estadístico..... | 12 |
| 4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 13 |
| 4.1 | Índice plastocrónico y tamaño de botón..... | 13 |
| 4.2 | Flores chatas en rosas var. Charlotte..... | 13 |
| 4.3 | Longitud de tallo (grado) en rosas var. Charlotte..... | 14 |
| 4.4 | Afección de <i>Botrytis</i> sp. en monitoreo de cámara húmeda..... | 15 |
| | 4.4.1 Incidencia..... | 15 |
| | 4.4.2 Severidad..... | 17 |
| 4.5 | Flores con <i>Botrytis</i> sp. en evaluación de vida en florero..... | 18 |
| 4.6 | Concentración de calcio y magnesio en hojas y pétalos..... | 19 |
| | 4.6.1 Rosa var. Classy..... | 19 |
| | 4.6.2 Rosa var. Charlotte..... | 20 |
| 4.7 | Análisis de costos..... | 20 |
| 5 | CONCLUSIONES..... | 22 |
| 6 | RECOMENDACIONES..... | 23 |
| 7 | BIBLIOGRAFIA..... | 24 |
| 8 | ANEXOS..... | 26 |

ÌNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Dosis semanal de productos aplicados por tratamiento en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 9 |
| Cuadro 2. Índice plastocrónico y tamaño de botón en rosa var. Classy en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 13 |
| Cuadro 3. Porcentaje de flores chatas en rosas var. Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 14 |
| Cuadro 4. Porcentaje de grado de clasificación según la longitud de tallo en rosas var. Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 15 |
| Cuadro 5. Incidencia de <i>Botrytis</i> sp. en cámara húmeda en rosas var. Classy y Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 16 |
| Cuadro 6. Porcentaje de severidad de <i>Botrytis</i> sp. en rosas var. Classy y Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 18 |
| Cuadro 7. Porcentaje de rosas var. Classy y Charlotte con <i>Botrytis</i> sp. en florero en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 18 |
| Cuadro 8. Concentración de calcio y magnesio en pétalos y hojas en rosas var. Classy, Checa, Ecuador, 2005..... | 19 |
| Cuadro 9. Concentración de calcio y magnesio en pétalos y hojas en rosas var. Charlotte, Checa, Ecuador, 2005..... | 20 |
| Cuadro 10. Análisis de costos de productos por tratamiento en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 21 |

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flor chata en rosa variedad Charlotte..... 5

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Coeficiente de correlación entre la temperatura y humedad relativa fuera de invernadero con el porcentaje de flores chatas registradas en poscosecha a diferentes semanas antes de cosecha en rosas var. Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005..... | 26 |
|--|----|

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador ocupa el tercer lugar como exportador de flores en el mundo, y la floricultura es el tercer producto en importancia de exportación del país. En el 2001 se reportaron aproximadamente 2.500 ha de invernaderos en producción, con un valor de exportación de más de 140 millones de dólares (CIDEIBER 1999). Se producen diferentes tipos de flores especialmente rosas, con más de 300 variedades entre rojas y de colores y en el 2001 se reportaron 1.988 hectáreas plantadas. La gypsophila es otra flor que en muy poco tiempo ha convertido al Ecuador en el principal productor con 381 hectáreas en cultivo (SICA 2001).

La empresa Inversiones Florícolas S. de RL., ubicada en Checa, provincia de Pichincha Ecuador, es una empresa productora de rosas, gypsophila y limonium. En el seguimiento al programa nutricional de rosas esta empresa vio la necesidad de mejorar la disponibilidad de calcio y magnesio para las plantas, por lo que decidió incluir dentro de su programa de investigación la evaluación del efecto de Metalosato[®] de calcio y magnesio en rosas, debido a las deficiencias encontradas en los análisis foliares y de suelo realizados en dichos cultivos.¹

Dentro del programa de fertilización de la empresa se incluían fuentes quelatadas de rápida absorción, pero en mayo de 2002 se cambiaron dichas fuentes a sulfatadas para reducir los costos. Adicionalmente, se disminuyó la dosis y frecuencia de aplicación de magnesio por fertirriego. Esta acción generó amarillamiento de follaje por lo que la aplicación de calcio por goteo se aumentó.¹

Como resultado de los cambios del programa de fertilización, en diciembre de 2002 se reportaron aumentos en el amarillamiento del cultivo, agravándose de enero a abril de 2003. En junio de 2003 la finca inició la aplicación de quelato y nitrato de magnesio con resultados positivos; pero en noviembre de 2003 se reportaron nuevos amarillamientos¹.

Según los análisis de suelos y foliares realizados al cultivo, se concluyó que el calcio se encontraba a niveles por encima de lo normal en el suelo pero a niveles bajos en las hojas; mientras que el magnesio tenía niveles bajos en el suelo y en la hoja.¹

La textura franco arenosa del suelo de origen volcánico (alófano) puede ocasionar deficiencias de agua, que estarían afectando la disponibilidad de estos nutrientes. La condición del riego por goteo instalado no es suficiente para suplir las necesidades de

¹ Arevalo, G. y Gauggel C. 2003. Informe de visita fertirriego empresa Inversiones Florícolas S. de RL. (en Microsoft Excel). Comunicación personal.

humedad, por lo que se realiza riego de refrescamiento una vez al día en un pase de manguera dirigido al suelo, además del fertirriego. La clorosis observada en el cultivo también pueden responder a diversos factores tales como: equipos de riego que no permiten fertirrigar todos los elementos diariamente, pH de agua de riego muy alto y pH de preparación de solución madre muy alto que puede desestabilizar los fertilizantes¹.

Las deficiencias de calcio, magnesio y boro están asociadas con alta humedad relativa, característica para esta zona en período de lluvia, debido a que la transpiración se ve reducida y a estrés en las plantas por cambios bruscos de temperatura en un lapso de ocho horas, limitando considerablemente su proceso metabólico y absorción de nutrientes¹.

Las fuentes quelatadas representan una alternativa para corregir deficiencias y, por sus características estructurales, aumentan la translocación del elemento a través de la planta (Lucena 2004).

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de Metalosato[®] de calcio y magnesio sobre la producción de *Rosa* spp. variedades Charlotte y Classy.

Como objetivos específicos se definió: determinar el efecto de la aplicación de Metalosato[®] de calcio y magnesio sobre los parámetros de calidad y sanidad de *Rosa* spp. variedades Charlotte y Classy; evaluar el efecto del Metalosato[®] de calcio y magnesio en la nutrición vegetal de las rosas a través de análisis foliares; determinar el área foliar (índice plastocrónico) antes y después de aplicación; establecer la correlación de la variación de temperatura y la humedad relativa con el porcentaje de flores chatas en *Rosa* spp. variedad Charlotte y evaluar el costo de los tratamientos aplicados.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Calcio

El calcio es un elemento esencial para la planta ya que forma parte estructural de compuestos como el pectato de calcio y el oxalato de calcio en la pared celular, también juega un rol importante en el proceso de mitosis y elongación celular. El calcio influye en el pH de las células, la estabilidad estructural y permeabilidad de la membrana celular (Bennett 1993).

El calcio citoplasmático se une a proteínas receptoras (calmodulinas), que son activadas y capaces de modificar enzimas, además realizan otras actividades metabólicas como la mitosis y participan en el crecimiento del ápice. Ciertas actividades enzimáticas dependen de una calmodulina regulada por calcio como $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{++} \text{ATPasa}$ en la membrana plasmática, es decir, el calcio actúa como un segundo mensajero en bioregulación de la activación enzimática, vía calmodulina, regulada por calcio (Hernández 2002).

El complejo calmodulina - calcio citoplasmático está relacionado a los mecanismos de defensa de la planta ya que juega un rol importante en la traducción de muchas señales de estrés, incluyendo estrés causado por hongos, bacterias y virus. Existe evidencia que en tabaco (*Nicotiana tabacum*) al incrementar los niveles de calcio citoplasmático y las redes de traducción de la señal de calcio se realiza la resistencia a *Erwinia carotovora* ssp. (Reddy *et al.* 2003).

El calcio es acumulado especialmente en las hojas donde se deposita irreversiblemente, es un elemento esencial para el crecimiento de meristemos y particularmente para el crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales. El oxalato de calcio, es un producto insoluble que se deposita en la vacuola, esto constituye quizás una función antitóxica (Hernández 2002).

El calcio se absorbe como el catión divalente Ca^{+2} que es casi inmóvil y es por esto que las deficiencias se observan primero en los tejidos jóvenes (Hernández 2002). Los principales síntomas observados por la deficiencia de calcio en el cultivo de rosas son manchas oscuras en sépalos y pétalos, al igual que pedúnculos doblados, flores deformes y ápices quemados. Adicionalmente, hay problemas sanitarios que están muy ligados a niveles bajos de calcio, como la incidencia de *Botrytis* sp. medido en cámara húmeda; mientras que problemas de doble ovario y ondulamiento de pétalos son ocasionados por deficiencias de calcio y boro¹.

2.2 Magnesio

El magnesio es un componente estructural de la molécula de clorofila y cofactor de reacciones enzimáticas. Este macro nutriente también funciona en los cloroplastos como parte de la transferencias de electrones y reacciones de oxido reducción (Bennett 1993).

Puesto que el magnesio es un elemento muy soluble y de rápido transporte por toda la planta, los síntomas de su deficiencia generalmente aparecen primero en las hojas maduras (Bidwell 1990). Como síntoma de deficiencia por magnesio en el cultivo de rosas se ha reportado clorosis en la base de la hoja formando un "pino" clorótico¹.

2.3 Quelatos de aminoácidos

Para corregir problemas de biodisponibilidad de nutrientes desde los años 50 y 60 se han utilizado quelatos radiculares y foliares, que en la actualidad representan la manera más eficiente de corregir deficiencias de nutrientes y clorosis por su forma de acción. Los quelatos son estructuras moleculares en la que iones metálicos se hallan unidos a un compuesto orgánico (Lucena 2004).

Actualmente muchas casas comerciales producen productos quelatados, entre éstas podemos nombrar a Albion con su producto Metalosato[®]. El Metalosato[®] Albion químicamente es un quelato desarrollado por un proceso químico que semeja un proceso biológico en el cual el mineral o ión metálico está suspendido entre dos aminoácidos, rodeados de proteína vegetal hidrolizada. Esta estructura permite una rápida absorción del mineral, pues su tamaño molecular es inferior a los 10 ángstrom y su peso molecular es muy inferior a los 1000 daltons, y protege al mineral para que éste no entre en reacciones químicas indeseadas (Bioagro 2003).

El mineral contenido en el Metalosato[®] es biodisponible debido a su tamaño, estabilidad y neutralidad que facilitan su penetración en la hoja. El proceso de quelatación de Albion garantizan un pH estable del complejo mineral y da como resultado final un compuesto mineral neutro, sin carga eléctrica, evitando fitotoxicidades (Bioagro 2003).

El ion de Metalosato[®] calcio al estar ligado a dos aminoácidos permite que la planta reconozca esta molécula como parte de una molécula proteica. Esto permite que la molécula viaje por el floema en vez del xilema haciendo que el calcio sea un elemento móvil y se transloque a los puntos de necesidad de fotosintatos, como lo son los tejidos meristemáticos, pese a que el calcio es un elemento poco móvil y se acumula en la vacuola de las hojas (Albion 2000).

La planta al absorber los minerales gasta energía en hacer la quelación natural. Este gasto es alrededor de 300 kcal/mol durante el proceso de quelación hasta el momento que dona el mineral. La absorción de sales es muy limitada y para que la planta logre asimilar el mineral de la sal tiene que hacer todo el proceso de quelación; mientras que la absorción del quelato es completa y no gasta energía en hacer la quelación. Adicionalmente, el quelato provee aminoácidos al sistema, al hacer cadenas de poli-péptidos (proteínas) dona energía (Albion 2000).

2.4 Flor chata

Una flor de rosa se denomina chata cuando presenta sus pétalos internos acortados, la punta de los pétalos se arruga y estos tienden a cerrarse como se muestra en la Figura 1. Se conoce que condiciones adversas generan estrés en las plantas, las cuales pueden producir acortamiento y arrugamiento en los pétalos (flora chata)².



Figura 1. Flor chata en rosa variedad Charlotte.

2.5 *Botrytis* sp.

Una de las enfermedades más comunes de plantas cultivadas en invernadero es causada por el hongo *Botrytis* sp., y está ampliamente distribuida en hortalizas, plantas ornamentales y frutales. Su desarrollo es favorecido por las bajas temperaturas y elevada humedad relativa (Infoagro 2004).

Esta enfermedad aparece principalmente en forma de tizón de inflorescencias, pudriciones del tallo y manchas foliares. En el cultivo de rosas ha representado importantes pérdidas poscosecha por pudrición del botón (Infoagro 2004).

Para el control de la enfermedad resultan de gran importancia las prácticas preventivas, manteniendo la limpieza del invernadero, ventilación, con la eliminación de plantas o partes enfermas y realizando tratamientos con fungicidas. Asimismo hay que cuidar las posibles heridas originadas en las operaciones de poda, ya que son fácilmente conquistadas por el patógeno (Infoagro 2004).

² Gauggel, C. 2005. Influencia de las condiciones climáticas en la biología de las plantas. Comunicación personal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES Y EQUIPO

3.1.1 Material vegetal

Plantas de rosa en producción continua con niveles foliares bajos de calcio y magnesio. Variedades: Rosas var. Charlotte y Classy con patrón Manetti.

3.1.2 Equipo de fertilización foliar

- Bomba móvil marca Anovi Reververi AR-30 de diafragma.
- Lanzas Maruyamas de dos boquillas.
- Aguilón de tercio medio y superior.
- Equipo de aspersión (traje impermeable, guantes de nitrilo, botas, visor, mangueras).
- Papel para medir pH.
- Colorante.

3.1.3 Fertilizante foliares

- Quelatos de aminoácidos de calcio y magnesio. Se utilizó el producto comercial Metalosato[®] de calcio y magnesio. El Metalosato[®] posee 6% de calcio y 2.1% de magnesio.
- Óxido de calcio (producto comercial Calbit[®] C). Calbit[®] C tiene una composición de 15% de óxido de calcio y su formulación es líquida. El calcio esta acomplejado por ácido ligninpolicarboxílico (LPCA).
- Mezcla de micro nutrientes (producto comercial Brexil multi[®]). Brexil multi[®] tiene una composición de 8.5% de óxido de magnesio, 0.5% de boro, 1.5% de zinc, 4% de hierro y manganeso. Su formulación es polvo mojable.
- Boro (producto comercial Kelatex[®] boro). Kelatex[®] posee 15% de boro.
- Acido cítrico.
- Coadyuvante (producto comercial Biomultilex[®]).

3.1.4 Otros materiales

- Calibrador o pie de rey: utilizado para medir el tamaño de botón y el tamaño de las hojas.
- Cámara húmeda: La afección de *Botrytis* sp. se monitoreó en cámara húmeda cuyo cuarto de incubación tenía las siguientes características: termómetro de máximas y mínimas para controlar la temperatura óptima de incubación (20-22°C). La temperatura mínima es de 8 a 12 °C y la máxima de 24 a 28 °C. El termómetro se pone en cero inmediatamente después de la lectura. Para lograr dichas temperaturas se utilizó un calentador de ambiente tipo oficina e iluminación artificial para asegurar una buena visibilidad.
- Cuarto de incubación de vida en florero: La temperatura promedio del cuarto debe estar entre 18–22°C y la humedad relativa de 60–80%. Los rayos del sol no deben entrar directamente y la intensidad de luz es blanca fluorescente de 250 f.c. La duración de la luz fue doce horas.

3.2 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó entre los meses de diciembre de 2004 a marzo de 2005 en los invernaderos de la empresa Inversiones Florícolas S. de RL.; localizada en Checa, Provincia de Pichincha, Ecuador, situada a 0° 12' 30'' latitud sur y a 78° 20' 0'' longitud oeste, a una altura de 2,527 msnm, temperatura promedio anual de 14° C y humedad relativa de 86.1%.

3.3 METODOLOGÍA

El experimento se realizó en el invernadero número 30 que posee 49 camas de rosa var. Charlotte con un promedio de 250 plantas por cama. Para las rosas var. Classy en el invernadero número 14 que posee 80 camas, con un promedio de 248 plantas por cama. En los dos invernaderos los niveles foliares de calcio y magnesio eran bajos. Todas las camas de rosas han estado bajo producción continua y con brotes en todos los estados de crecimiento. Las camas tienen una dimensión de 1 × 49 m y los invernaderos un área de 50 × 80 m.

En todas las camas experimentales de la variedad Charlotte se utilizaron mallas spider negra (capuchones) para los botones y se aplicó ácido giberélico (600 ppm) como hormona de crecimiento. Esta aplicación se realiza en esta variedad con el objetivo de incrementar el tamaño del botón. La aplicación es directa a cada botón en la etapa de formación del mismo y se hace antes de colocar la malla spider, la cual se usa para que haya mejor formación del botón y para que los pétalos externos no se oscurezcan por los rayos del sol.

3.3.1 Aplicación

Todos los tratamientos fueron aplicados al tercio medio y superior del follaje con una bomba móvil marca Anovi Reververi AR-30 de diafragma. Lanzas Maruyama de dos

boquillas. La aplicación fue semanal durante 10 semanas. Se dejó una cama de separación entre las camas del ensayo para evitar traslape en la aplicación de tratamientos.

El riego de todas las parcelas experimentales fue revisado para su funcionamiento óptimo al comienzo de las aplicaciones.

3.3.2 Tratamientos

Este estudio consistió en la comparación de fuentes de fertilización foliar con el fin de mejorar la calidad y producción de la flor con la aplicación de calcio y magnesio en las plantas. Los tratamientos fueron aplicados al follaje y el programa de fertirrigación de la finca se mantuvo constante para todos los tratamientos. Las aplicaciones foliares se realizaron semanalmente durante 10 semanas. A continuación, se detalla cada tratamiento:

Testigo: Aplicación foliar utilizada por la finca, compuesta por óxido de calcio (Calbit[®] C) a una concentración de 112 ppm y una mezcla de nutrientes (Brexil multi[®]) que contiene magnesio a una concentración de 58 ppm.

Tratamiento 1: Quelato de aminoácidos (Metalosato[®]) de calcio (6% Ca) a una concentración de 112 ppm y una mezcla de nutrientes (Brexil multi[®]) como fuente de magnesio. El Metalosato[®] reemplazó la aplicación foliar de calcio utilizado en la finca.

Tratamiento 2: Metalosato[®] de magnesio (2.1% Mg) a una concentración de 58 ppm semanalmente y óxido de calcio (Calbit[®] C) como fuente de calcio. El Metalosato[®] reemplazó la aplicación foliar de magnesio de la finca.

Tratamiento 3: Se aplicó Metalosato[®] de calcio (6% Ca) y Metalosato[®] de magnesio (2.1% Mg), a una concentración de 112 ppm de calcio y 58 ppm de magnesio por semana, estas fuentes reemplazaron las aplicaciones foliares de calcio y magnesio de la finca.

En todos los tratamientos y testigo se ajustó el pH de la solución a 5.5 con ácido cítrico y se utilizó el coadyuvante comercial Biomultilex[®]. Como fuente de boro se aplicó Kelatex[®] boro a 25 ppm en todos los tratamientos y el testigo. Los productos y las dosis utilizadas en cada tratamiento se explican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Dosis semanal de productos aplicados por tratamiento en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamiento | Producto Comercial | Dosis semanal/invernadero (g/l) |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|
| Testigo | Brexil multi [®] | 1.1 |
| | Calbit [®] C | 0.8 |
| | Kelatex [®] Boro | 0.1 |
| Metalosato [®] de calcio | Brexil multi [®] | 1.1 |
| | Metalosato [®] de Calcio | 1.9 |
| | Kelatex [®] Boro | 0.1 |
| Metalosato [®] de magnesio | Metalosato [®] de magnesio | 2.8 |
| | Calbit [®] C | 0.8 |
| | Kelatex [®] Boro | 0.1 |
| Metalosato [®] de calcio y Magnesio | Metalosato [®] de Calcio | 1.9 |
| | Metalosato [®] de magnesio | 2.8 |
| | Kelatex [®] Boro | 0.1 |

Metalosato[®] =quelato de aminoácidos 6% Ca y 2.1% Mg.

Kelatex[®] Boro= 15% boro.

Calbit[®] C= 15% óxido de calcio.

3.4 VARIABLES MEDIDAS

Se midieron las siguientes variables:

3.4.1 Índice plastocrónico

El índice plastocrónico relaciona el área foliar y el número de hojas. Entre mayor sea este índice mayor el número de hojas, área foliar y por ende se espera mayor fotosíntesis. Este parámetro se midió en rosas var. Classy.

En la semana tres del período de evaluación se señalaron dos brotes de cinco hojas verdaderas lo más homogéneo posible por cama, con un total de doce brotes por tratamiento. Se contó el número de hojas verdaderas en cada brote y se midió el largo del foliolo terminal de las tres primeras hojas verdaderas de cada brote. Se contó el número de hojas semanalmente hasta la cosecha del tallo. Los datos obtenidos se llevaron a la fórmula del índice plastocrónico para su respectivo cálculo.

El índice plastocrónico permite integrar el crecimiento del área foliar y el número de foliolos en el brote. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Índice plastocrónico} = n + \frac{\log b - \log c}{\log b - \log a}$$

Donde:

- n = número de hojas verdaderas (compuestas) en el brote
- a=Longitud del foliolo terminal de la primera hoja verdadera superior
- b=Longitud del foliolo terminal de la tercera hoja superior
- c=Longitud del foliolo terminal de la segunda hoja verdadera superior

3.4.2 Tamaño de botón (cm)

En los brotes señalados para el índice plastocrónico se midió el ancho y largo del botón con un calibrador. La medición se realizó semanalmente y concluyó cuando el botón estaba en punto de corte y fue cosechado.

3.4.3 Flores chatas y longitud de tallo (grado) en rosas var. Charlotte

Se recolectó y separó la cosecha en la variedad Charlotte dos días por semana. Los tallos fueron enmallados por tratamientos y siguieron el procedimiento de transporte, inmersión en fungicida para control de *Botrytis* sp. e hidratación en cuarto frío durante dos horas. Las mallas fueron llevadas al cuarto de clasificación para su evaluación. Los tallos fueron clasificados por grado (longitud de tallo) y se registró la flor no exportable según los siguientes parámetros: flor chata, flor abierta, tallos torcidos, tallos flácidos, pétalos quemados y cuello de ganso.

Se tomó en cuenta el porcentaje de flor chata reportado por la poscosecha para las mismas semanas de evaluación y se hizo una correlación entre los registros de poscosecha y los tomados en este estudio.

Se tomaron los datos de humedad relativa y temperatura máxima, mínima y media registrados por la estación de la finca³. Estos datos se registraron fuera de invernadero y se relacionaron con el porcentaje de flor chata en la variedad Charlotte.

3.4.4 Afección de *Botrytis* sp. en monitoreo de cámara húmeda

Se muestrearon cinco flores en punto de corte por cama, haciendo un total de 30 muestras por tratamiento y 120 muestras para cada variedad semanalmente. Las flores fueron embolsadas en bolsas plásticas con 10cc de agua potable y selladas. Estas muestras permanecieron en el cuarto de incubación durante una semana para su lectura. En la lectura se determinó la incidencia (porcentaje de flores con *Botrytis* sp.) y la severidad de la enfermedad, según la siguiente calificación:

| | |
|-------------|--|
| Severidad 1 | Puntos o pústulas de <i>Botrytis</i> sp. |
| Severidad 2 | Pudrición y pétalos esporulados. |

³ De La Torre, J. 2005. Registro de condiciones climáticas de Inversiones Florícolas S. de RL. Comunicación personal.

3.4.5 Flores con *Botrytis* sp. en evaluación de vida en florero

Se muestrearon 25 tallos por tratamiento. Estas muestras fueron recolectadas al azar de las mallas cosechadas y clasificadas como flor de exportación por la postcosecha de la finca. Se prepararon los ramos de 25 flores por tratamiento, se hidrataron durante 24 horas y se empacaron para el viaje simulado en cuarto frío durante 11 días a una temperatura entre 0.5–2°C. Posteriormente la caja permaneció 48 horas a una temperatura entre 10-15°C y finalmente los ramos se pusieron en floreros para su evaluación. Se contó el número de flores afectadas por *Botrytis* sp. durante todos los días que las flores permanecieron vivas en el florero.

3.4.6 Concentración de calcio y magnesio en hojas y pétalos

Se muestrearon la tercera y cuarta hoja superior verdadera en tallos con botones que comenzaban a separar los sépalos, mostrando el color de la flor (estado pintando color). Se tomaron 8-9 hojas por cama, haciendo un total de 50 hojas por tratamiento y 4-5 botones por cama en el estado anteriormente descrito, haciendo un total de 25 botones por tratamiento. Los muestreos se realizaron en la semana uno, cinco y diez del período de evaluación. El muestreo se realizó después de dos horas de la aplicación de los tratamientos. Se analizaron los elementos calcio y magnesio en hojas y en pétalos en las variedades Classy y Charlotte.

Las muestras foliares y de pétalos fueron enviadas al laboratorio del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias para su respectivo análisis según el procedimiento de digestión vía húmeda con mezcla de ácido nítrico y perclórico descrito en el manual de métodos de análisis de suelos, plantas y aguas utilizado por este laboratorio (Pozo 2001).

3.4.7 Análisis de costos

Se estimaron los costos de aplicación de cada tratamiento y se llenaron controles de producción diaria durante el periodo de evaluación, con el fin de registrar el número de tallos cosechados por cama.

Se registró el número de tallos diariamente cosechados por medio de un control colocado en cada cama. Los cosechadores fueron los responsables del registro diario de tallos cosechados por cama y se tomó el acumulado semanal durante las diez semanas de evaluación, desde el inicio de la aplicación de los tratamientos, con el fin de calcular el costo de los productos aplicados por tallo por tratamiento.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con seis repeticiones para cada tratamiento para las variedades Charlotte y Classy. Los tratamientos se aplicaron a 24 camas (unidades experimentales). Se utilizó un diseño de medidas repetidas en el tiempo para las variables índice plastocrónico y tamaño de botón.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS versión 2001), utilizando un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias DUNCAN. El nivel de significancia utilizado fue de $P < 0.05$.

Se realizó un análisis de correlación para establecer el efecto de la variación de temperatura y humedad relativa con el porcentaje de flor chata en la variedad Charlotte con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Índice Plastocrónico y tamaño de botón

El índice plastocrónico relaciona el área foliar y el número de hojas. Entre mayor sea este índice mayor el número de hojas, área foliar y por ende se espera mayor fotosíntesis.

En el Cuadro 2 se observa diferencias significativas entre los tratamientos en la variedad Classy, el coeficiente de variación fue del 8% y un R^2 de 92%. El tratamiento de Metalosato[®] de calcio presenta el mayor índice que indica mayor área foliar, mientras que el testigo tiene el menor índice. Esto se puede deber a que el ión calcio juega un papel importante en el desarrollo vegetal y regulación metabólica (Hernández 2002). Los tratamientos de Metalosato[®] de magnesio y Metalosato[®] de calcio + magnesio tienen un índice plastocrónico medio entre el testigo y el Metalosato[®] de calcio.

Cuadro 2. Índice plastocrónico y tamaño de botón en rosa var. Classy en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamiento | Índice plastocrónico | Largo de botón | Ancho de botón |
|--|-------------------------|-------------------|-------------------|
| | | Cm | |
| Testigo | 9.8 ^c | 30.5 ^a | 18.7 ^a |
| Metalosato [®] de calcio | 10.8 ^a | 29.2 ^a | 18.5 ^a |
| Metalosato [®] de magnesio | 10.0 ^{bc} | 29.7 ^a | 18.5 ^a |
| Metalosato [®] de calcio + magnesio | 10.1 ^b | 28.9 ^a | 18.1 ^a |

Valores con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.05$)

No hubo diferencias entre tratamientos en largo ni ancho del botón en la variedad Classy (Cuadro 7). El análisis estadístico tuvo un coeficiente de variación del 10% y un R^2 del 98% para esta variable.

4.2 Flores chatas en rosas var. Charlotte

Para las condiciones de este ensayo no hubo diferencias estadísticas en el porcentaje de flores chatas en rosa var. Charlotte (Cuadro 3), pese a que hubo una tendencia a la disminución de flores chatas en el tratamiento de Metalosato[®] de calcio. El análisis de varianza tuvo 17% de coeficiente de variación y un R^2 de 98%.

Cuadro 3. Porcentaje de flores chatas en rosas var. Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamiento | Flor chata (%) |
|--|------------------|
| Testigo | 5.7 ^a |
| Metalosato [®] de calcio | 3.5 ^a |
| Metalosato [®] de magnesio | 4.3 ^a |
| Metalosato [®] de calcio + magnesio | 4.8 ^a |

Valores con igual letra no difieren significativamente (P<0.05)

Los porcentajes de flores chatas medidos en poscosecha bajaron progresivamente desde diciembre del 2004 hasta las primeras semanas de febrero y hubo una correlación del 89% entre los porcentajes semanales de flores chatas en poscosecha y los porcentajes semanales evaluados en el ensayo, lo cual sugiere que las condiciones climáticas pueden incidir en la formación de flores chatas en esta variedad.

Se conoce que condiciones adversas generan estrés en las plantas, las cuales pueden producir alteraciones en la flor⁴ (acortamiento y arrugamiento en los pétalos). Para determinar la influencia del ambiente sobre la deformación del botón en esta variedad se realizó una correlación entre la temperatura y humedad relativa medias, mínimas y máximas con el porcentaje de flores chatas registradas en poscosecha a 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 y 1 semanas antes de cosecha.

En el análisis de correlación no se observan correlaciones que reflejen una relación entre las variables (Anexo 1). Esto puede deberse a que los datos de temperatura y humedad relativa utilizados en el análisis fueron tomados de la estación meteorológica de la finca que mide condiciones climáticas externas y éstas difieren de las condiciones dentro del invernadero. Solamente hubo una correlación positiva del 66% entre la humedad relativa media y el porcentaje de flores chatas cuatro semanas antes de cosecha y una correlación negativa del 63% entre temperatura mínima y flor chata dos semanas antes de cosecha. Lo cual sugiere que el porcentaje de flores chatas tiende a incrementarse cuando baja la temperatura mínima y aumenta la humedad relativa media. Puede entonces haber una relación entre temperatura baja y humedad relativa media con el aumento de flor chata. Sin embargo, no se puede dar una respuesta contundente al respecto, por lo que se recomienda hacer un estudio más riguroso en este sentido, tomando información climática en los invernaderos donde se mida la flor chata.

4.3 Longitud de tallo (grado) en rosas var. Charlotte

Para la variable longitud de tallo clasificado por grado y medidos en poscosecha la variedad Charlotte se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para el grado 80, grado 60 y grado 40 (cuadro 4). El tratamiento de Metalosato[®] de magnesio presentó

⁴ Gauggel, C. 2005. Influencia de las condiciones climáticas en la biología de las plantas. Comunicación personal.

el mayor porcentaje de tallos de grado 80, mientras que el tratamiento con Metalosato[®] de calcio tubo el menor porcentaje de flores de este grado. El testigo y el tratamiento Metalosato[®] de calcio + magnesio obtuvieron porcentajes intermedios entre el tratamiento de Metalosato[®] de calcio y Metalosato[®] de magnesio.

Cuadro 4. Porcentaje de grado de clasificación según la longitud de tallo en rosas var. Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamiento | Grado 80 | Grado 70 | Grado 60 | Grado 50 | Grado 40 |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | (%) | | | | |
| Testigo | 8.8 ^{ab} | 28.3 ^a | 26.4 ^b | 12.8 ^a | 1.7 ^{ab} |
| Metalosato [®] de calcio | 8.2 ^b | 30.9 ^a | 30.8 ^a | 12.1 ^a | 1.3 ^{ab} |
| Metalosato [®] de magnesio | 13.4 ^a | 31.0 ^a | 26.0 ^b | 9.8 ^a | 2.1 ^a |
| Metalosato [®] de calcio+magnesio | 8.9 ^{ab} | 30.5 ^a | 27.7 ^{ab} | 10.9 ^a | 1.0 ^b |
| Coefficiente de variación | 45 | 14 | 13 | 37 | 49 |
| R ² | 71 | 67 | 90 | 67 | 85 |

Valores con igual letra no difieren significativamente (P<0.05)

Para el grado 60 el tratamiento de Metalosato[®] de calcio presentó el mayor porcentaje de tallos, mientras que el Metalosato[®] de magnesio y el testigo tuvieron los menores porcentajes de tallos grado 60. El tratamiento Metalosato[®] de magnesio presentó mayor porcentaje de tallos grado 40, mientras que el tratamiento Metalosato[®] de calcio+magnesio tubo el menor porcentaje de tallos en este grado de clasificación.

El largo del tallo en la producción de rosas es una variable directamente relacionada con el manejo del corte, que tiene una influencia mayor comparada con la nutrición de la planta, por lo tanto no se puede concluir que algún tratamiento mejoró las condiciones de longitud de tallo.

4.4 Afección de *Botrytis* sp. en monitoreo de cámara húmeda

La afección de *Botrytis* sp. fue evaluada según el porcentaje de incidencia y severidad de la enfermedad.

4.4.1 Incidencia

El porcentaje de incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda en las variables Classy y Charlotte reportó diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variación para la variedad Classy fue del 20% y el R² (indicador de eficiencia del modelo estadístico) de 89%, mientras que, para la variedad Charlotte el coeficiente de variación fue del 47% y el R² de 65%.

El Metalosato[®] de calcio redujo significativamente el porcentaje de incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda 1.6 veces en la variedad Classy y tres veces en la variedad Charlotte, comparado con el testigo. El testigo presentó mayor porcentaje de incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda, mientras que, los tratamientos Metalosato[®] de magnesio y Metalosato[®] de calcio + magnesio tuvieron porcentajes de incidencia medios, que no difieren con el testigo ni con el Metalosato[®] de calcio, como se indica en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda en rosas var. Classy y Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamientos | Incidencia de <i>Botrytis</i> sp. (%) | |
|--|---------------------------------------|---------------------|
| | Rosa var. Classy | Rosa var. Charlotte |
| Testigo | 53 ^a | 12 ^a |
| Metalosato [®] de calcio | 33 ^b | 4 ^b |
| Metalosato [®] de magnesio | 47 ^{ab} | 9 ^{ab} |
| Metalosato [®] de calcio + magnesio | 43 ^{ab} | 8 ^{ab} |

Valores con igual letra no difieren significativamente (P<0.005)

Según datos históricos de la finca la variedad Classy ha reportado valores altos de porcentaje de incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda, mientras que la variedad Charlotte presenta cierta tolerancia a la incidencia de esta enfermedad y mantiene estos porcentajes de incidencia por debajo al nivel de acción de la finca (<20%), mientras que la variedad Classy es más susceptible a este hongo (Blanco 2005)⁵.

La tolerancia y resistencia a los patógenos está frecuentemente bajo estricto control genético, pero la naturaleza de la resistencia esta muy afectada por factores tales como el estado nutricional y edad de la planta. El calcio es importante en la síntesis de pectina de la lámina media de la pared celular y en las regiones meristemáticas de la planta, por lo cual las primeras afectadas son la que presentan deficiencia de calcio, ya que una reducción de este elemento impide la formación de nuevas paredes celulares (Bidwell 1990).

Además, el calcio juega un rol importante en la traducción de muchas señales de estrés, incluyendo estreses causados por hongos, bacterias y virus. Existe evidencia que en tabaco (*Nicotiana tabacum*) al incrementarse los niveles de calcio citoplasmático y las redes del traducción de la señal de calcio se realza la resistencia a *Erwinia carotovora* sp. (Reddy *et al.* 2003), lo cual se puede relacionar con los resultados obtenidos.

Esto se debe a que las plantas responden a una herida o daño mecánico mediante la activación coordinada de una serie de genes implicados en la reparación de los tejidos

⁵ Blanco, R. Jefe de Manejo Integrado de Plagas (MIPE). Inversiones Florícolas S. de RL. Comunicación personal.

dañados y en mecanismos de defensa frente a predadores y patógenos. Existen numerosas evidencias de que el jasmonato (JA) actúa como señal intracelular de herida, regulando la expresión de los genes de defensa aunque, de momento, se desconoce el mecanismo exacto de regulación (Boter *et al.* 1999).

Estas señales intracelulares de la herida inducen la función del segundo mensajero del inositol trifosfato (InsP3). La función del InsP3 consiste en estimular la liberación de calcio de las reservas intracelulares del retículo endoplásmico teniendo diversos efectos sobre el metabolismo intracelular. El calcio intracelular aumenta y se une a la cadena ligera de la calmodulina. El complejo Ca^{2+} +Calmodulina es capaz de fosforilar a enzimas, proteínas quinasas tipo C y activarlas. Esta enzima requiere para su funcionamiento de calcio y por eso se le llama "C" (INHA 2003).

El aumento de los niveles de calcio citoplasmático contribuye a la inducción de las respuestas tempranas de defensa de la planta al hongo y parece ser una respuesta generalmente inmediata de las células de la planta a la exposición a las señales de estrés biótico y abiótico (Panstruga y Schulze-Lefert 2003).

Un influjo rápido de Ca^{2+} dentro de las células en las plantas de soya, tabaco y *Arabidopsis* produjo en respuesta a la exposición de *Pseudomonas syringae pv.glycinea*, *Pseudomonas syringae pv. tomato* y *Phytophthora cryptogea* respectivamente, provocando una respuesta de hipersensibilidad (Reddy *et al.* 2003). La respuesta de hipersensibilidad consiste en una rápida formación de gran cantidad de toxinas (especialmente fenoles) y en la liberación de especies de oxígeno altamente reactivas, precedidas de H_2O_2 y acompañadas por muerte celular local programada, con la que también muere el patógeno (Bidwell 1990).

4.4.2 Severidad

No se reportaron diferencias estadísticas entre tratamientos en los porcentajes de severidad tipo 2 (pudrición y pétalos esporulados) en las variedades Charlotte y Classy. En la severidad tipo 1 (puntos o pústulas de *Botrytis* sp.) se obtuvieron diferencias significativas como se observa en el Cuadro 6. Los tratamientos Metalosato[®] de calcio y Metalosato[®] de calcio + magnesio redujeron el porcentaje de botones infectados con severidad tipo 1, mientras que el testigo y el tratamiento con Metalosato[®] de magnesio presentaron mayor porcentaje de botones con afección de *Botrytis* sp. con esta severidad.

Cuadro 6. Porcentaje de severidad de *Botrytis* sp. en rosas var. Classy y Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamientos | Severidad 1 | | Severidad 2 | |
|--|------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | Classy | Charlotte | Classy | Charlotte |
| Testigo | 22 ^a | 11 ^a | 32 ^a | 1 ^a |
| Metalosato [®] de calcio | 12 ^b | 3 ^b | 21 ^a | 1 ^a |
| Metalosato [®] de magnesio | 14 ^{ab} | 6 ^{ab} | 33 ^a | 4 ^a |
| Metalosato [®] de calcio + magnesio | 11 ^b | 4 ^b | 32 ^a | 3 ^a |

Severidad 1=Puntos o pústulas de *Botrytis* sp.

Severidad 2=Putridión y pétalos esporulados de *Botrytis* sp.

Valores con igual letra no difieren significativamente (P<0.05)

4.5 Flores con *Botrytis* sp. en evaluación de vida en florero

El análisis estadístico del porcentaje de flores con *Botrytis* sp. en evaluación de vida en florero no reportó diferencias significativas (Cuadro 7), posiblemente debido a las características del diseño para esta variable y al bajo número de repeticiones. El coeficiente de variación fue de 58% y el R² fue de 61% para la variedad Classy, mientras que para la variedad Charlotte el coeficiente de variación fue de 42% y el R² fue de 70%. Sin embargo, los datos sugieren una tendencia en la disminución de *Botrytis* sp. para la variedad Classy en del porcentaje de flores con *Botrytis* sp. en evaluación de vida en florero con la aplicación de los tratamientos Metalosato[®] de calcio y Metalosato[®] de calcio + magnesio. El tratamiento de Metalosato[®] de calcio disminuyó el porcentaje de flores con *Botrytis* sp. en evaluación de vida en florero 2.3 veces comparado con el testigo y el tratamiento de Metalosato[®] de calcio + magnesio disminuyó este porcentaje 2.1 veces comparado con el testigo. Esta tendencia sustenta la disminución del porcentaje de incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda cuando mejora la disponibilidad de estos elementos.

Cuadro 7. Rosas var. Classy y Charlotte con *Botrytis* sp. en florero en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamientos | <i>Botrytis</i> sp. en florero (%) | |
|--|------------------------------------|-------------------|
| | Classy | Charlotte |
| Testigo | 24.7 ^a | 6.7 ^a |
| Metalosato [®] de calcio | 10.7 ^a | 9.3 ^a |
| Metalosato [®] de magnesio | 26.7 ^a | 9.3 ^a |
| Metalosato [®] de calcio y magnesio | 11.7 ^a | 12.0 ^a |

Promedios con igual letra no difieren significativamente (P<0.05)

Pese a que no hubo diferencias estadísticas, el tratamiento con Metalosato[®] de magnesio presenta el mayor porcentaje de flores con *Botrytis* sp. en florero; esto sugiere que el magnesio al estar quelatado aumenta su disponibilidad y translocabilidad desequilibrando

la relación calcio-magnesio. Al existir un desequilibrio en esta relación el calcio se ve en desventaja y no cumple su función adecuada en el metabolismo de la planta.

4.6 Concentración de calcio y magnesio en hojas y pétalos

4.6.1 Rosa var. Classy

En hojas la concentración de calcio muestra diferencias estadísticas (Cuadro 8). El testigo presento mayor porcentaje de calcio en hojas comparados a los tres tratamientos, pero todos los tratamientos incluido el testigo tuvieron niveles de deficiencia de este macroelemento. Esto sugiere que el calcio en el testigo se acumula en la hoja y no hay mayor translocación a los pétalos.

Cuadro 8. Concentración de calcio y magnesio en pétalos y hojas en rosas var. Classy, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamiento | Hojas (%) | | Pétalos (%) | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Ca | Mg | Ca | Mg |
| Testigo | 1.09 ^a | 0.33 ^a | 0.18 ^a | 0.24 ^a |
| Metalosato [®] de calcio | 0.89 ^b | 0.30 ^a | 0.28 ^a | 0.26 ^a |
| Metalosato [®] de magnesio | 0.92 ^b | 0.30 ^a | 0.17 ^a | 0.24 ^a |
| Metalosato [®] de calcio + magnesio | 0.87 ^b | 0.30 ^a | 0.20 ^a | 0.25 ^a |

Valores con igual letra no difieren significativamente (P<0.005)

Rango óptimo de calcio en hojas = 1.2 - 2.0 %

Rango óptimo de magnesio en hojas = 0.35 – 0.4 %

En el tratamiento de Metalosato[®] de calcio el porcentaje de calcio en hojas fue menor, pero en pétalos aumenta comparado a los demás tratamientos pese a que no existieron diferencias estadísticas. Esta diferencia puede tener su explicación biológica, ya que el Metalosato[®] de calcio (quelato de aminoácidos) por su estructura y características biológicas asegura una mayor traslocabilidad del macronutriente y un ahorro de energía.

El oxalato de calcio (Calbit C) es un producto insoluble que se deposita en la vacuola y no tiene buena translocabilidad (Hernandez 2000), lo cual explica los resultados obtenidos.

El Metalosato[®] de calcio al estar ligado a dos aminoácidos la planta lo reconoce como parte de su moléculas proteicas y permite que ésta viaje en el floema en vez del xilema. Esto permite que el calcio sea translocado a los tejidos meristemáticos y tejidos de alta demanda (Albion 2000). Adicionalmente, el Metalosato[®] de calcio dona a la planta 22% de proteína vegetal y 5975 kcal/g de energía y el Metalosato[®] de magnesio tiene 13% de proteína vegetal y 3149 kcal/g de energía (Albion 2000).

4.6.2 Rosa var. Charlotte

Los análisis de concentración de calcio y magnesio en hojas y pétalos en la variedad Charlotte no expresaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 9). Los valores en hoja estuvieron en el rango de deficiencia tanto para calcio como para magnesio.

El tratamiento de Metalosato[®] de calcio no incrementó el contenido de calcio en la hoja ni en el pétalo en esta variedad. Se observa entonces un comportamiento biológico distinto en las dos variedades evaluadas, ya que la variedad Charlotte es más tolerante a esta enfermedad comparada con la variedad Classy. En el tratamiento de Metalosato[®] de calcio + magnesio hubo una tendencia a incrementar los niveles de calcio y magnesio tanto en hojas como en pétalos pese a no existir diferencias estadísticas.

Cuadro 9. Concentración de calcio y magnesio en pétalos y hojas en rosas var. Charlotte, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamientos | Hojas (%) | | Pétalos (%) | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Ca | Mg | Ca | Mg |
| Testigo | 0.95 ^a | 0.33 ^a | 0.13 ^a | 0.23 ^a |
| Metalosato [®] de calcio | 0.93 ^a | 0.32 ^a | 0.14 ^a | 0.23 ^a |
| Metalosato [®] de magnesio | 0.92 ^a | 0.32 ^a | 0.17 ^a | 0.23 ^a |
| Metalosato [®] de calcio + magnesio | 1.03 ^a | 0.34 ^a | 0.25 ^a | 0.25 ^a |

Valores con igual letra no difieren significativamente (P<0.05)

Rango óptimo de calcio en hojas = 1.2 - 2.0 %

Rango óptimo de magnesio en hojas = 0.35 - 0.4 %

Los porcentajes de calcio y magnesio en la hoja y pétalo en las dos variedades fue similar por lo que no se puede afirmar que la concentración de calcio y magnesio incidan e la resistencia a enfermedades, sino a un efecto de la variedad en Charlotte, mientras que en la variedad Classy se demostró el efecto del calcio en disminución de la incidencia de *Botrytis* sp. en monitoreo de cámara húmeda.

4.7 Análisis de costos

Los costos fueron calculados tomando en cuenta la producción total registrada durante las diez semanas de evaluación en las variedades Charlotte y Classy con una frecuencia de una aplicación semanal de Metalosatos[®] (Cuadro 10). El costo de producción por tallo que suministró la finca es de catorce centavos de dólares⁶.

⁶ De La Torre, J. 2005. Costo de producción por tallo y precio de venta por tallo según grado de clasificación. Comunicación personal.

Cuadro 10. Análisis de costos de productos por tratamiento en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

| Tratamiento | Costo/cama/ciclo | Costo/ha/ciclo | Costo/tallo/ciclo |
|--|------------------|----------------|-------------------|
| | | \$ | ¢ |
| Testigo | 0.12 | 26.89 | 0.74 |
| Metalosato [®] de calcio | 0.30 | 68.87 | 1.95 |
| Metalosato [®] de magnesio | 0.34 | 78.98 | 2.23 |
| Metalosato [®] de calcio + magnesio | 0.52 | 120.96 | 3.41 |

ciclo = corresponde a las 10 semanas de aplicación durante la evaluación.

¢=centavos de dólar

El costo por tallo por ciclo de los productos para el tratamiento Metalosato[®] de calcio es 2.6 veces mayor comparado con el testigo, mientras que el tratamiento Metalosato[®] de calcio + magnesio tiene un costo 4.6 veces mayor al testigo.

La decisión de aplicar o no los tratamientos va a depender del impacto sobre las pérdidas por *Botrytis* sp. en la variedad Classy, mientras que en Charlotte no se justifica la aplicación de Metalosato[®] ya que los porcentajes de esta enfermedad se mantienen bajo el nivel de acción de la finca (<20%) y no hay evidencia de mejoría en la calidad de la flor.

5. CONCLUSIONES

- El efecto de la aplicación de Metalosato[®] de calcio fue positivo en parámetros sanitarios de *Rosa* spp. variedades Charlotte y Classy, ya que se redujo la incidencia de *Botrytis* sp. en monitoreo de cámara húmeda.
- La aplicación de los tratamientos no tuvo efecto en el largo ni ancho del botón de las variedades evaluadas bajo las condiciones de este ensayo.
- El comportamiento de las dos variedades evaluadas es diferente con respecto a la de tolerancia a *Botrytis* sp., ya que la variedad Charlotte es menos susceptible que la variedad Classy, pero en las dos variedades disminuyó la incidencia de *Botrytis* sp. en monitoreo de cámara húmeda con la aplicación de Metalosato[®] de calcio.
- Ningún tratamiento elevó la concentración de calcio ni magnesio a niveles óptimos en la hoja, pero aumentó la concentración de estos elementos comparado al análisis previo las aplicaciones. Los niveles de calcio en pétalos únicamente aumentaron en Rosas var. Classy al aplicar Metalosato[®] de calcio.
- La aplicación de Metalosato[®] de calcio aumentó el área foliar de *Rosa* spp. variedad Classy, ya que el índice plastocrónico fue mayor en estos tratamientos comparados al testigo, Metalosato[®] calcio+ magnesio y Metalosato[®] de magnesio.
- No se estableció una relación entre las variables temperatura ni humedad relativa con el porcentaje de flor chata de *Rosa* spp. variedad Charlotte bajo las condiciones de este ensayo.
- El tratamiento Metalosato[®] de calcio + magnesio fue el tratamiento más costoso, mientras que el tratamiento de Metalosato[®] de calcio tuvo un costo 2.6 veces mayor comparado al testigo, pero el tratamiento de Metalosato[®] de calcio redujo el porcentaje de incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda 1.6 veces en la variedad Classy y 3 veces en la variedad Charlotte en relación al testigo.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar Metalosato[®] de calcio en rosas var. Classy para aplicaciones foliares dentro del programa de fertilización de la finca, debido al impacto positivo en la incidencia de *Botrytis* sp. en monitoreo de cámara húmeda, mientras que en la variedad Charlotte no se justifica la aplicación de Metalosato[®] ya que los porcentajes de esta enfermedad son bajos.
- Debido a que el precio del Metalosato[®] es alto, se recomienda que las aplicaciones de este producto se realicen diez a doce semanas antes de los picos de producción, en las épocas del año que el clima es idóneo para el crecimiento de *Botrytis* sp. y en épocas frías y nubladas cuando la absorción de calcio es limitada.
- Se debe tomar en cuenta las propiedades químicas y estructurales de los productos a utilizar en las aplicaciones foliares, ya que de éstas va a depender la translocabilidad del elemento en la planta. Las elevadas concentraciones de un elemento en la hoja no aseguran que este elemento se transloque a los puntos de alta demanda (flor y brotes nuevos).
- Para determinar el grado de asociación entre las variables flor chata en la variedad Charlotte, con temperatura y humedad se debería realizar otro ensayo donde se tomen datos de clima dentro de invernadero.
- Se recomienda hacer un análisis costo-beneficio de la aplicación de Metalosato[®] de calcio, con el fin de establecer el beneficio económico de la disminución de la incidencia de *Botrytis* sp. en cámara húmeda y compararlo con los costos de su aplicación.

7. BIBLIOGRAFIA

Albion, 2000. Metalosate[®]: Noticias de Nutrición Vegetal. Un resumen de Investigaciones en Nutrición Vegetal e Información Técnica. Volumen 1, No. 3.

Bennett, W. 1993. Nutrient deficiencies & Toxicities in crop plants. APS Press The American Phytopathological Society St. Paul. Minnesota, Estados Unidos. 3 p.

Bidwell, 1990. Fisiología Vegetal. A.C.T. Editor, S.A., Trad. GG Cano. México, DF, 651-659 p.

BIO-AGRO. 2004. Aplicación de Metalosato[®] Albion. Como influyen los minerales en la vida de las plantas (en línea). Consultado 7 nov, 2004. Disponible en: <http://www.bioagro.org>.

Boter, M., Ruíz-Rivero, O. y Prat, S. 1999. Identificación de un factor de transcripción myc específico para el elemento de respuesta a jasmonato presente en la región promotora del gen leucina aminopeptidasa. División de Genética Universidad Miguel Hernandez (en línea). V Reunión de Biología Molecular de Plantas. Dpto. de Genética Molecular. Instituto de Biología Molecular de Barcelona-C.S.I.C. Jordi Girona, 18-26. 08034 Barcelona. Consultado 2 agost. 2005. Disponible en: <http://vrbmp.umh.es/Libro.pdf>.

CIDEIBER. Centro de Información y Documentación Empresarial sobre Iberoamérica. 1999. Información de los países. Ecuador. Actividades del sector primario. Sector agrícola vegetal (en línea). Consultado 10 nov, 2004. Disponible en: <http://www.cideiber.com/infopaises/Ecuador/Ecuador-04-01.html>

Hernández, R. 2002. Nutrición Mineral de las plantas. Libro Botánica (en línea). Consultado 7 jul. 2005. Disponible en: <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/nutricionmineral/#calcio>

Infoagro, 2004. Técnicas para el control de *Botrytis* (en línea). Consultado 5 jul. 2005. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/botrytis.asp>

INHA (Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos). 2003. Centro Colaborador de la Organización Mundial de la Salud. Metabolismo de los fosfátidos de glicerina (en línea). Consultado 2 jul. 2005. Disponible en: <http://www.inha.sld.cu/vicedirecciones.htm>.

Lucena, J. 2004. La calidad de los quelatos de hierro en el mercado nacional. Nuevas metodologías analíticas para su caracterización. Química Agrícola Universidad Autónoma (en línea). Madrid, España. Consultado 13 nov, 2004. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/quelatos.htm>.

Panstruga, R and Schulze-Lefert, P. 2003. Establishment of biotrophy by parasitic fungi and reprogramming of host cells for disease resistance (en línea). Consultado 29 jul. 2005. Annual Review of Phytopathology. Vol. 41: 641-667 (Volume publication date September 2003) (doi:10.1146/annurev.phyto.41.061002.083300). The Annual Review of Phytopathology disponible en: <http://phyto.annualreviews.org>.

Pozo, G. 2001. Manual de métodos de análisis de suelos, plantas y aguas utilizados en los laboratorios de Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, EC. 68-70 p.

Reddy, V; Reddy, A. 2003. Characterization of a pathogen-induced calmodulin-binding protein: mapping of four Ca²⁺-dependent calmodulin-binding domains. Plant Molecular Biology. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. 143-146 p.

SICA Banco Mundial. 2001. Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (en línea). Consultado 10 nov, 2004. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/flores/Copia%20de%20superficie_por_tipo.htm.

8. ANEXOS

Anexo 1. Coeficiente de correlación entre la temperatura y humedad relativa fuera de invernadero con el porcentaje de flores chatas registradas en poscosecha a diferentes semanas antes de cosecha en rosas var. Charlotte en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.



| Semanas Antes de cosecha | Temperatura | | | Humedad Relativa | | |
|--------------------------------|-------------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| | Media | Mínima | Máxima | Media | Mínima | Máxima |
| 9 | | -0.42 | | | | |
| 8 | | | | -0.31 | | -0.33 |
| 7 | | | | | | |
| 6 | | 0.32 | | | | |
| 5 | 0.31 | 0.44 | 0.3 | 0.44 | 0.31 | 0.37 |
| 4 | | 0.52 | | 0.66 | 0.66 | 0.32 |
| 3 | | | -0.58 | 0.51 | 0.52 | |
| 2 | | -0.63 | -0.38 | -0.36 | -0.39 | -0.83 |
| 1 | -0.57 | -0.64 | | -0.4 | -0.47 | -0.68 |
| 0 | | | 0.32 | -0.31 | -0.36 | |

Anexo 2. Reporte de laboratorio de concentración de nutrientes en hojas correspondiente a semana 10 del período de evaluación para rosas var. Charlotte en estado pintando color y lápiz en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.



| DATOS DEL PROPIETARIO | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | PARA USO DEL LABORATORIO | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|--|--------------------------|--|
| Nombre : IFLORICOLA | Nombre : COBIA | Cultivo : ROSA - HOJAS | | | |
| Dirección : CHECA | Provincia : PICHINCHA | Fecha de Muestreo : 04/03/05 | | | |
| Ciudad : | Cantón : QUITO | Fecha de Ingreso : 07/03/05 | | | |
| Teléfono : | Parroquia : CHECA | Fecha de Salida : 26/05/05 | | | |
| Fax : | Ubicación : | | | | |

| N° Muestr. Laborat. | Identificación del Lote | DATOS DE LA PROPIEDAD (%) | | | | | | | | | | ANÁLISIS DE ELEMENTOS (ppm) | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|---------|---------|-----------------------------|---------|----|----|--|--|--|
| | | N | P | K | Ca | Mg | S | M.G. | B | Zn | Cu | Fe | Mn | Mo | Na | | | |
| 6814 | CHARLOTTE T0 (LAPIZ) | 3,71 S | 0,35 S | 2,36 S | 1,06 S | 0,35 S | 0,29 S | 36,70 | 93,90A | 62,20 S | 23,30 S | 157,70 S | 276,1A | | | | | |
| 6815 | CHARLOTTE T1 (LAPIZ) | 3,78 S | 0,33 S | 2,35 S | 1,05 S | 0,33 S | 0,30 S | 35,20 | 104,00A | 77,20 S | 25,70A | 171,30 S | 309,9A | | | | | |
| 6816 | CHARLOTTE T2 (LAPIZ) | 3,68 S | 0,31 S | 2,20 S | 1,10 S | 0,35 S | 0,28 S | 37,10 | 92,60A | 30,50 S | 41,00A | 89,00 S | 200,4A | | | | | |
| 6817 | CHARLOTTE T3 (LAPIZ) | 3,68 S | 0,32 S | 2,37 S | 1,11 S | 0,35 S | 0,29 S | 37,60 | 78,50A | 40,20 S | 40,90A | 79,50 S | 191,9 S | | | | | |
| 6818 | CHARLOTTE T0 (NORMAL) | 3,37 S | 0,32 S | 2,40 S | 1,07 S | 0,35 S | 0,36 S | 33,60 | 93,50A | 57,90 S | 22,60 S | 136,50 S | 232,2A | | | | | |
| 6819 | CHARLOTTE T1 (NORMAL) | 3,44 S | 0,30 S | 2,20 S | 0,84B | 0,31 S | 0,29 S | 34,30 | 100,40A | 55,70 S | 22,50 S | 141,50 S | 203,9A | | | | | |
| 6820 | CHARLOTTE T2 (NORMAL) | 3,54 S | 0,30 S | 2,09 S | 0,85B | 0,32 S | 0,29 S | 32,70 | 98,10A | 34,50 S | 48,10A | 85,50 S | 179,6S | | | | | |
| 6821 | CHARLOTTE T3 (NORMAL) | 3,58 S | 0,32 S | 2,26 S | 0,78B | 0,29 S | 0,35 S | 33,60 | 91,70A | 36,10 S | 26,10A | 81,50 S | 172,2S | | | | | |

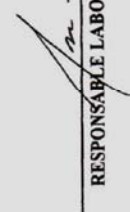
| INTERPRETACION | |
|----------------|--------------|
| B | = Bajo |
| S | = Suficiente |
| A | = Alto |


| | |
|---|-------------------------|
|  | RESPONSABLE LABORATORIO |
|  | LABORATORISTA |

Anexo 3. Reporte de laboratorio de concentración de nutrientes en pétalos correspondiente a semana 10 del período de evaluación para rosas var. Charlotte en estado pintando color y lápiz en Inversiones Florícolas, Checa, Ecuador, 2005.

|  ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693 | |  | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|---|------|------|------|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----|
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : IFLORICOLA Dirección : CHECA Ciudad : Teléfono : Fax : | | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : COBIA Provincia : PICHINCHA Cantón : QUITO Parroquia : CHECA Ubicación : | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL LABORATORIO Cultivo : ROSA - PÉTALOS Fecha de Muestreo : 04/03/05 Fecha de Ingreso : 07/03/05 Fecha de Salida : 26/05/05 | | | | | | | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS FOLIARES | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° Muest. Laborat. | Identificación del Lote | (%) | | | | | | | (ppm) | | | | | | |
| | | N | P | K | Ca | Mg | S | M.S.C. | B | Zn | Cu | Fe | Mn | Mo | Na |
| 6822 | CHARLOTTE T0 (LAPIZ) | 2,92 | 0,32 | 1,86 | 0,10 | 0,20 | 0,20 | B | 21,40 | 36,50 | 25,90 | 19,80 | 68,00 | 25,7 | |
| 6823 | CHARLOTTE T1 (LAPIZ) | 3,05 | 0,33 | 1,82 | 0,23 | 0,21 | 0,17 | B | 19,90 | 37,90 | 28,80 | 31,70 | 61,90 | 25,9 | |
| 6824 | CHARLOTTE T2 (LAPIZ) | 3,09 | 0,34 | 1,87 | 0,27 | 0,22 | 0,17 | B | 20,40 | 37,90 | 26,70 | 22,70 | 66,80 | 28,0 | |
| 6825 | CHARLOTTE T3 (LAPIZ) | 3,05 | 0,33 | 1,79 | 0,53 | 0,21 | 0,19 | B | 21,20 | 36,50 | 24,50 | 25,50 | 61,90 | 25,7 | |
| 6826 | CHARLOTTE T0 (NORMAL) | 3,58 | 0,38 | 1,97 | 0,11 | 0,22 | 0,19 | B | 18,70 | 37,90 | 39,40 | 34,80 | 74,20 | 30,1 | |
| 6827 | CHARLOTTE T1 (NORMAL) | 3,58 | 0,40 | 1,93 | 0,14 | 0,23 | 0,18 | B | 19,30 | 38,80 | 39,80 | 30,60 | 73,70 | 31,0 | |
| 6828 | CHARLOTTE T2 (NORMAL) | 3,58 | 0,41 | 1,81 | 0,12 | 0,23 | 0,15 | B | 18,40 | 42,90 | 37,10 | 21,50 | 69,10 | 28,1 | |
| 6829 | CHARLOTTE T3 (NORMAL) | 3,61 | 0,42 | 1,84 | 0,27 | 0,25 | 0,21 | B | 17,20 | 43,30 | 38,50 | 57,30 | 80,30 | 29,3 | |

INTERPRETACION
 B = Bajo
 S = Suficiente
 A = Alto


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA