

**EFFECTO DE AMINOÁCIDOS, CALCIO, BORO Y  
ÁCIDO  $\alpha$ - NAFTALENACÉTICO SOBRE LA ABSCISIÓN FLORAL, EL  
CRECIMIENTO Y LONGEVIDAD DE LOS TALLOS EN FLORERO DE LA  
*Rosa* sp. VARIEDAD CLASSY.**

**KATHERINE MUÑOZ SANCHEZ**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
Bogotá, D.C.  
Febrero 19 de 2009**

**EFFECTO DE AMINOÁCIDOS, CALCIO, BORO Y  
ÁCIDO  $\alpha$ - NAFTALENACÉTICO SOBRE LA ABSCISIÓN FLORAL, EL  
CRECIMIENTO Y LONGEVIDAD DE LOS TALLOS EN FLORERO DE LA  
*Rosa* sp. VARIEDAD CLASSY.**

**KATHERINE MUÑOZ SANCHEZ**

**TRABAJO DE GRADO**

**Presentado como requisito parcial  
para optar al título de**

**BIÓLOGA**

**LIGIA APONTE MONROY DIRECTORA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**Bogotá D.C**

**Febrero 19 de 2009**

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

### **Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946**

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

## TABLA DE CONTENIDOS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 LA ROSA	2
2.1.1 Clasificación taxonómica y descripción botánica	2
2.1.2 Importancia económica	3
2.1.3 Propagación	4
2.1.4 Formación de la planta y cosecha	4
2.1.5 Requerimientos del cultivo	5
2.1.5.1 Temperatura	6
2.1.5.2 Luz	7
2.1.5.3 Humedad relativa	7

2.1.6	Poscosecha de la flor cortada	8
3.	LOS AMINOACIDOS Y SU RELACION CON DIFERENTES EVENTOS FISIOLOGICOS EN LAS PLANTAS	10
4.	GENERALIDADES DE LA ABSCISIÓN	12
4.1	Definición de la abscisión	12
4.2	La zona de abscisión	12
4.3	Factores exógenos y endógenos relacionados con la abscisión	13
4.3.1	Factores exógenos	13
4.3.2	Factores endógenos	15
4.3.2.1	Auxinas y etileno	15
4.3.2.2	Otros reguladores relacionados con la abscisión	19
4.3.2.3	Generalidades del calcio y su relación con la abscisión	21
4.3.2.4	Generalidades del boro y su relación con la abscisión	22
5.	ELONGACION CELULAR Y EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS	23

6.	AUXINAS, CALCIO, BORO Y SUS RELACIONES CON LA LONGEVIDAD FLORAL	27
7.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	31
7.1	Formulación del problema	31
7.2	Preguntas de investigación	32
7.3	Justificación de la investigación	32
8.	OBJETIVOS	34
8.1	Objetivo general	34
8.2	Objetivos específicos	34
9.	MATERIALES Y METODOS	34
9.1	Población de estudio y diseño de la investigación	34
9.2	Métodos	36
9.3	Variables de estudio y muestra	37
9.3.1	Longitud de tallo	38

9.3.2	Longitud de flor	38
9.3.3	Abscisión floral en poscosecha	39
9.3.4	Longevidad de los tallos en florero	40
9.3.4.1	Duración promedio de los tallos en florero	40
9.3.4.2	Porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero	40
9.3.4.3	Causas de eliminación de los tallos en florero	40
10.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	42
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
11.1	Abscisión floral	44
11.2	Longitud de tallo y flor	48
11.3	Longevidad de los tallos en florero	50
12.	CONCLUSIONES	56
13.	RECOMENDACIONES	57
14.	REFERENCIAS	58



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Secuencia de apertura del botón de la rosa.	5
<b>Figura 2.</b> Media nave en el cultivo de <i>Rosa</i> sp. var. Classy.	35
<b>Figura 3.</b> Media nave con camas que la conforman en el cultivo de <i>Rosa</i> sp var. Classy.	35
<b>Figura 4.</b> Diseño de campo utilizado en la investigación	36
<b>Figura 5.</b> Detalle de los aminoácidos utilizados en combinación con el calcio	36
<b>Figura 6.</b> Detalle de la medición de la longitud del tallo con el uso de la regleta.	38
<b>Figura 7.</b> Detalle de la medición de la longitud de la flor con el uso del calibrador.	38
<b>Figura 8.</b> Metodología para cuantificar el porcentaje de tallos con abscisión floral.	39
<b>Figura 9.</b> Evaluación de tallos en florero.	41
<b>Figura 10.</b> Porcentaje de abscisión del botón floral de la <i>Rosa</i> sp. var. Classy bajo la aplicación de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.	44
<b>Figura 11.</b> Duración promedio de los tallos en florero de la <i>Rosa</i> sp. var. Classy, con cinco aplicaciones (primer muestreo) de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.	51

- Figura 12.** Duración promedio de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy, con diez aplicaciones (segundo muestreo) de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro. 52
- Figura 13.** Porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy, con cinco y diez aplicaciones (primer y segundo muestreo) de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro. 53
- Figura 14.** Porcentaje de las causas más comunes de eliminación presentadas en el botón floral de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy, con cinco y diez aplicaciones (primer y segundo muestreo) de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro. 53
- .

## LISTA DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Promedio de la longitud de los tallos y botones florales de la <i>Rosa</i> sp. var. Classy, bajo la aplicación de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.	48
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de tallos de <i>Rosa</i> sp. var. Classy y sus causas de eliminación en la evaluación de florero, luego de cinco y diez aplicaciones de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro	54

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>Anexo 1.</b> Verificación de supuestos para las variables de estudio	67
<b>Anexo 2.</b> Pruebas estadísticas	91

## RESÚMEN

En Colombia existen aproximadamente 7.300 ha destinadas al cultivo de flores y el 48 % de las flores de corte exportadas son rosas. Considerando la importancia en el mercado de la *Rosa* sp. var. *Classy*, los requerimientos de calidad exigidos para la comercialización y el impacto negativo de la abscisión prematura para el cultivo de rosas de exportación, se evaluó el efecto de tres tratamientos sobre la abscisión floral, el crecimiento y la longevidad de los tallos en florero de ésta variedad. El estudio se realizó en una finca dedicada a la producción y exportación de rosas de corte, ubicada en el municipio de Funza (Cundinamarca) a una altura aproximada de 2.548 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 14°C y una humedad relativa del 66%. Los tratamientos se aplicaron hacia la flor y consistieron en el tratamiento control: sin ninguna dosis de hormonas o nutrientes, tratamiento uno: una combinación de 5.0 % p/p de aminoácidos y 300 ppm de calcio y el tratamiento dos: una combinación de 8,5 ppm de ANA (ácido  $\alpha$ - naftalenacético), 300 ppm de calcio y 61,5 ppm de boro. El manejo en poscosecha consistió en hidratación, almacenamiento y simulación de transporte. La aplicación de aminoácidos y calcio redujo la abscisión floral de la *Rosa* 'Classy', en un 29,2%, comparado con el tratamiento control. Los tratamientos evaluados no aumentaron el crecimiento del tallo y la flor en comparación con el control. La combinación de aminoácidos y calcio y ANA, calcio y boro determinaron una mayor duración promedio (7,5 y 7,0 días, respectivamente) y un mayor cumplimiento (tallos no eliminados antes del quinto día) con un 66,6% y 62,5%, respectivamente de los tallos en florero. Un mayor número de aplicaciones (diez) de la combinación de aminoácidos y calcio logró disminuir el porcentaje de eliminación por *Botrytis* en un 32,6% y el de senescencia en un 45,6% seguido por los resultados obtenidos con la aplicación de ANA, calcio y boro, en comparación con el control.

## ABSTRACT

In Colombia there are approximately 7.300 hectares of land destined to grow flowers and 48% of these flowers used for exportation purposes are cut roses. Considering the importance of the *Rose* sp. var. Classy, the quality requirements demanded for commercialization and the negative impact of premature abscission over the crops of exportation roses, it was evaluated the effect of three different treatments over the floral abscission, growth and the longevity in vase of this variety. The study was conducted on a farm dedicated to the production and export of cut roses, located in Funza (Cundinamarca) at an approximate 2,548 meters above sea level with an average temperature of 14°C and a relative humidity of 66%. The treatments were applied towards the flower and consisted in control treatment: without any hormones or nutrients application, treatment one: a combination of 5.0% p/p of aminoacids and 300 ppm of calcium and treatment two: a combination of 8,5 ppm of ANA ( $\alpha$ -naftalenacetic acid), 300 ppm of calcium and 61,5 ppm of boron. The handling at the postharvest stage consisted on hydration, storage and transport simulation. The aminoacids and calcium applications reduced the floral abscission of the *Rose* 'Classy' in 29.2%, in comparison to the control treatment. The evaluated treatments did not accomplish to increase the stem and flower growth compared to the control treatment. The combination of aminoacids and calcium and ANA, calcium and boron determined a longer average duration (7,5 and 7,0 days respectively) and a better performance (stems that were not removed before five days) with 66.6% and 62.5% of the stems in vase. A larger number of applications (ten) of the combinations of aminoacids and calcium treatment decrease in 32.6% the elimination percentage due to *Botrytis* as well as the senescence in 45.6% followed by the results of the application of ANA, calcium and boron, in comparison to the control.

## INTRODUCCIÓN

La floricultura representa una importante actividad agrícola en Colombia, ocupa los primeros puestos de las exportaciones totales del país y es el primer rubro agrícola no tradicional de exportaciones en Colombia. Adicionalmente, es una industria que en tan sólo 7.300 hectáreas, localizadas en la Sabana de Bogotá y el Oriente antioqueño, generó en el año 2006, 111.000 empleos directos y 94.000 empleos indirectos.

En el mercado mundial, Colombia se posiciona como segundo exportador de flores frescas después de Holanda y ocupa el primer puesto como proveedor a los Estados Unidos. La producción se mantiene como una actividad netamente exportadora, debido a que más del 95% de la producción se destina a los mercados internacionales y el 5% restante se dirige a mercados internos. Entre las principales flores de corte exportadas se encuentran la rosa, el clavel, el crisantemo, la alstroemeria.

Al momento del corte o en la poscosecha, algunas variedades de rosa experimentan procesos de abscisión floral prematura. Dentro de estas, se encuentra la variedad roja “Classy” que según los productores ha generado pérdidas superiores al 15% de la producción equivalentes a \$64'800.000 pesos  $\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ .

La abscisión es un proceso fisiológico que sucede de forma natural en las plantas. Sin embargo, situaciones de estrés vegetal pueden inducir abscisiones prematuras que generan pérdidas económicas importantes en diversas plantaciones. Entre los factores endógenos relacionados con los procesos de abscisión se incluyen la disminución en la síntesis, concentración y transporte de auxinas, el aumento en las concentraciones de etileno, las condiciones medioambientales adversas, las deficiencias nutricionales que producen cambios moleculares, bioquímicos y estructurales, que afectan una zona determinada y provocan la separación del órgano del resto de la planta.

Considerando la importancia económica de la *Rosa* sp. var. Classy y el impacto negativo de la abscisión prematura para el cultivo de rosas de exportación, es relevante buscar alternativas que permitan enfrentar dicha problemática evaluando el efecto de diferentes tratamientos en su calidad.

En este trabajo se evaluó el efecto de la aplicación de aminoácidos, calcio boro y ácido naftalenacético sobre la abscisión floral, el crecimiento y la longevidad de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 LA ROSA**

#### **2.1.1 Clasificación taxonómica y descripción botánica**

La *Rosa* sp. variedad Classy es una dicotiledónea perteneciente al orden rosales y a la familia de las rosáceas (Sanabria, 2005).

La planta de rosa es un arbusto perenne de tamaño bajo a medio según la especie, en estado reproductivo y tallos generalmente espinosos. Las rosas presentan una inflorescencia que puede tener formas de cima, corimbiforme o paniculada y corola de variados colores. La inflorescencia posee cinco sépalos, numerosos pétalos, con estambres y pistilo encerrados en un receptáculo carnoso en forma de baya. Presenta hojas alternas, trifoliadas o con más foliolos (cinco ó siete). El fruto se conoce como garambullo y es rico en vitamina C (Caneva, 1986; Hasek, 1996).

Las variedades son en su mayoría de origen híbrido, por lo que sólo figuran en los catálogos hortícolas sin aparecer en clasificaciones botánicas del género. La cantidad real de especies verdaderas no se conoce, debido a la gran cantidad de híbridos encontrados en estado silvestre (Caneva, 1986; Salinger, 1991; Hasek, 1996).

Actualmente, las variedades comerciales son híbridos de especies de rosa desaparecidas hace varias generaciones. Para flores cortadas se utilizan el tipo híbrido de té (cruce entre *Rosa china* e híbridos europeos) el cual presenta tallo largo, con una o más flores grandes por tallo, y en menor extensión el tipo floribunda (cruce entre híbridos de té y Polyanta) caracterizado por presentar sus flores abundantes, medianas a pequeñas y con tallos medianos a cortos (Salinger, 1991; Hasek, 1996; Sanabria, 2005).

### **2.1.2 Importancia económica**

El área de producción de flores ocupa más de 190.000 hectáreas en el mundo. Holanda es el país de mayor producción de flor cortada, abasteciendo países como Alemania, Suiza, Francia y el Reino Unido. Las flores colombianas ocupan un lugar destacado dentro de las preferencias de los consumidores por su calidad, colorido y belleza; cualidades que han permitido que Colombia se haya posicionado como el segundo exportador mundial de flores frescas con una participación del 14% después de Holanda que cuenta con una participación del 56% (Rodríguez, 2006).

Las exportaciones florícolas de Colombia, iniciaron en el año 1965 con un retorno de US\$20.000, cifra que en el 2004 alcanzó los US\$580 millones. Entre enero y octubre de 2008, Colombia exportó US\$982,1 millones. El principal mercado objetivo es Estados Unidos con el 75% del total de las exportaciones florícolas, siendo las rosas, las flores más demandadas (Asocolflores, 2008).

En Colombia el 48% de las flores exportadas son rosas, el 24% son claveles (estándar y miniatura), y el 4% son crisantemos. Desde la década de los 90, la rosa se ha consolidado como una de las flores ornamentales más comercializada en el mundo, debido a una ampliación de la oferta durante todo el año y a la creciente demanda para uso doméstico (Rodríguez, 2006; Asocolflores, 2008).

### **2.1.3 Propagación**

La propagación del rosal puede hacerse por vía sexual (por semillas) o asexual utilizando esquejes, cultivo de tejidos, injertos de yema, siendo éste último, el método más utilizado para la producción de flor cortada. El método de injerto consiste en colocar la yema de la variedad deseada en un patrón (los más comunes son *Rosa manetti* y *R. odorata*) con el objetivo de mejorar la calidad de la variedad injertada. Los criterios para escoger un tipo de patrón son diversos, entre ellos la presencia de tallos más vigorosos, resistencia a plagas y enfermedades o producción de flores de mejor calidad, de manera que se obtienen beneficios atribuidos a las características propias del patrón, las cuales no se obtendrían si el cultivar creciera con su propia raíz (Hasek, 1996; Sanabria, 2005).

### **2.1.4 Formación de la planta y cosecha**

Las primeras yemas florales que produce la planta se podan o "pinchan" con el objetivo de inducir el crecimiento de tallos y follaje antes de que se produzca la primera floración. Las ramas principales se cortan cuatro o seis yemas arriba desde su base y los tallos débiles y tallos no florales (que carecen de yemas) se dejan como follaje para fotosíntesis. Posteriormente, los tallos fuertes se estimulan a crecer y una vez se produce la floración, se cortan las flores dejando mínimo tres yemas sobre el tallo basal. El corte se realiza de 6 a 10 mm por encima de la tercera yema del tallo con una inclinación de 45°, de forma que si cae agua al corte ésta se pueda escurrir hacia el lado contrario de la yema evitando la proliferación de microorganismos como *Botrytis* sp. sobre el tallo (Salinger, 1991).

La cosecha se determina con la apertura del botón floral, la cual depende del ciclo de la variedad y de las exigencias del cliente, entre otros (Salinger, 1991).

En la figura 1, se muestra el proceso de apertura del botón floral de la rosa. El primer gráfico muestra un botón floral inmaduro, con un punto de apertura cerrado, el cual tiene una corta longevidad en florero.

En el segundo, se muestra el punto ideal de corte (llamado comúnmente “punto de lápiz”), caracterizado por la separación de los sépalos del botón floral. Este punto de corte se realiza cuando la flor cortada se envía a destinos distantes debido a que el botón floral se abre un poco durante el periodo de transporte, llegando en un buen punto de apertura para el cliente. El tercer gráfico muestra el punto de corte que se utiliza para la mayoría de variedades. El siguiente, muestra el punto de apertura común para las variedades con flores grandes, las cuales, al poseer mayor número de pétalos, pueden tardarse en abrir un poco más que otras variedades. El último que se observa es característico de flores que normalmente se demoran en abrir (Pertwee, 2000).

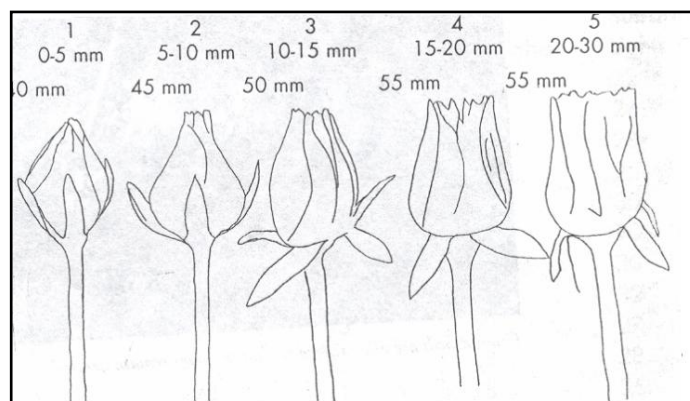


Figura 1. Secuencia de apertura del botón de la rosa. Tomado de Pertwee, 2000.

### 2.1.5 Requerimientos del cultivo

Cualquier condición inadecuada de nutrición mineral, humedad, intensidad lumínica, temperatura, entre otras, puede disminuir la calidad de la planta, afectando sustancialmente la longevidad de la flor cortada. Halevy y Mayak (1979) estimaron que las condiciones a las que se han sometido las flores de corte durante la precosecha influyen entre un 30 y un 70% sobre su vida en florero.

### **2.1.5.1 Temperatura**

Los valores óptimos de temperatura que se manejan en los cultivos se establecen teniendo en cuenta la temperatura nocturna, en base a ésta, se fija un diferencial con la temperatura diurna de 5 a 9°C (Salinger, 1991).

La temperatura nocturna recomendada para el cultivo de rosas oscila entre 15 y 17°C y la temperatura diurna entre 20 y 26°C. En Colombia la longitud de los tallos de las rosas son mayores comparados con los tallos producidos en otros países, debido a que la diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas es muy propicia para su crecimiento (Salinger, 1991; Fischer, 1997; Sanabria, 2005).

Las temperaturas bajas pueden ocasionar una menor absorción y transporte de agua en la planta, al igual que una menor elongación celular. Una temperatura nocturna inferior a 12°C disminuye el transporte de azúcares desde las hojas a la flor y a las yemas. Las temperaturas por debajo de los 5°C, pueden ocasionar incremento en el número de tallos no florales, flores pequeñas y hojas fotosintéticamente inactivas; a temperaturas por debajo de 0°C, se pueden presentar respuestas a daños por congelamiento, como abscisión floral, pudrición de botones y necrosis de células. Temperaturas mayores a 26°C, producen deshidratación de células, tallos delgados y largos, flores pequeñas, aumento de tallos no florales y reducción de los procesos metabólicos a causa de la desnaturalización de enzimas. Por encima de 30°C se induce el cierre de estomas en respuesta al estrés hídrico (Salinger, 1991; Fischer, 1997; Sanabria, 2005).

Moe (1973) observó una mayor longevidad en rosas expuestas a temperaturas entre 21 y 24°C.

### **2.1.5.2 Luz**

La rosa es una planta que reduce la cinética de crecimiento si se somete a fotoperiodos de menos de ocho horas. Una práctica muy utilizada en los cultivos de rosa en Holanda consiste en someter las plantas a condiciones de día largo (16 horas de luz) con un nivel de iluminación de hasta 3.000 lux (Pertwee, 2000).

Las plantas son más eficientes fotosintéticamente cuando están expuestas a longitudes de onda entre 390 nm (luz azul) y 700 nm (luz roja) razón por la cual, productores de polietileno utilizan este conocimiento para producir cubiertas de invernaderos que transmiten selectivamente estos fotones. La exposición de las plantas a la luz roja (700 nm) y a la luz roja lejana (730 nm), activa en gran medida el proceso de floración (Newman, 1999). Las plantas capturan la luz roja y la luz roja lejana (730 nm) principalmente por medio del fitocromo, proteína fotorreceptora con actividad quinasa que en función del tipo de luz detectada regula diversos procesos en las plantas como la germinación, el crecimiento, la floración y la senescencia (Taiz & Zeiger, 2006).

Los investigadores israelitas sostienen que la intensidad de luz y su duración están proporcionalmente relacionadas con la floración, por esta razón, han realizado construcciones con fibra de vidrio para interceptar la mayor cantidad de luz posible en época de invierno (Salinger, 1991).

Según Vonk Noordegraaf (1995) la exposición de las plantas a una radiación solar alta ( $1200 \text{ Watt/m}^2$ ) promueve el peso seco de las flores y aumenta el número de botones por planta.

### **2.1.5.3 Humedad relativa**

La condición de alta humedad relativa en el invernadero puede determinar resultados tanto positivos como negativos en el cultivo del rosal.

Darlington y colaboradores (1992) evaluaron el efecto de la humedad relativa (HR) en dos variedades de rosa ('Royalty' y 'Samantha') y encontraron que una HR mayor al 80%, incrementó el número de tallos florales, la longitud de los tallos y el área foliar en ambas variedades.

Una HR entre 25 y 80% favorece el crecimiento de la planta, sin embargo, cuando la HR sobrepasa el 80%, se incrementa la tasa de infección por los hongos *Peronospora* sp. y *Botrytis* sp., ocasionando disminución en la longevidad de la flor cortada (Salinger, 1991). Fischer (1997) comenta que humedades ambientales del 70 al 85% son muy favorables para el crecimiento de la rosa, obteniéndose tallos más largos, así como hojas y flores más grandes que sí se mantuvieran en ambientes más secos.

A medida que disminuye la HR y aumenta la temperatura, la tasa de transpiración se incrementa, sin embargo, cuando la HR es demasiado baja puede producirse el cierre de estomas, ocasionando posteriormente problemas de deficiencias de elementos en la planta, (entre ellos el calcio y el boro) debido a que su movilización en la planta dependen en gran medida de la tasa de transpiración (Medina, 1999). Igualmente, en las horas de la mañana, cuando existen condiciones de baja temperatura, el déficit de saturación de vapor de agua es bajo, produciéndose HR altas (mayores al 80%), que pueden de igual forma, disminuir la tasa de transpiración. Por otro lado, sí la tasa transpiratoria es excesiva, los nutrientes tenderán a acumularse en las hojas, presentándose deficiencias y deshidratación de la planta (Pizano, 2003). Mortensen & Fjeld (1995) observaron una disminución en la duración en florero de las rosas cortadas cuando se registraron HR del 90% en las tres semanas antes de la cosecha, observándose cabeceo y deshidratación del follaje.

#### **2.1.6 Poscosecha de la flor cortada**

La etapa de poscosecha de rosas comprende el proceso realizado desde que se cosechan los tallos hasta que las flores llegan al consumidor. La calidad y disponibilidad continúa del agua en la poscosecha y el control de la temperatura inmediatamente después del corte, son condiciones que aseguran longevidad floral (Cumbal, 2003).

Una vez cosechados los tallos, se deben colocar de manera inmediata en tinas con agua limpia que contengan cloro o hipoclorito a concentraciones entre 40 y 60 ppm, que actúan como sustancias biocidas (Cumbal, 2003).

El ácido cítrico y el sulfato de amonio también son utilizados en las soluciones de poscosecha, como acidificadores de la solución de hidratación, las cuales mejoran la absorción de agua y evitan que se produzca cabeceo de botones. Después de la hidratación, los tallos florales son almacenados en el cuarto frío donde se manejan temperaturas entre 0 y 2°C, por medio de las cuales se busca reducir el metabolismo para retrasar la respiración y la senescencia y aumentar la vida de los tallos en florero (Cumbal, 2003).

Posterior a esto, los tallos se llevan a las mesas de clasificación donde se hidratan y seleccionan de acuerdo a parámetros como la longitud del tallo, el tamaño de botón, el grado de torcimientos, daños por enfermedades y plagas, entre otros. Una vez clasificados los tallos, se arman los ramos, se envuelven en periódico, cartón corrugado o film plástico, para enviarse a cuarto frío, donde se hidratan nuevamente, se empacan en cajas y se remiten al cuarto de despachos (con temperaturas entre 0 y 2°C) antes de transportarse. Posteriormente, se despacha la flor en un camión (generalmente con sistema de refrigeración) para su transporte al aeropuerto y finalmente se envía al consumidor (Hasek, 1996; Reid & Nell, 2002).

En el proceso de poscosecha también es importante evitar los efectos adversos causados por la presencia de etileno en la atmósfera, como la abscisión de hojas, botones, flores y pétalos, el marchitamiento prematuro o la senescencia (Reid & Nell, 2002). Para el caso de la rosa, aunque algunas variedades presentan un aumento (poco significativo) en la producción de éste gas, la especie en general es poco sensible al etileno, por esta razón la aplicación de inhibidores del etileno ha resultado poco importante para controlar la longevidad de los tallos de rosa (Hasek, 1996).

Cumbal (2003) sostiene que un adecuado proceso de poscosecha se reflejará en una duración promedio de los tallos en florero de ocho días (dependiendo de la variedad).

La mayoría de las fincas comercializadoras de flores realizan evaluaciones de la duración de la rosa en florero, para observar el efecto de las condiciones a las cuales han sido expuestas las flores en la precosecha y así comprobar que el proceso de poscosecha se ha efectuado adecuadamente. En estas evaluaciones, los parámetros que se tienen en cuenta son: la duración promedio de los tallos reproductivos en florero, el porcentaje de cabeceo, la presencia de *Botrytis* sp., la coloración del follaje, la senescencia y la necrosis, entre otros (Reid & Nell, 2002).

Para realizar estas evaluaciones se debe contar con un lugar apropiado en donde se aseguren las condiciones adecuadas de intercambio de aire continuo y sin corrientes de aire directa, un fotoperiodo de 12 horas sin rayos directos del sol, temperatura promedio de 18°C y una humedad relativa entre el 60 y 80%. Las evaluaciones de vida en florero se realizan generalmente después del simulacro de transporte, el cual consiste en asemejar las condiciones a las que será expuesta la flor después de su salida de la sala de poscosecha hasta que llega al cliente final. Este simulacro puede durar desde tres hasta siete días, incluyendo días en cuarto frío, en cuarto de despachos y en lugares a temperatura ambiente (Hasek, 1996).

### **3. LOS AMINOÁCIDOS Y SU RELACIÓN CON DIFERENTES EVENTOS FISIOLÓGICOS EN LAS PLANTAS**

Los aminoácidos constituyen los compuestos principales de las proteínas. Son sustancias orgánicas de bajo peso molecular que presentan un grupo carboxilo (COOH) y un grupo amino (NH<sub>2</sub>), que participan en la resistencia y recuperación frente a situaciones de estrés por heladas, cambios bruscos de temperatura, sequía, salinidad y otros factores (Medina, 1999; Gómez *et al.*, 2001).

En general el estrés en las plantas ocasiona diferentes eventos fisiológicos como: la disminución en la cinética de crecimiento y desarrollo, reducción de la fotosíntesis, el aumento de la respiración, el inicio y/o aceleración de la senescencia foliar, la disminución

de la síntesis de metabolitos, y el incremento del ácido abscísico, con la consecuente abscisión de hojas (Arjona, 2004). Los aminoácidos también actúan como reguladores del transporte de iones necesarios para el desarrollo vegetal (entre ellos los iones poco móviles como el calcio), al favorecer la penetración, absorción y transporte de los elementos minerales en la planta (Londoño & Naranjo, 1996; Medina, 1999).

Los aminoácidos son de fácil absorción y asimilación tanto por vía radical como por vía foliar; cuando son absorbidos por vía edáfica, se translocan en la planta en la corriente xilemática hacia las hojas o a los puntos de crecimiento para ser metabolizados. Si son aplicados por vía aérea con dirección foliar se transportan a órganos como brotes, flores y frutos donde se integran al metabolismo vegetal (Londoño & Naranjo, 1996; Medina, 1999).

Debido a las diversas funciones que cumplen los aminoácidos en la planta su aplicación es cada vez más frecuente en los cultivos. Se han realizado aplicaciones de aminoácidos en cultivos de rosas, encontrándose como resultado que éstos favorecen la síntesis de proteínas y aumentan la protección de las plantas en condiciones de estrés. Igualmente, existen reportes de aplicaciones de aminoácidos en combinación con micronutrientes a plantas de cebolla y arveja en las que se ha observado una mayor eficacia de la fertilización, al incrementarse la absorción y translocación de los elementos minerales en la planta (Franco, 2006).

La obtención de aminoácidos en forma libre para uso agrícola se logra a partir de la ruptura de los enlaces peptídicos de las proteínas vegetales o animales, mediante procesos como hidrólisis ácida, hidrólisis ácida controlada o hidrólisis enzimática. Entre los aminoácidos que se obtienen por estos procesos se encuentran la arginina que interviene en la síntesis de clorofila y es precursor de la síntesis de poliaminas (Londoño & Naranjo, 1996; Medina, 1999). La prolina incrementa la fertilidad del pólen y suministra a la planta mayor tolerancia a las heladas por el fortalecimiento que proporciona a las paredes celulares, contribuyendo así a una mayor resistencia de las células vegetales a condiciones climáticas desfavorables (Arjona, 2004).

La glicina y la alanina son aminoácidos esenciales en la síntesis de clorofila, el ácido glutámico interviene en el desarrollo de los meristemos, estimula el crecimiento y participa en la respuesta antiestrés, la fenilalanina es precursor de la síntesis de lignina y la serina interviene en mecanismos de resistencia ante condiciones adversas (Arjona, 2004).

## **4. GENERALIDADES DE LA ABSCISIÓN**

### **4.1 Definición de la abscisión**

La abscisión es el proceso que produce el desprendimiento de hojas, flores y frutos de las plantas ocasionado por la disolución de las paredes celulares en la estructura de inserción de éstos órganos. Es un proceso fisiológico que favorece la dispersión de semillas, disminuye la dispersión de enfermedades al desprenderse de la planta órganos que se encuentran infectados, y elimina la demanda respiratoria de órganos que no se necesitan. A pesar de que la abscisión es un proceso que ocurre naturalmente en las plantas, diferentes factores pueden inducir abscisiones prematuras de órganos, que ocasionan el desprendimiento de órganos como flores o frutos que aún no han completado su estado de madurez fisiológica, generando pérdidas económicas importantes en diversas plantaciones (Van Doorn & Stead, 1997; Azcón-Bieto & Talón, 2000; Taylor & Whitelaw, 2001).

### **4.2 La zona de abscisión**

Los órganos de las plantas se separan o se desprenden en una zona concreta llamada zona de abscisión, la cual posee células morfológicamente distintas a las células que no hacen parte de ésta zona. Las hojas de tabaco, por ejemplo, carecen de esta zona, por lo cual sus hojas no se desprenden (Salisbury & Ross, 2000).

Van Doorn & Stead (1997) exponen que la presencia de la zona de abscisión no necesariamente conlleva a un proceso de abscisión. Los autores sostienen que las rosas de corte presentan una zona de abscisión en el pedúnculo, pero solo en algunas variedades esta zona se vuelve funcional.

La zona de abscisión en la mayoría de las plantas, puede distinguirse morfológicamente, por poseer células pequeñas, cuadradas, con paredes celulares primarias no lignificadas, y con un denso citoplasma, características determinantes en la apariencia de surco en el órgano desprendido (Patterson, 2001; Taylor & Whitelaw, 2001).

La zona de abscisión se diferencia en estadios tempranos del desarrollo de la planta, permanece en estado latente hasta que una señal genética activa el proceso de abscisión. Una vez se activa el proceso, se producen procesos como: la expansión de las células de esta zona, el rompimiento de las lamelas medias y la degradación de las paredes celulares de algunas de las capas celulares que conforman la zona de abscisión (denominada zona de separación) produciéndose posteriormente el desprendimiento del órgano. El período de tiempo que transcurre desde que es inducida la zona de abscisión hasta que el órgano se desprende, puede variar entre los mismos órganos de las plantas y/o entre especies. De esta manera, el proceso de abscisión de flores o de botones florales puede tener un periodo de duración entre una a cuatro horas, en contraste con la abscisión de hojas o frutos que puede tardar hasta tres días completos (Smith, 1999; Azcón-Bieto & Talón, 2000; Salisbury & Ross, 2000; Patterson, 2001; Taylor & Whitelaw, 2001; Al Saqri, 2004).

### **4.3 Factores exógenos y endógenos relacionados con la abscisión**

#### **4.3.1 Factores exógenos**

La abscisión floral puede ocurrir durante el desarrollo del botón floral, antes o después de la fertilización. En ciertas especies se activan las zonas de abscisión por falta de polinización y en algunas otras por falta de fertilización después de transcurrir un periodo de tiempo prolongado (Aufhämmer *et al.*, 1987; Aloni *et al.*, 1996).

Igualmente, los tratamientos con una reducida cantidad y calidad de luz han demostrado tener una incidencia importante en la abscisión de diversos órganos como hojas, botones florales, flores y frutos. Van Meeteren & De Proft (1982) estudiaron el efecto de la

oscuridad en lirios y encontraron un incremento en la abscisión junto con un incremento en la producción de etileno.

A su vez en los estudios realizados por Mao y colaboradores (1989), se reporta un incremento en la producción de auxina libre en hojas de Coleo en respuesta al incremento de luz roja y a la reducción de luz roja lejana. Altas intensidades lumínicas al promover un alto contenido de carbohidratos, permitiría que la planta sintetizara rápidamente fitohormonas tanto para el crecimiento y desarrollo, como para la inhibición de los procesos de abscisión. Según Vonk Noordegraaf (1995) una radiación solar alta (1200 Watt/m<sup>2</sup>) disminuye la abscisión floral en la rosa, el lirio y el gladiolo.

Los floricultores de la Sabana de Bogotá sostienen que bajo condiciones predominantes de escasa iluminación y temperaturas nocturnas bajas la abscisión floral en algunas variedades de rosa puede ser de hasta el 15% de su producción total (Flórez *et al.*, 2005). Según Fischer (1997) la abscisión floral que ocurre en algunas variedades de rosa, “puede producirse en el momento del corte en las horas de la mañana y normalmente durante épocas de baja iluminación, o también cuando el estado nutricional de la planta no es adecuado”. Entre las recomendaciones que el autor sugiere para disminuir la abscisión floral se encuentran, abrir las cortinas del invernadero antes de realizar la cosecha de los tallos o utilizar ventiladores si la temperatura es muy baja, para disminuir la humedad ambiental, con el objetivo de aumentar la tasa de transpiración y reducir la turgencia del tallo.

Al Saqri (2004) reporta que plantas de *Hibiscus rosa-sinensis* sometidas a transporte durante seis días a temperatura alta (25°C) sufrieron abscisiones de los botones florales inmaduros, por el contrario no observó abscisión de los botones cuando las plantas fueron transportadas durante dos días a temperaturas entre 13°C y 18°C. En especies de ají y fríjol las temperaturas elevadas (mayores a 25°C) también estimulan la abscisión floral (Van Doorn & Stead, 1997). Bajo condiciones de bajas y altas temperaturas, los niveles de ácido abscísico (ABA) y etileno aumentan, mientras que los niveles de citoquininas y auxinas considerados como reguladores de crecimiento que inhiben la abscisión disminuyen (Salisbury & Ross, 2000).

Reid (1985) y Roberts y colaboradores (2000) sostienen que el balance entre los diferentes reguladores de crecimiento y sus efectos interrelacionados juegan un importante papel en el control de la abscisión.

Igualmente, condiciones de estrés por déficit hídrico y por infestaciones por patógenos pueden llegar a desencadenar abscisiones foliares. Cuando se presentan condiciones de sequía, el área foliar se reduce y trae consigo descensos en la tasa fotosintética y cambios en la tasa transpiratoria principalmente por cierre de estomas, ocasionando finalmente procesos de abscisión foliar (Taylor & Whitelaw, 2001).

### **4.3.2 Factores endógenos**

#### **4.3.2.1 Auxinas y etileno**

Las auxinas se sintetizan principalmente en los puntos de crecimiento ubicados en los brotes, en las hojas jóvenes y en los frutos en desarrollo. Se transportan basipétalmente en forma polar o unidireccional contribuyendo a la formación de un gradiente longitudinal desde el brote hasta la raíz, el cual afecta procesos como la dominancia apical, la elongación del tallo, la abscisión de órganos y la senescencia foliar. La velocidad e intensidad del transporte de fitohormonas dependen de la especie, el tipo de tejidos, el estado de desarrollo, la edad, y la concentración de hormona en la planta (Salisbury & Ross, 2000; Epstein & Bloom, 2005; Taiz & Zeiger, 2006).

Gardner y colaboradores en 1939, reportan que la aplicación de auxinas retrasa los procesos de abscisión de hojas, flores y frutos de árboles de pera y manzano. Addicott & Lynch (1955) redujeron la abscisión de inflorescencias de plantas de olivo con aplicaciones de auxinas. Igualmente, Aarts (1957) redujo la abscisión de inflorescencias de plantas de aliso y avellana realizando aplicaciones foliares con auxinas.

Los compuestos sintéticos cuyos efectos son similares al compuesto natural AIA (ácido 3-indolacético), entre ellos el ANA (ácido  $\alpha$ -naftalenacético) y el 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) se consideran auxinas, que constituyen un grupo de sustancias utilizadas comercialmente durante más de 50 años en la agricultura. Al ser aplicadas en bajas cantidades modifican el desarrollo de las plantas y a diferencia del AIA su efecto permanece por mayor tiempo en la planta (Strasburger *et al.*, 1993).

Van Doorn y Stead (2002) sostienen que se han utilizado auxinas sintéticas para prevenir la abscisión floral. Actualmente en la agricultura se realizan aplicaciones de ANA en árboles de manzano, pera y otros frutales para retrasar la caída de los frutos. Narasimham y colaboradores (1967) con aplicaciones de ANA una semana previa a la cosecha de racimos de uvas redujeron la cantidad de granos caídos. Davies (1988) considera que cuando la auxina ANA es aplicada durante los estadios medios del desarrollo del fruto, en plantas de manzano, pera o vid se previene o retrasa la abscisión previa a la cosecha comercial (citado por Salisbury & Ross, 2000).

La aplicación de auxinas reduce la abscisión floral en plantas de *Geraldton wax*, *Lupinus sp*, begonias, algodón, manzanos, fríjol, cerezos, y otras (Taylor & Whitelaw, 2001).

Taiz & Zeiger (2006) por medio de un experimento demostraron el papel de la auxina en los procesos de abscisión foliar. Los autores cortaron la hoja madura de un tallo dejando el peciolo intacto, posteriormente aplicaron auxina al área cortada del peciolo y observaron que con éste tratamiento se prevenía la formación de la capa de abscisión, por el contrario, al no aplicarlo se aceleraba su formación.

Roberts y colaboradores (2000), sostienen que aunque el papel de las auxinas en la disminución de la abscisión está muy bien documentado, el conocimiento de cómo estos reguladores de crecimiento impiden que las células de la zona de abscisión respondan al etileno aún es limitado.

Pese al gran número de reportes que confirman los resultados positivos del uso de las auxinas en la disminución de la abscisión, también se han encontrado resultados poco satisfactorios del efecto de estos reguladores en la reducción del proceso de abscisión (Wien & Zhang, 1991; Clifford *et al.*, 1992; Van Doorn & Stead, 1997).

Así como las auxinas se caracterizan generalmente por retrasar los procesos de abscisión, otras sustancias reguladoras como el etileno, lo aceleran (Taiz & Zeiger, 2006). Esta fitohormona participa en diferentes procesos de crecimiento y desarrollo vegetal; juega un papel fundamental en el proceso de la maduración de frutos, la germinación de semillas, la senescencia y la abscisión de órganos. Puede ser sintetizado en todos los tejidos de la planta, aunque su tasa de producción depende del tipo de tejido y del estado de desarrollo (Azcón-Bieto & Talón, 2000; Taiz & Zeiger, 2006). La síntesis de éste regulador se estimula por exposición de las plantas a temperaturas extremas (35°C), infecciones, sequía, entre otros. El efecto que desencadena el etileno, se produce a muy bajas concentraciones (hasta del orden de nanomoles) al ser un gas se difunde libremente por los tejidos intercelulares y fuera de ellos (Patterson, 2001). La respuesta al etileno depende de la concentración, del tiempo de exposición al mismo y de la sensibilidad del tejido al etileno (Taiz & Zeiger, 2006).

Se han reportado como flores muy sensibles a la exposición del etileno al clavel, el iris, la fresia y el lirio, mientras que la gérbera y el tulipán se consideran poco sensibles. Igualmente se ha encontrado que no todas las variedades de una misma especie presentan la misma respuesta al etileno como la rosa y la alstroemeria (Medina, 1999).

Existen diferentes reportes que soportan la idea de que el etileno es un acelerador importante de los procesos de abscisión y que el equilibrio entre las auxinas y el etileno controlan este proceso (Van Doorn & Stead, 1997).

Un contenido adecuado de auxina en la planta retarda la senescencia e impide la abscisión. La translocación descendente de auxina desde los órganos (hoja, flor o fruto) hacia el tallo puede prevenir la separación celular en la capa de abscisión, disminuyendo así la sensibilidad del tejido al etileno (Taylor & Whitelaw, 2001). La zona de abscisión se vuelve sensible y responde al etileno cuando el gradiente de auxina es alterado. El etileno reduce el transporte e incrementa la degradación de auxinas en la planta y por lo tanto, disminuye los niveles de la misma en la zona de abscisión (Reid, 1985; Goszczynska & Zieslin, 1993; Taylor & Whitelaw, 2001).

La auxina producida en una hoja, se transporta hacia el eje principal de la planta formando un gradiente, si la producción de auxina disminuye por diferentes factores, entre ellos condiciones ambientales poco favorables, este gradiente puede disminuir, desaparecer o cambiar de dirección. Así, la zona de abscisión se vuelve sensible al etileno exógeno activándose finalmente el proceso de separación (Salisbury & Ross, 2000).

Hoyer (1985) observó que la aplicación de etileno producía la abscisión de botones florales de plantas del género *Hibiscus*. Wien y colaboradores (1989) encontraron que la abscisión de estructuras reproductivas de *Capsicum annuum* estaba correlacionada con un incremento en la producción de etileno en la planta, el cual podía prevenirse con la aplicación de auxina.

Van Doorn en el 2002, realizó una investigación con diferentes especies de familias de monocotiledóneas y dicotiledóneas con el objetivo de evaluar el efecto del etileno en la abscisión floral de éstas plantas. En éste estudio determinó que en algunos casos, la abscisión floral era consistente dentro de la totalidad de especies de una familia, como fue el caso de la familia *Solanaceae*. Por otro lado, no observo abscisiones florales después del tratamiento con etileno en plantas del género *Cymbidium*.

De esta investigación, el autor concluyó que la abscisión floral ocurría en diversas familias de monocotiledóneas y dicotiledóneas y que generalmente era un proceso que estaba regulado por el etileno endógeno.

En el modelo propuesto por Rubinstein & Leopold en 1963 se plantea la interacción entre las fitohormonas auxina-etileno y su relación con la abscisión foliar y floral. En este modelo se propone que el proceso de abscisión se encuentra dividido en dos etapas. En la primera etapa, la presencia de auxina en la planta inhibe la sensibilidad de la zona de abscisión al tratamiento con etileno y en la segunda etapa, debido a factores como la disminución de auxina, envejecimiento del órgano o al tratamiento con etileno, la auxina pierde la capacidad de retardar la abscisión y la zona se vuelve sensible al etileno, produciéndose finalmente un rápido debilitamiento de las capas de la zona de abscisión y la posterior separación del órgano de la planta. El etileno, produce la inducción y secreción de enzimas como las poligalacturonasas y  $\beta$ -1,4 glucanasas (celulasas), las cuales ocasionan el rompimiento de las lamelas medias, la degradación de las paredes celulares y la consecuente separación de las capas de la zona de abscisión. Se ha encontrado que la expansión de las células que se produce antes de que ocurra la abscisión, se retrasa en presencia de auxinas y se acelera por la acción del etileno (Smith, 1999; Azcón-Bieto & Talón, 2000; Roberts *et al.*, 2000; Patterson, 2001).

Salisbury y Ross (2000) sostienen que las plantas tratadas con tiosulfato de plata (STS) no pierden las hojas o las flores al ser un inhibidor de la acción del etileno. Goszczyńska & Zieslin (1993) encontraron que la aplicación de 0,1 mM de ácido-1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), precursor de la síntesis de etileno, tanto a tallos de rosa decapitados (sin botón floral) como no decapitados, promovía la abscisión de los pedúnculos. En contraste, observaron que la aplicación de 0,2 mM de STS a tallos decapitados retrasaba la abscisión de los pedúnculos por 10 días. Adicionalmente observaron que la abscisión de los pedúnculos decapitados se retrasaba por dos semanas con la aplicación de 0,2% de AIA en pasta de lanolina.

#### **4.3.2.2 Otros reguladores relacionados con la abscisión**

En la comunidad científica, existen diversas apreciaciones sobre la relación directa del ABA con la abscisión. Addicott & Lynch (1955) considera al ABA como la fitohormona principal en la regulación de la abscisión aunque sin una función totalmente identificada.

Otros autores indican que el papel del ABA en la abscisión es indirecto y mediado por los niveles de etileno en la planta.

Reid (1985) afirma que el ABA estimula los procesos de abscisión al activar la producción de etileno y al interferir en la producción, transporte y acción de la auxinas. Taylor & Whitelaw (2001) sostienen que el estrés hídrico y las bajas temperaturas aumentan las concentraciones de etileno y ABA y disminuyen las de las giberelinas, citoquininas y auxinas, generándose las condiciones apropiadas para presentarse los procesos de abscisión.

De la misma manera, Azcón-Bieto & Talón (2000) plantean que el ABA no cumple un papel fundamental en la abscisión sino que, al estar implicado en la respuesta de las plantas a situaciones de estrés, podría modificar el gradiente de auxinas, induciendo la síntesis de etileno y activando finalmente los procesos de abscisión. Smith (1999), afirma que no se requiere la presencia de ABA para desencadenar la abscisión y Patterson (2001) sostiene que el ABA tiene poca relación con los procesos de abscisión. Adicionalmente, se ha reportado que no todas las especies vegetales expuestas a aplicaciones de ABA presentan desprendimiento de las hojas (Taylor & Whitelaw, 2001).

En cuanto a la relación de otros reguladores como las giberelinas y las citoquininas Patterson (2001) plantea que éstas no son las que inciden directamente en el proceso, sino que la interacción de éstas con las auxinas y el etileno, son determinantes de los procesos de abscisión. Por otro lado, Zieslin y colaboradores (1989) sostienen que la aplicación de auxinas y giberelinas a los pedúnculos de rosa aumenta la actividad de la fenilalanina amonioliasa (PAL) y por ende la formación de estructuras lignificadas que proveen un mayor fortalecimiento del pedúnculo.

Por otro lado, Chatterjee (1977) aplicó giberelinas en el pedicelo de flores de algodón y encontró un aumento en la abscisión de flores. Hänisch ten cate & Bruinsma (1973) no observaron efectos en la abscisión de las flores de begonia al aplicar giberelinas y citoquininas (citado por Van Doorn & Stead, 1997). De lo anterior Van Doorn & Stead (1997) sostienen que el efecto de otros reguladores en la abscisión aún no es claro.

#### **4.3.2.3 Generalidades del calcio y su relación con la abscisión**

El calcio está localizado en su gran mayoría en las paredes celulares (apoplastos), membranas, en la lámina media y en las vacuolas. Es fundamental en la síntesis de la lamela media, estructura en la que se encuentra unido a las pectinas formando pectatos cálcicos que fortalecen y dan rigidez y estabilidad a las paredes celulares. El calcio unido a los fosfolípidos y a las proteínas en la superficie de las membranas, mantiene el funcionamiento e integridad de las mismas y ejerce un papel importante en la toma selectiva de iones. También está involucrado en la elongación y división celular y en la translocación de carbohidratos. El calcio actúa como segundo mensajero en las cadenas de percepción y transducción de señales hormonales y a través de su unión con diversas proteínas como la calmodulina y diversas quinasas regula y activa diferentes enzimas (Taiz & Zeiger, 1998; Azcón-Bieto & Talón, 2000; Pilbeam & Barker, 2006).

Se considera que el calcio, al aumentar la resistencia de los tejidos, a través de su participación en el fortalecimiento y estabilidad de las paredes celulares, reduce la abscisión de pedúnculos florales (Van Doorn & Stead, 1997; Roberts *et al.*, 2000; O'Brien, 2007). Fischer y colaboradores (1998) sostienen que la influencia del calcio en la disminución de la abscisión radica en su función fundamental como componente de la lamela media, indicando que un suministro adecuado puede reducir la abscisión.

La deficiencia de este elemento mineral en la planta genera una reducción en la firmeza de los tejidos, ocasionando posteriormente la quebradura de pedúnculos (Taylor & Whitelaw, 2001). Marschner (1995) sostiene que realizar aplicaciones con calcio dirigidas a los órganos como frutos, flores u hojas es un tratamiento eficaz y rápido para corregir deficiencias de éste elemento.

#### **4.3.2.4 Generalidades del boro y su relación con la abscisión**

La función principal del boro en la fisiología de las plantas y su modo de acción aún no es claro. A pesar de la escasa información que existe en la actualidad sobre la función del boro, existen reportes que lo involucran en diferentes eventos fisiológicos como el transporte de azúcares hacia las zonas meristemáticas, el desarrollo de frutos, el mantenimiento de la estabilidad de la pared celular, los procesos de floración, fructificación, división y la elongación celular, entre otros (Castillo *et al.*, 1994; Epstein & Bloom, 2005).

La distribución del boro en las plantas depende principalmente de la corriente transpiratoria (Marschner, 1995). La movilidad de éste en el floema ha sido un tema de discusión por diversos autores; algunos han reportado que el boro una vez se desplaza por la corriente de transpiración, se acumula en los puntos de crecimiento de tallos y hojas, resultando restringida su retranslocación por el floema. Sin embargo, diferentes estudios realizados con isótopos de boro han demostrado movilidad de este elemento por el floema en algunas especies de ciruelas, manzanos, rábanos y coliflores (Blevins & Lukaszewski, 1998). Otros autores afirman que luego de realizar aplicaciones foliares de boro a plantas de fríjol, ciertas cantidades de éste elemento se han translocado del floema hacia los brotes, en consecuencia, el boro podría ser clasificado como un elemento de movilidad intermedia en el floema (Marschner, 1995).

El requerimiento de boro entre especies vegetales es muy variable, cierta concentración de boro puede ser normal para unas especies mientras que para otras pueden ser tóxica o deficiente (Marschner, 1995).

Las deficiencias de boro pueden ocasionar abscisión floral en diversas especies. Esto puede presentarse debido a que las flores son regiones de gran actividad metabólica que necesitan gran cantidad de glúcidos solubles, los cuales son transportados en su mayor parte gracias al boro.

A su vez, el boro participa en la estabilidad de la pared celular y actúa junto con el calcio como un soporte intracelular, por lo que su deficiencia en la planta afecta la estructura e integridad de la pared celular, ocasionando disminución en la firmeza de los tejidos y una posible abscisión de órganos en la planta (Gil, 1995; Marschner, 1995; Epstein & Bloom, 2005).

## **5. ELONGACION CELULAR Y EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS**

El crecimiento es el aumento irreversible en tamaño o volumen de los órganos vegetales producido principalmente por la elongación celular, que no es otra cosa que el crecimiento de la célula en volumen producido por la absorción de agua; este proceso implica que la pared celular primaria pierda parte de su rigidez, provocando una disminución tanto de la tensión de la pared como del potencial hídrico de la célula, promoviéndose el flujo de agua hacia el interior de la misma, permitiendo que la pared se extienda y la célula incremente su volumen y se elongue. El aumento de tamaño va acompañado de la síntesis de nuevos materiales que refuerzan las membranas. La consolidación de nuevas estructuras formadas hace irreversible el proceso, con lo que la célula habrá definitivamente aumentado su tamaño (Cleland 1987, Strasburger *et al.*, 1993, Azcon-Bieto & Talón, 2000, Salisbury & Ross, 2000, Taiz & Zeiger, 2006).

Este proceso requiere de la regulación por parte de algunas fitohormonas y un cambio en las propiedades elásticas de la pared que permitan su expansión y pérdida de rigidez de las paredes celulares (Azcon-Bieto & Talón, 2000).

La hipótesis del crecimiento por acidificación propuesta independientemente por Hager en 1976 y Cleland y Rayle en el mismo año, la cual es ampliamente aceptada en la actualidad, plantea que la elongación celular en secciones de tallo es debida a la acidificación inducida por auxinas en la pared celular.

Según esta hipótesis, las auxinas inducen el transporte de protones desde el citoplasma hacia la pared celular por estimulación de  $H^+$  ATPasas de la membrana plasmática, con la consecuente excreción de protones, acidificación del apoplasto y activación de enzimas que aumentan la plasticidad de la pared celular. La capacidad de los protones para provocar la extensibilidad de la pared celular esta mediada por proteínas de la pared celular llamadas expansinas que debilitan los puentes hidrógeno entre los polisacáridos de la pared en respuesta a pH ácidos.

Una vez se incrementa la plasticidad de la pared celular, el agua que entra por ósmosis en la vacuola aumenta la presión de turgencia, de esta manera la célula incrementa su volumen celular provocando su expansión. El cese de la elongación celular obedece a un aumento en el número de entrecruzamientos que provocan una rigidificación de la pared celular. La consolidación de nuevas estructuras formadas hará irreversible el proceso y la célula habrá alcanzado finalmente un mayor tamaño (Cleland, 1987, Rayle & Cleland, 1992, Azcón-Bieto & Talón, 2000, Salisbury & Ross, 2000, Taiz & Zeiger, 2006).

Aunque hay reportes de que las auxinas por sí solas no son las responsables de la elongación, esta teoría es la más aceptada. A pesar de esto, la hipótesis del crecimiento por acidez ha sido cuestionada por Kutschera & Schopfer (1985) y Kutschera y colaboradores (1987). Los autores reportaron que las secciones de coleóptilos de maíz y avena solo experimentaban elongaciones significativas a pH menores a 4.5. Rayle en 1982 afirmó que las auxinas provocaban el ablandamiento de la pared celular al disminuir el pH del apoplasto a un valor de 5.0. A pesar de esto, Kutschera & Schopfer consideran que este pH no es lo suficientemente bajo como para explicar el crecimiento inducido por auxinas (Rayle & Cleland, 1992).

Por otro lado, diferentes investigadores respaldan la idea que las auxinas están involucradas en la elongación celular.

Strasburger y colaboradores (1993) afirman que el aumento en la plasticidad de la pared celular está controlado en las plantas superiores por las auxinas y Salisbury & Ross (2000), han observado que secciones de tallos de dicotiledóneas incubados en una solución de auxinas desarrollan paredes epidérmicas más blandas. Taiz & Seiger (2006) afirman que los tejidos más externos de los tallos de dicotiledóneas como la corteza exterior y la epidermis son los blancos principales de la acción de las auxinas durante la elongación celular.

La respuesta de un órgano o tejido a las auxinas está influenciada por su desarrollo, el cual está determinado genéticamente. Cada órgano vegetal presenta una sensibilidad diferente a las auxinas. El tratamiento con una solución de auxina de  $10^{-8}$  M puede ocasionar un crecimiento importante en las yemas, un crecimiento muy bajo de los tallos y la inhibición del mismo en las raíces (Azcón-Bieto & Talón, 2000; Taiz & Zeiger, 2006).

Galston (1994) encontró que al aplicar dosis de 1mg/L de auxina a secciones de tallos de arveja se incrementaba contundentemente su elongación, sin embargo cuando utilizó concentraciones mayores a ésta, observó una disminución inmediata del crecimiento debido a una activación de la síntesis de etileno inducida por la auxina (citado por Salisbury & Ross, 2000).

Campbell y colaboradores (2001) encontraron que concentraciones por encima de 0.9 g/L de auxina inhibía la elongación de las células, los autores concluyeron que este efecto se debía posiblemente a que a un nivel alto de auxinas, al estimular la producción de etileno, contrarrestaba el efecto de las mismas. Igualmente, Taiz & Zeiger (2006) realizaron trabajos con cortes de tallos de arveja y encontraron que las concentraciones de auxina entre  $10^{-6}$  y  $10^{-5}$  M eran óptimas para que se estimulara la elongación de los tallos, sin embargo, cuando se utilizaron concentraciones mayores se observó una inhibición del crecimiento.

Por otro lado, Hall y colaboradores (1985) y Tamimi & Firn (1985) demostraron el efecto de las auxinas en el crecimiento de plantas intactas.

Hall y colaboradores (1985) aplicaron  $10^{-4}$  M de AIA en pasta de lanolina a los internudos de plantas intactas de arveja y observaron un aumento en la longitud de los internudos de 2 mm. Tamimi & Firn (1985) aplicaron  $0,1 \text{ mol m}^{-3}$  de NAA en pasta de lanolina a plantas de girasol y observaron un crecimiento del hipocotilo de  $40 \text{ umMin}^{-1}$ .

En cuanto a la relación del calcio con el crecimiento, González (1991) encontró que al utilizar compuestos que inhibían las funciones reguladas por la calmodulina se impedían dos procesos inducidos por auxinas como son la extrusión de protones en coleóptilos de avena y la elongación celular en coleóptilos de maíz. Con su estudio, demostró la participación del sistema calcio-calmodulina en la regulación del crecimiento por elongación celular.

Bangerth y colaboradores (1977) afirman que durante el crecimiento, el AIA estimula la salida de protones en las zonas de elongación celular de los brotes, produciendo la formación de nuevos sitios de intercambio catiónico y provocando de esta manera que el punto de crecimiento se convierta en un centro de acumulación de iones de calcio. En estudios como los realizados por Hepler & Wayne (1985) se ha sugerido que el calcio desempeña un papel importante en la acción de las auxinas, pero se desconoce el vínculo entre la acidificación de la pared y la necesidad intracelular de calcio.

En cuanto al boro y su relación con los procesos de crecimiento, se tienen reportes de que es un elemento fuertemente involucrado en la división y crecimiento celular. La unión del boro con los constituyentes de la pared celular, aunque proporciona gran parte de la fuerza física de la pared celular, también es una unión relativamente débil que permite que estos enlaces se rompan y vuelvan a reformarse para que se produzca el proceso de elongación que forma parte fundamental del crecimiento (Marschner, 1995; Epstein & Bloom, 2005; Taiz & Zeiger, 2006).

## **6. AUXINAS, CALCIO Y BORO Y SUS RELACIONES CON LOS PROCESOS DE LONGEVIDAD FLORAL**

Las condiciones en las que han crecido las flores de corte durante el ciclo de su cultivo influyen hasta un 70% sobre la longevidad en la fase de poscosecha. Diferentes factores entre ellos las diferencias genéticas entre variedades, las condiciones climáticas, el riego, la nutrición y el control fitosanitario entre otros, influyen de gran manera en la calidad de las flores después de su cosecha (Fischer, 1997).

Según Paulin (1992) la senescencia de la flor cortada involucra tres parámetros: el balance hídrico, el suministro de carbohidratos y la susceptibilidad al etileno.

La senescencia es la etapa de deterioro de los tejidos de las plantas ocasionado por el envejecimiento celular que incluye una serie programada de eventos metabólicos que ocasionan el rompimiento de componentes celulares y el transporte de éstos fuera del órgano senescente, la destrucción de membranas, produciendo finalmente necrosis o muerte celular del órgano senescente. En la senescencia se evidencian la pérdida de turgencia a nivel celular, la degradación de fosfolípidos, proteínas, clorofila y ácidos nucleicos así como alteraciones en las propiedades de las membranas que permiten la salida de solutos de la célula, produciendo posteriormente marchitamiento y muerte celular (Borochoy *et al.*, 1999; Al Saqri, 2004).

Se ha observado que un contenido adecuado de auxina retrasa la maduración y la senescencia. En el caso de la senescencia foliar, esta puede acelerarse por una disminución de suministro de auxina en el limbo (Marschner, 1995; Salisbury & Ross, 2000). El retraso en los procesos de senescencia en la planta también se ha visto asociado al contenido de calcio (Borochoy *et al.*, 1999). Poovaiah & Leopold (1976) encontraron que durante el proceso de senescencia en maíz, el calcio retrasaba la pérdida de proteínas y clorofila y a su vez potenciaba la capacidad de la citoquinina para retrasar este proceso.

Otras evidencias muestran la estrecha correlación entre una baja concentración de calcio en los tejidos de la planta y un posterior incremento en la síntesis de etileno, cuya producción ocasiona la aceleración del proceso de maduración de los frutos, razón por la que se recomienda aplicar calcio dirigido a los frutos para retrasar este proceso (Hepler, 2005).

Las aplicaciones de calcio en plantas de rosa pueden disminuir notoriamente los procesos de senescencia, aumentando de esta forma la vida útil de los tallos cosechados (Borochoy *et al.*, 1999). Diversos reportes indican que la aplicación de altas dosis de calcio aumentan la vida útil de los tallos en florero y disminuyen la susceptibilidad de las plantas a las infecciones causadas por hongos como *Botrytis* sp. (Borochoy *et al.*, 1999; Triana, 2001; Easterwood, 2002). Este hongo es una de las causas más frecuentes de pérdida de flores cortadas. Este fitopatógeno puede crecer en cualquier órgano de la planta donde exista agua libre. Los síntomas de infección incluyen una masa fungosa de color gris pardo compuesta por micelios y esporangios sobre los pétalos que posteriormente llevan al colapso de la flor (Reid & Nell, 2002).

La vida útil de las rosas en poscosecha también puede reducirse de manera prematura, debido a la pérdida de rigidez del pedúnculo floral, fenómeno conocido como cabeceo. Las células del área del pedúnculo pierden turgencia, generándose un desbalance de agua, debido a que la transpiración excede la absorción de agua. El cabeceo se presenta cuando los tallos son cortados prematuramente o debido a la presencia de bacterias y partículas en el agua del florero donde se encuentran los tallos, las cuales producen obstrucción vascular, impidiendo la absorción de agua y produciendo doblamiento por falta de resistencia mecánica de los tejidos (Garzón & Flórez, 2004). Marschner (1995) considera que el calcio podría evitar la debilidad del pedúnculo y de esta manera el cabeceo prematuro en las rosas de corte.

Fischer y colaboradores (1998) evaluaron diferentes tratamientos en pre y poscosecha sobre la longevidad floral y el cabeceo de la rosa variedad Ariana.

En la etapa de precosecha se evaluaron cuatro tratamientos con calcio, ácido naftalenacético, calcio + ANA y el testigo absoluto, respectivamente. Posteriormente los ramos fueron sometidos a diferentes tratamientos de poscosecha, entre los que se incluyeron tratamientos con microbicidas y preservantes florales y luego se sometieron a un viaje simulado. Los resultados evidenciaron que la aplicación de calcio produjo efectos positivos en la longevidad de los tallos cuando fue combinado con la auxina. La mayor longevidad floral se obtuvo con los tratamientos de calcio + ANA y microbicida y calcio + ANA y preservante floral, con 11.4 y 9.6 días de duración de los tallos en florero, respectivamente, comparados con el testigo (7,3 días). Los tratamientos a los que solo se les aplicó calcio en precosecha presentaron una menor vida en florero, con resultados iguales a los del testigo. Adicionalmente, los tratamientos con ANA más preservante floral y ANA en combinación con calcio más preservante, retardaron el cabeceo. De lo anterior, los autores propusieron un efecto sinérgico entre el calcio y el ANA, el cual probablemente provocó una mayor duración de los tallos en florero y menores síntomas de cabeceo.

En estudios similares, realizados con rosa de la variedad Madame Delbard, se aplicó ANA foliarmente una semana antes de la cosecha y se incluyeron diferentes tratamientos de poscosecha, como calcio en solución acuosa más preservante floral, aplicación gaseosa de 1-MCP (1-metil ciclopropeno), un inhibidor de la síntesis de etileno, y tratamientos con soluciones preservantes que incluían sustancias bactericidas, correctores de pH, sacarosa y microbicidas. Posterior al viaje simulado, se evaluó la vida en florero (Flórez *et al.*, 2005).

Los tratamientos no presentaron abscisiones florales en el momento del corte o durante la fase de poscosecha. Con los resultados obtenidos, se propuso que probablemente las luminosidades altas ( $35 \text{ mol m}^{-2}\text{día}^{-1}$ ) y temperaturas mínimas nocturnas mayores a  $6^{\circ}\text{C}$  presentadas predominantemente durante las tres semanas antes de la cosecha provocaron el efecto anterior

En cuanto a la evaluación de vida en florero el tratamiento con ANA y calcio más adición de preservantes florales estuvo entre los tres tratamientos (de diez que se evaluaron); con el que se obtuvo una mayor longevidad en florero correspondiente a los 8,3 días. La aplicación de calcio en poscosecha presento resultados positivos con respecto a la duración de los tallos en florero solo cuando los tallos fueron tratados con ANA en precosecha. Adicionalmente los tratamientos con ANA y preservantes y ANA más preservantes y calcio permitieron disminuir el cabeceo significativamente, en comparación con los demás tratamientos donde se presentaron cabeceos por encima del 60% después de nueve días en florero. De los anteriores resultados los autores concluyeron que las auxinas al incrementar la fuerza vertedero inducen una mayor translocación de carbohidratos hacia el tallo floral, ocasionando una mayor absorción de agua en la fase de poscosecha, disminuyendo el porcentaje de cabeceo y aumentando la longevidad floral (Flórez *et al.*, 2005).

En cuanto a la relación del boro con los procesos de longevidad floral, se ha reportado que las plantas que presentan deficiencias de este elemento son más susceptibles a infecciones causadas por bacterias y hongos. Se ha observado que cuando el calcio y el boro se encuentran deficientes en la planta, se incrementan las concentraciones de azúcares en el apoplasto de los tejidos de la hoja y el tallo, estimulando la germinación de esporas y contribuyendo a la infección por parte de diversos hongos fitopatógenos como *Fusarium* sp. y *Botrytis* sp. El boro también se ha visto implicado en la producción de fitoalexinas en respuesta a infecciones microbianas (Marschner, 1995; Azcón-Bieto & Talón, 2000; Triana, 2001; Easterwood, 2002; Epstein & Bloom, 2005).

## **7. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

### **7.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La flor de corte ornamental de mayor demanda en el mercado mundial es la rosa. En Colombia no solo es la que tiene más aceptación en el mercado interno sino que también es la que tiene una mayor participación en las exportaciones del sector floricultor, abasteciendo principalmente a países como Rusia y Estados Unidos, siendo éste último su principal comprador. Al momento del corte o en la poscosecha, algunas variedades de rosa, entre ellas la variedad roja “Classy”, experimentan procesos de abscisión floral prematura, lo cual ha generado pérdidas superiores al 15% de la producción equivalentes a \$64’800.000 pesos ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

La abscisión es un proceso fisiológico que sucede de forma natural en las plantas. Sin embargo, diversos factores pueden inducir abscisiones florales prematuras que generan cuantiosas pérdidas para los floricultores. Entre los factores endógenos relacionados con los procesos de abscisión se incluyen la disminución en la síntesis, concentración y transporte de auxinas, el aumento en las concentraciones de etileno, las condiciones medioambientales adversas, las deficiencias nutricionales que producen cambios moleculares, bioquímicos y estructurales, que afectan una zona determinada y provocan la separación del órgano del resto de la planta.

Teniendo en cuenta la importancia de la rosa y el impacto de la abscisión floral prematura en el sector floricultor, es relevante evaluar el efecto de diferentes tratamientos que incluyan el uso de aminoácidos, reguladores de crecimiento como el ANA y elementos nutricionales como el calcio, y el boro sobre los procesos de abscisión floral prematura, el crecimiento y la longevidad de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy

## 7.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿La aplicación hacia la flor de 8,5 ppm de ANA, 300 ppm de calcio y 61,5 ppm de boro tendrá un efecto positivo en el crecimiento del tallo y la flor, así como en la longevidad en florero de la *Rosa* sp.var. Classy?
2. ¿Los tratamientos con 8,5 ppm de ANA, 300 ppm de calcio y 61,5 ppm de boro aplicados hacia la flor reducirán la abscisión floral prematura de la *Rosa* sp.var. Classy?
3. ¿La aplicación hacia la flor de 8,5 ppm de ANA, 300 ppm de calcio y 61,5 ppm de boro, disminuirá la presencia de *Botrytis* y senescencia de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy?
4. ¿Los tratamientos con 300 ppm de calcio y 5.0 % p/p de aminoácidos aplicados hacia la flor influirán positivamente sobre el crecimiento del tallo y la flor y sobre la longevidad en florero de la *Rosa* sp. var. Classy?
5. ¿La aplicación hacia la flor de 300 ppm de calcio y 5,0 % p/p de aminoácidos reducirá la abscisión floral de la *Rosa* sp.var. Classy?
6. ¿La aplicación hacia la flor de 300 ppm de calcio y 5,0 % p/p de aminoácidos disminuirá la *Botrytis* y la senescencia de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy?

## 7.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La clasificación de la rosa de corte en la poscosecha involucra diferentes parámetros de evaluación, por medio de los cuales, se seleccionan las flores que cumplan los requerimientos de calidad exigidos por los consumidores.

Dentro de éstos parámetros se encuentran la longitud del tallo y el botón floral, la presencia o ausencia de síntomas causados por deficiencias nutricionales, desordenes fisiológicos, estado fitosanitario y tiempo en florero. En consecuencia, el sector floricultor debe mantenerse en un proceso constante de mejoramiento de la calidad de sus variedades con el objetivo de ofrecer productos de excelente calidad a tan exigente mercado.

La rosa es la flor de corte más exportada desde Colombia. Al momento del corte o en la poscosecha, algunas variedades de rosa, entre ellas la variedad roja “Classy”, experimentan procesos de abscisión floral prematura. En la actualidad y a pesar de las cuantiosas pérdidas económicas que esto ocasiona al sector floricultor son escasos los estudios publicados sobre abscisión floral prematura y algunos de ellos desarrollados en diversos cultivos de nuestro país se han mantenido bajo reserva comercial.

Teniendo en cuenta la posición que ocupa Colombia a nivel mundial como segundo exportador de flores frescas, la importancia que representa la rosa dentro de la exportación de flores ornamentales en el país, las cuantiosas pérdidas que genera la abscisión floral prematura en el sector floricultor, y las consecuencias adversas que podrían generarse si éste problema fisiológico continúa presentándose en la *Rosa* sp. var. Classy, así como en otras variedades y especies florales, se hace pertinente realizar estudios en los que se evalúen tratamientos que incluyan el uso de aminoácidos, reguladores de crecimiento como el ANA y elementos nutricionales como el calcio, y el boro, que permitan validar o refutar teorías relacionadas con su efecto positivo o negativo sobre los procesos de abscisión, crecimiento y longevidad de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy.

## **8. OBJETIVOS**

### **8.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la aplicación de la mezcla de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro sobre la abscisión floral prematura y algunos parámetros de calidad de la *Rosa* sp. var. *Classy* cultivada en la Sabana de Bogotá.

### **8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar el efecto de la aplicación combinada de aminoácidos y calcio sobre la abscisión floral prematura, el crecimiento longitudinal del tallo y la flor y la longevidad de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. *Classy*.
2. Evaluar el efecto de la aplicación combinada de calcio, boro y ácido  $\alpha$ -naftalenacético sobre la abscisión floral prematura, el crecimiento longitudinal del tallo y la flor y la longevidad de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. *Classy*.

## **9. MATERIALES Y METODOS**

### **9.1. Población de estudio y diseño de la investigación**

El estudio se realizó en una finca dedicada a la producción y exportación de rosas de corte, ubicada en el municipio de Funza (Cundinamarca) a una altura aproximada de 2.548 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 19°C y una humedad relativa promedio del 70%..

La población de estudio fueron rosas cosechadas var. *Classy*, cultivadas en suelo bajo invernadero de plástico. La unidad experimental fue la media nave (Figura 2) conformada por cuatro camas (cada una con un área de 32 m de largo x 1.2 m de ancho) (Figura 3).

Cada cama estuvo constituida por 329 plantas de la misma edad que se encontraban en etapa reproductiva y de las cuales, se realizaron los muestreos para evaluar cada una de las variables de estudio (descritas más adelante).

Para el desarrollo del estudio se planteó un diseño de bloques completos aleatorizados (BCA), consistente en cuatro bloques y tres tratamientos. Los tres tratamientos se repartieron al azar en los bloques, cada uno conformado por tres medias naves, para obtener un diseño de campo como se muestra en la figura 4.



Figura 2. Media nave en el cultivo de *Rosa* sp. var. Classy.



Figura 3. Media nave con camas que la conforman en el cultivo de *Rosa* sp var. Classy.

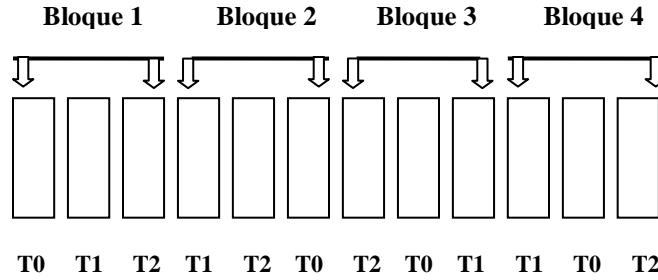


Figura 4. Diseño de campo utilizado en la investigación.

## 9.2 Métodos

El primer tratamiento fue el testigo sin ninguna aplicación de hormonas o nutrientes; el segundo tratamiento consistió en la combinación de 5.0 % p/p de 17 aminoácidos (Figura 5) y 300 ppm de calcio en una dosis de 2,5 cc/L y el tercer tratamiento fue la combinación de 8,5 ppm de ANA (ácido  $\alpha$ -naftalenacético), 300 ppm de calcio y 61,5 ppm de boro en dosis de 0,5 cc/L, 1,5 cc/L, y 0,3 g/L, respectivamente. Las dosis de los tratamientos se definieron teniendo en cuenta las recomendaciones en la etiqueta del producto y la dosis comúnmente empleada en la finca, respectivamente.

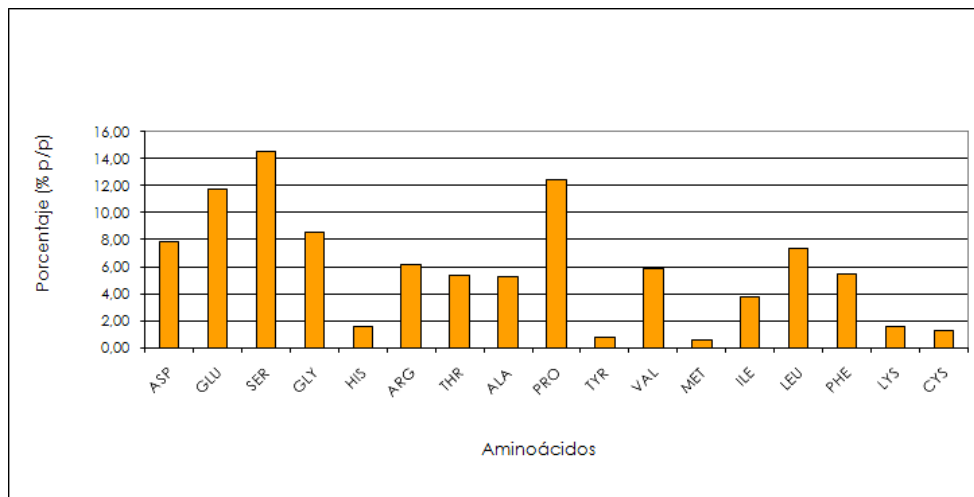


Figura 5. Detalle de los aminoácidos utilizados en combinación con el calcio

El manejo de las labores culturales en el cultivo se realizó siguiendo los lineamientos establecidos por la finca donde se desarrolló el estudio.

Se realizó un total de 11 aplicaciones de los tratamientos durante la investigación (una vez por semana), se utilizó 3,2 L de agua por cama, con un equipo de aspersión móvil marca Maruyama® provisto de lanza recta, con dos salidas dirigidas al tercio superior (hacia la flor) de las plantas.

### **9.3 Variables de estudio y muestra**

Para evaluar las variables longitud de tallo, longitud de la flor y abscisión floral, cada día se eligió al azar cuál bloque evaluar, de esta manera, se cortaron 40 tallos por cada tratamiento (se evaluó cada día 120 tallos correspondientes a un bloque), que se encontraban en el punto de corte que se utiliza normalmente para la variedad Classy llamado “punto de lápiz” (Figura 1), se realizó el corte siempre a las 6:30 de la mañana. De los 40 tallos cortados en cada tratamiento, se tomaron al azar 20 tallos para registrar la longitud de los tallos y la longitud de la flor. Posterior a ésta medición se tomaron los 40 tallos cortados y se les realizó la cuantificación porcentual en poscosecha (descrita más adelante).

Una semana después de iniciar las aplicaciones de los tratamientos en el área de estudio (conformada por las doce naves), se inició la evaluación de las variables longitud del tallo y la flor, se evaluaron los cuatro bloques semanalmente, teniendo como total 11 semanas de evaluación.

La evaluación de la variable abscisión floral se realizó dos semanas después de iniciar las aplicaciones de los tratamientos, se evaluaron los cuatro bloques semanalmente, teniendo como total 10 semanas de evaluación.

Las variables evaluadas durante la poscosecha se enuncian a continuación:

**9.3.1 Longitud del tallo:** es la medida en centímetros tomada desde el receptáculo floral (sin tener en cuenta el botón floral) hasta el punto de corte del tallo, medido con regleta (Figura 6).



Figura 6. Detalle de la medición de la longitud del tallo con el uso de la regleta.

**9.3.2 Longitud de la flor:** es la medida en centímetros tomada desde la base de la flor hasta el ápice del pétalo más sobresaliente, medido con calibrador, con precisión de 0,1 cm (Figura 7).



Figura 7. Detalle de la medición de la longitud de la flor con el uso del calibrador

**9.3.3 Abscisión floral:** cuantificación porcentual realizada en poscosecha de las flores que se desprendieron del tallo luego de ser sometidas a estímulo físico (descrito en detalle a continuación). Se midieron 40 tallos florales por tratamiento, 120 tallos por cada bloque (conformado por los tres tratamientos), evaluándose 480 tallos semanalmente (correspondientes a los cuatro bloques), teniendo como total 4800 tallos evaluados (1600 tallos en total por tratamiento) durante las 10 semanas de evaluación.

Para evaluar esta variable, cada tallo se tomó en forma transversal, sujetándolo del tercio medio y sacudiéndolo tres veces con un movimiento de arriba hacia abajo; posteriormente se realizó la cuantificación de las flores que se desprendían del tallo luego de ser sometidas al estímulo físico (Figura 8). Este registro siempre se realizó entre las 8:00 y 11:00 de la mañana.



a. Tercio medio del tallo floral



b. Aplicación del estímulo



c. Efecto del estímulo

Figura 8. Metodología para cuantificar el porcentaje de tallos con abscisión floral.

**9.3.4 Longevidad de los tallos en florero:** se realizaron dos evaluaciones de los tallos en florero (descritas más adelante), en las que se midió la longevidad de los tallos a través de las variables: duración promedio, porcentaje de cumplimiento y causas de eliminación de los tallos en florero para cada tratamiento (Figura 9).

**9.3.4.1 Duración promedio de los tallos en florero:** se multiplicó el número de flores eliminadas del florero por el día correspondiente a la evaluación, esto se sumó y se dividió por el total de tallos evaluados. Esto se realizó por cada florero correspondiente al respectivo bloque y tratamiento (descrito en detalle más adelante).

**9.3.4.2 Porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero:** se sumó el número de tallos que no habían sido eliminados del florero antes de cinco días (día promedio de duración para la variedad Classy), y el resultado de la suma se dividió por el número total de tallos evaluados y se multiplicó por 100. Esto se realizó por cada florero correspondiente al respectivo bloque y tratamiento.

**9.3.4.3 Causas de eliminación de los tallos en florero:** se cuantificó la cantidad de tallos que se eliminaron del florero ya fuera por presentar abscisión floral, lesiones causadas por hongos, senescencia, decoloración (cambio de color respecto al original), deformidad (apertura asimétrica de la flor), necrosis (tejido muerto), deshidratación (pérdida de agua que ocasiona tejidos translúcidos), abscisión foliar. Esto se realizó por cada florero correspondiente al respectivo bloque y tratamiento.



Figura 9. Evaluación de tallos en florero

Para realizar cada evaluación se cosecharon el mismo día y de manera aleatoria 24 tallos que se encontraban en el punto de corte “punto de lápiz” por cada media nave, teniendo por tratamiento cuatro floreros (correspondientes a los bloques) cada uno con 24 tallos. La primera evaluación se realizó con tallos pertenecientes al testigo y tallos que recibieron cinco aplicaciones de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ANA, calcio y boro. La segunda evaluación se realizó con tallos del tratamiento testigo y tallos que recibieron diez aplicaciones de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ANA, calcio y boro.

Para efectuar cada evaluación de los tallos en florero, se realizó el corte de los tallos en el invernadero y se hidrataron introduciéndolos a un balde con agua tratada con hipoclorito comercial a 50 ppm. Los tallos se llevaron a la sala de poscosecha donde se hidrataron con agua acidulada (con un pH de 4.0) tratada con hipoclorito comercial a 50 ppm. Posteriormente, los tallos se enviaron a un cuarto frío que mantuvo temperaturas que oscilaron entre 0-2°C, donde se hidrataron de nuevo. Finalmente los tallos se empacaron en ramos y se realizó el viaje simulado que consistió en asemejar las condiciones a las que se expone la flor una vez sale de la poscosecha hasta llegar al cliente final.

El viaje simulado incluyó hidratación de los ramos en el cuarto frío a una temperatura entre 0 y 2°C (se utilizó agua acidulada tratada con hipoclorito comercial a 50 ppm), empaque de ramos en cajas, exposición de los ramos a temperatura ambiente (13°C), envío de los ramos a cuarto de despacho (exposición a una temperatura entre 0,5 y 2°C) y de nuevo exposición de los ramos a temperatura ambiente. Todo el proceso de viaje simulado duró 15 días aproximadamente siguiendo los lineamientos establecidos por la finca.

Una vez finalizó el viaje simulado se desempacaron los ramos y se enviaron al cuarto de evaluación, en el que se mantuvo una temperatura entre los 18 y los 22°C, con intercambio de aire continuo y sin corrientes de aire directa, con un fotoperiodo de 12 horas sin rayos directos de sol y una humedad relativa entre el 60 y el 80%. En este cuarto se ubicaron los tallos de cada bloque y cada tratamiento en los floreros (que contenían agua potable a un pH de 4.0 y tratada con hipoclorito a 40 ppm) donde se realizó el registro de la longevidad de los tallos a través del porcentaje de cumplimiento, la duración promedio y las causas de eliminación de los tallos en florero.

## **10. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Los datos recolectados fueron analizados usando el software estadístico SAS 9.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Luego de un análisis exploratorio se realizó el estudio de los datos mediante análisis de varianza con la verificación propia de los supuestos de normalidad y homocedasticidad usando los procedimientos MEANS, UNIVARIATE y ANOVA del programa antes mencionado. Las pruebas realizadas comprenden pruebas de rango y signo para normalidad y Levene en el caso de homocedasticidad (Anexo 1).

Como resultado de lo anterior se observó que todas las variables exceptuando longitud de flor, permitían realizar ANAVA (análisis de varianza). Pese a usar varias transformaciones incluido el método de Box-Cox, no se logró solucionar el problema de homocedasticidad (homogeneidad en las varianzas), por lo cual se optó por un análisis no paramétrico para la variable longitud de flor (Anexo 2d).

Teniendo en cuenta que para las variables abscisión floral y longitud de tallo, las semanas de evaluación constituyen un factor autocorrelacionado, es decir la respuesta en una semana dada afecta la respuesta de la siguiente semana (el factor no es independiente), este factor no pudo ser incluido de manera convencional en el ANAVA. Así pues, se realizó un análisis de medidas repetidas para las variables abscisión floral (Anexo 2a) y longitud de tallo (Anexo 2c) con el fin de evaluar la respuesta de los tratamientos tomando semanas como un factor no independiente en el tiempo. En los casos en los que se encontraron para los tratamientos evidencia de diferencias estadísticamente significativas, se usó la prueba de Tukey para identificarlas (Anexo 2b).

Se realizó un ANAVA para un modelo de bloques completos al azar para las variables duración promedio de los tallos en florero (Anexo 2e) porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero (Anexo 2f) y causas de eliminación de los tallos en florero (*Botrytis*, cabeceo, decoloración y senescencia) (Anexo 2 g, h, i, j) para cada muestreo (cinco y diez aplicaciones de los tratamientos).

En los casos en los que se encontraron para los tratamientos evidencia de diferencias estadísticamente significativas en el ANAVA, se usó la prueba de Tukey para identificarlas (Anexo 2 g, h, i, j).

## **11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación se presentan los resultados obtenidos con el testigo, las aplicaciones de la mezcla de aminoácidos y calcio, y la combinación de ANA, calcio y boro en la longitud del tallo, la longitud de la flor, la abscisión floral, así como la longevidad de los tallos en florero medida a través de tres variables: duración promedio, porcentaje de cumplimiento y causas de eliminación de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy, en las dos evaluaciones en florero realizadas después de cinco y diez aplicaciones de los tratamientos, respectivamente.

## 11.1 Abscisión floral

De acuerdo con los resultados del análisis de medidas repetidas (Anexo 2a) y a la prueba de Tukey (Anexo 2b) realizada para esta variable, se observó que las plantas tratadas con la combinación de aminoácidos y calcio presentaron el porcentaje de abscisión floral más bajo (19,9%) en comparación con los porcentajes de abscisión floral de las plantas que fueron aplicadas con la mezcla de ANA, calcio y boro y el testigo, correspondientes a 27,2% y 28,1%, respectivamente (Figura 10).

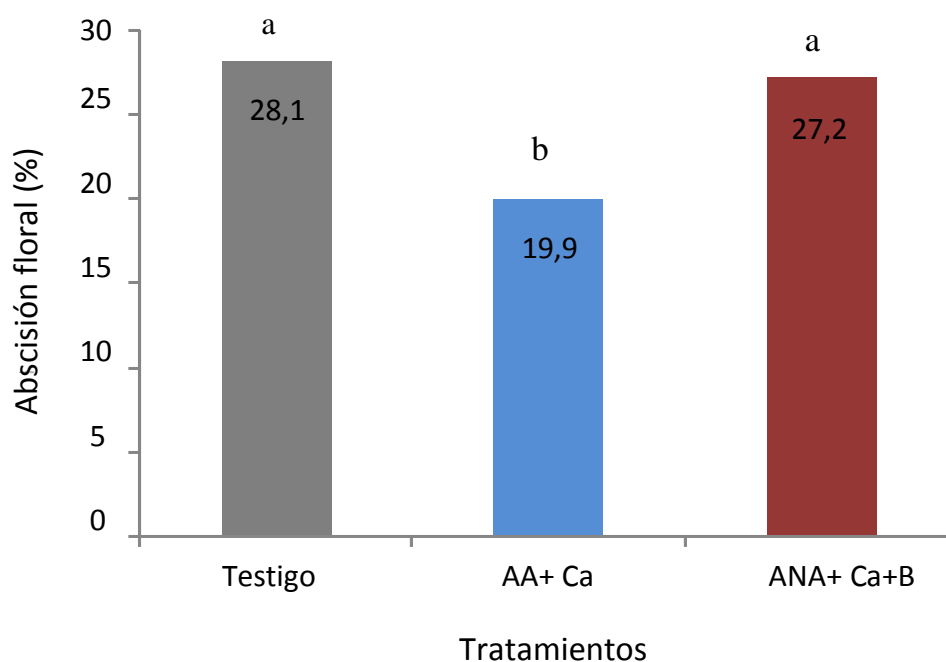


Figura 10. Porcentaje de abscisión del botón floral de la *Rosa* sp. var. Classy bajo la aplicación de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.

(\*Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey, con un 95% de confianza.

Diferentes reportes sustentan la influencia positiva del calcio en la abscisión. En la literatura se reporta que un nivel de calcio óptimo en la planta, reduce las probabilidades de que se desencadenen los procesos de abscisión (Roberts *et al.*, 2000). O' Brien (2007)

afirma que el calcio al hacer parte de la pared celular actúa como “el cemento que une las paredes celulares proporcionándoles firmeza y resistencia a los tallos y los pedúnculos”. El fortalecimiento de la pared a través del suministro de altos niveles de calcio durante el crecimiento de las plantas, permite que gran cantidad del material péctico exista en forma de pectatos cálcicos, proporcionando una mayor resistencia a los tejidos, dificultando así la actividad de enzimas como la poligalacturonasa y por ende los procesos de abscisión (Poovaiah & Leopold, 1976; Van Doorn & Stead, 1997; Roberts *et al.*, 2000).

En este mismo sentido, Osborne (1989) consiguió disminuir la abscisión foliar al aplicar iones de calcio; un contenido adecuado de calcio en las plantas reduce el rompimiento de las lamelas medias, la degradación de las paredes celulares y la consecuente separación de las capas de la zona de abscisión (Taylor & Whitelaw, 2001). El suministro deficiente de calcio a la planta es uno de los factores que sensibiliza la zona de abscisión al efecto del etileno (Reid, 1985). Las deficiencias de éste elemento en la planta producen un aumento en la actividad de la enzima poligalacturonasa, la cual provoca la degradación de los pectatos, con una consecuente desintegración de las membranas, mitocondrias y del retículo endoplasmático, ocasionando el rompimiento de la pared celular y la abscisión de órganos (Reid, 1985; Roberts *et al.*, 2000).

Diversos autores reportan un efecto positivo de la aplicación de auxinas en la reducción de la abscisión (Reid 1985; Salisbury & Ross, 2000; Taylor & Whitelaw, 2001; Van Doorn & Stead, 1997), sin embargo, en este estudio los resultados indicaron una mayor abscisión floral (27,2%) con la aplicación de auxinas, comparado con el porcentaje de abscisión floral de las plantas tratadas con aminoácidos y calcio (Figura 10).

A pesar de que Reid (1985) sostiene que la abscisión prematura puede reducirse asegurando que la zona de abscisión permanezca insensible al etileno por medio de un adecuado suministro de nutrientes minerales y tratando las plantas con auxinas sintéticas y de las recomendaciones realizadas por Fischer (1997) de aplicar sobre el pedúnculo 0,05% de ANA ocho días antes del corte para contrarrestar la abscisión floral en la *Rosa* sp.; las plantas tratadas con auxinas presentaron un porcentaje de abscisión floral similar al obtenido por el testigo (Figura 10). Clifford y colaboradores en 1992, no encontraron reducción de la abscisión de las vainas de plantas de haba al aplicar sobre la superficie de los tallos decapitados (sin botón floral) pasta de lanolina con AIA. Adicionalmente, encontraron que los resultados con el tratamiento que incluía auxina fueron similares a los obtenidos con el testigo, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio (Figura 10).

De la misma manera, resultados poco satisfactorios han sido reportados por Burkholder & McCown (1941) y Struckmeyer & Roberts (1950) con el uso de las auxinas sobre la disminución de la abscisión (citados por Van Doorn & Stead, 1997). Adicionalmente, en el estudio de Wien & Zhang (1991) se realizaron aplicaciones foliares con 10 y 100  $\mu\text{M}$  de ANA a plantas de ají sometidas a 96% de sombra durante una semana, con el objetivo de encontrar métodos que redujeran la abscisión de estructuras reproductivas dadas por bajas intensidades lumínicas y se encontró un incremento en el porcentaje de abscisión floral con la aplicación de ANA en comparación con el testigo. Por el contrario, encontraron una reducción importante en la abscisión floral con aplicaciones foliares de STS. Abeles y colaboradores (1992) consideran que “a ciertas concentraciones las auxinas pueden incrementar la abscisión en vez de disminuirla e igualmente su exceso puede estimular la producción de etileno”. De la misma manera, Taiz & Zeiger (2006) consideran que un exceso de auxinas puede promover los estadios tardíos de la abscisión al inducir la producción de etileno.

Aunque en éste estudio el tratamiento con auxinas incluía calcio, una disminución del 29,2% en la abscisión floral obtenida con el tratamiento de aminoácidos en combinación con este elemento en comparación con el tratamiento testigo (Figura 10), estaría relacionado, con la función que cumplen los aminoácidos en la regulación del transporte de iones poco móviles como el calcio, favoreciendo su penetración, absorción y transporte en la planta, facilitando su incorporación a órganos con baja transpiración como ápices y flores (Gómez *et al.*, 2001; Arjona 2004; Franco 2006).

Las deficiencias de calcio en las plantas son muy comunes debido a que éste es un elemento de muy baja movilidad en la planta, adicionalmente su movilización depende en gran medida de la tasa de transpiración, la cual puede verse afectada por condiciones de humedad relativa alta (mayores a 80%) y/o bajas (menores a 50%) que impiden un correcto flujo transpiratorio y por ende el transporte de calcio a vertederos en crecimiento, por lo que se han realizado aplicaciones de este elemento en combinación con aminoácidos, con el objetivo de incrementar su absorción y translocación en la planta (Medina, 1999, Franco, 2006). Esto es posible gracias a que el ión se une al aminoácido o péptido formando un complejo, que puede ser transportado a través de la membrana celular como una molécula de aminoácido o un péptido simple (Londoño & Naranjo, 1996; Medina, 1999; Gómez *et al.*, 2001).

En este mismo sentido, Franco y colaboradores en 1997 encontraron que las aplicaciones de aminoácidos y calcio por vía foliar y fertirriego fueron más efectivas que las aplicaciones de nitrato de calcio (vía foliar y fertirriego) sobre la incidencia de podredumbre apical en tomate (desorden fisiológico ocasionado por deficiencias de calcio en el fruto) (Franco 2006). Adicionalmente, aminoácidos como la prolina cumplen un papel importante en el fortalecimiento de las paredes celulares, ya que proporcionan una mayor resistencia a los tejidos. El ácido glutámico y la serina intervienen en mecanismos de resistencia ante condiciones adversas (Londoño & Naranjo, 1996; Arjona, 2004).

## 11.2 Longitud de tallo y longitud de la flor

De acuerdo al análisis de medidas repetidas (Anexo 2c) realizado a la variable longitud de tallo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los promedios de los tallos de las plantas tratadas con aminoácidos y calcio y ANA, calcio y boro (Tabla 1). Igualmente, la ANAVA no paramétrica realizada a la variable longitud de flor (Anexo 2d) no presentó evidencia de diferencias significativas en los promedios de la longitud de la flor de las plantas a las que se les realizaron aplicaciones de aminoácidos y calcio y ANA, calcio y boro (Tabla 1).

Tabla 1. Promedio de la longitud de los tallos y botones florales de la *Rosa* sp. var. Classy, bajo la aplicación de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.

Tratamiento	Longitud (cm)	
	Tallo	Flor
Testigo	60,25 <sup>a</sup>	6,07 <sup>a</sup>
AA + Ca	59,87 <sup>a</sup>	6,06 <sup>a</sup>
ANA + Ca+ Boro	59,69 <sup>a</sup>	6,04 <sup>a</sup>

(\*)  $p > 0.05$

A pesar de que la literatura reporta el papel central que juegan las auxinas en el crecimiento por elongación celular, en este estudio no se logró evidenciar este efecto en el crecimiento del tallo y la flor de la *Rosa* sp. var Classy (Tabla 1).

Tampoco se encontraron diferencias significativas en el crecimiento del tallo y la flor con los tratamientos que incluían calcio y boro más calcio (Tabla 1). Sin embargo, Marschner (1995), Taiz & Zeiger (1998) y Epstein & Bloom (2005), entre otros, consideran que estos elementos participan activamente en el crecimiento. Epstein & Bloom (2005), sostienen que la acidificación del apoplasto debida al incremento en la excreción de protones requiere de suministros adecuados de calcio.

Se ha observado que en ausencia de un suplemento de calcio exógeno se interrumpe la formación de nuevas paredes celulares, imposibilitando la división celular, deteniéndose los procesos de mitosis y ocasionando finalmente una disminución de la tasa de crecimiento, siendo más susceptibles a las deficiencias por este elemento, las zonas meristematicas de raíces, tallos y hojas por ser zonas de división celular activa que requieren de calcio para que se formen nuevas paredes celulares (Taiz & Zeiger, 1998; Azcón-Bieto & Talón, 2000; Cardena, 2002; Pizano, 2003). Se han encontrado vesículas que almacenan calcio en el aparato mitótico, por lo que se han observado diversas anomalías cromosómicas y del huso acromático en células deficientes de calcio. (Gil, 1995; Epstein & Bloom, 2005).

En cuanto al boro y su relación con los procesos de crecimiento, se tienen reportes de que es un elemento fuertemente involucrado en la división y crecimiento celular. Su presencia es esencial en las zonas meristemáticas para que se produzca un proceso de división celular normal (Marschner, 1995). Las deficiencias de boro causan inhibición en el crecimiento, descenso en la división celular e inhibición de la elongación de los tallos (Epstein & Bloom, 2005; Taiz & Zeiger, 2006).

Ningún efecto causado en la longitud del tallo y la flor (Tabla 1) quizá obedeció a que el efecto del calcio o el ANA podría ser una respuesta varietal. La respuesta de las plantas a la aplicación de elementos minerales o a reguladores de crecimiento se ve afectada por su programa genético (Marschner, 1995). Por otro lado, las aplicaciones de giberelinas o su combinación con auxinas podrían ser más efectivas en el aumento del crecimiento del tallo y la flor. Las giberelinas y auxinas actúan de forma sinérgica, acelerando el crecimiento de las plantas. Adicionalmente, la presencia de giberelina incrementa el nivel de auxina en la planta al estimular su producción. Zieslin y colaboradores (1989) observaron que aplicaciones combinadas de auxinas y giberelinas en la base del pedúnculo floral y sobre las yemas florales de rosa incrementaron el tamaño de los botones florales. Igualmente, aplicaciones con giberelinas realizadas cada dos semanas durante el desarrollo del tallo en rosas de la variedad 'Sonia' resultaron en tallos y botones florales más largos (Garzón & Flórez, 2004).

Garzón & Flórez (2004) encontraron un incremento en el tamaño de la flor y la longitud del pedúnculo al aplicar ácido giberélico al botón de rosas de las variedades ‘Charlotte’, ‘Laguna’ y ‘Escimo’.

Taiz & Zeiger (2006) sostienen que la aplicación exógena de auxinas en plantas intactas no estimula el crecimiento porque consideran que los niveles endógenos de auxina en la planta deben ser suficientes para que se produzca este proceso. Igualmente, Salisbury & Ross (2000) afirman que para demostrar que la aplicación exógena de auxinas influye en el crecimiento de la planta, se debe crear experimentalmente la deficiencia hormonal en la planta, extrayendo fuentes de auxinas de las hojas jóvenes y posteriormente aplicar la hormona.

Los resultados observados en el presente estudio pueden explicarse en la medida en que se tiene en cuenta que el crecimiento de las plantas a su vez se encuentra controlado por los niveles variables de otros reguladores promotores del crecimiento como las giberelinas y las citoquininas e inhibidores como el ABA, al igual que por condiciones medioambientales como la iluminación y la temperatura que al modificar la síntesis, el transporte y la activación de los reguladores de crecimiento presentes en los tejidos afectan en igual medida el crecimiento (Marschner, 1995; Azcón-Bieto & Talón, 2000; Nieto, 2001; Taiz & Zeiger, 2006).

### **11.3 Longevidad de los tallos en florero**

De acuerdo a los resultados del ANAVA (Anexo 2e) y la prueba de Tukey (Anexo 2e) realizada para la duración promedio de los tallos en florero, se observó que las plantas tratadas con aminoácidos y calcio y ANA, calcio y boro presentaron después de cinco aplicaciones una duración promedio similar (5.0 y 4.8 días, respectivamente) y mayor a la duración del testigo (Figura 11).

Para el segundo muestreo (después de diez aplicaciones), las plantas del tratamiento con calcio y aminoácidos y sin auxinas, presentaron el mayor promedio de duración de los tallos en florero equivalente a 7.5 días (Figura 12), en contraste con los resultados obtenidos por Fischer y colaboradores (1998) y Flórez y colaboradores (2005) quienes encontraron resultados positivos en la duración de los tallos en florero de dos variedades de *Rosa* sp, ‘Ariana’ y ‘Madame Delbard’, solo cuando el calcio fue combinado con la auxina.

Por otro lado, Borochoy y colaboradores (1999) realizaron aplicaciones de  $\text{CaCl}_2$  a 5mM y 1mM sobre variedades de rosa ‘Mercedes’ y ‘Baroness’, y observaron un incremento en la longevidad de los tallos en florero.

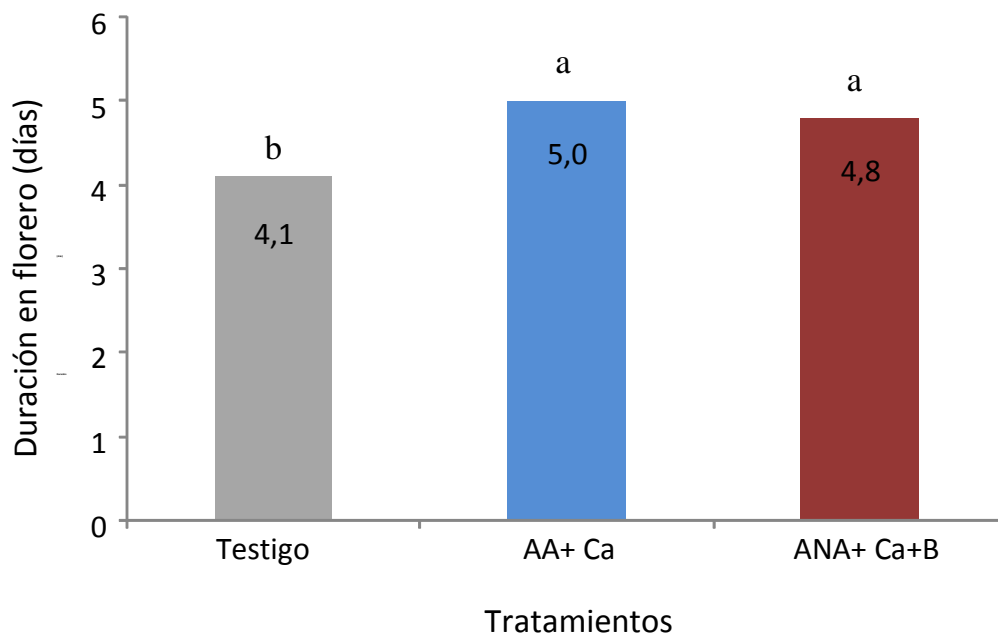


Figura 11. Duración promedio de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy, con cinco aplicaciones (primer muestreo) de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.

(\*Promedios seguidos de la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey, con un 95% de confianza.

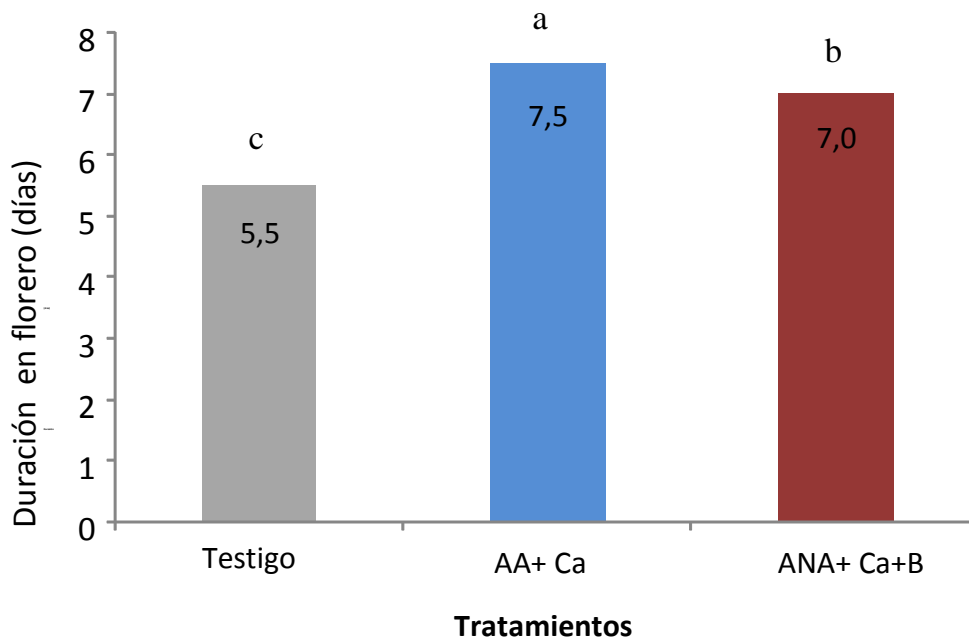


Figura 12. Duración promedio de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy, con diez aplicaciones (segundo muestreo) de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.

(\*)Promedios seguidos de la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey, con un 95% de confianza.

Un mayor promedio de duración de los tallos en florero con la aplicación de la combinación de aminoácidos y calcio y ANA, calcio y boro (7.5 y 7.0 días, respectivamente) (Figura 12) e igualmente un mayor porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero con estas mismas aplicaciones (66.6% y 62.5%,) en el segundo muestreo (Anexo 2f), en contraste con lo encontrado para el testigo (Figura 13) sustenta la participación del boro y el calcio en el aumento de la longevidad de los tallos en florero (Marschner, 1995; Azcón-Bieto & Talón, 2000; Triana, 2001; Easterwood, 2002; Epstein & Bloom, 2005) y apoya los resultados obtenidos en este estudio.

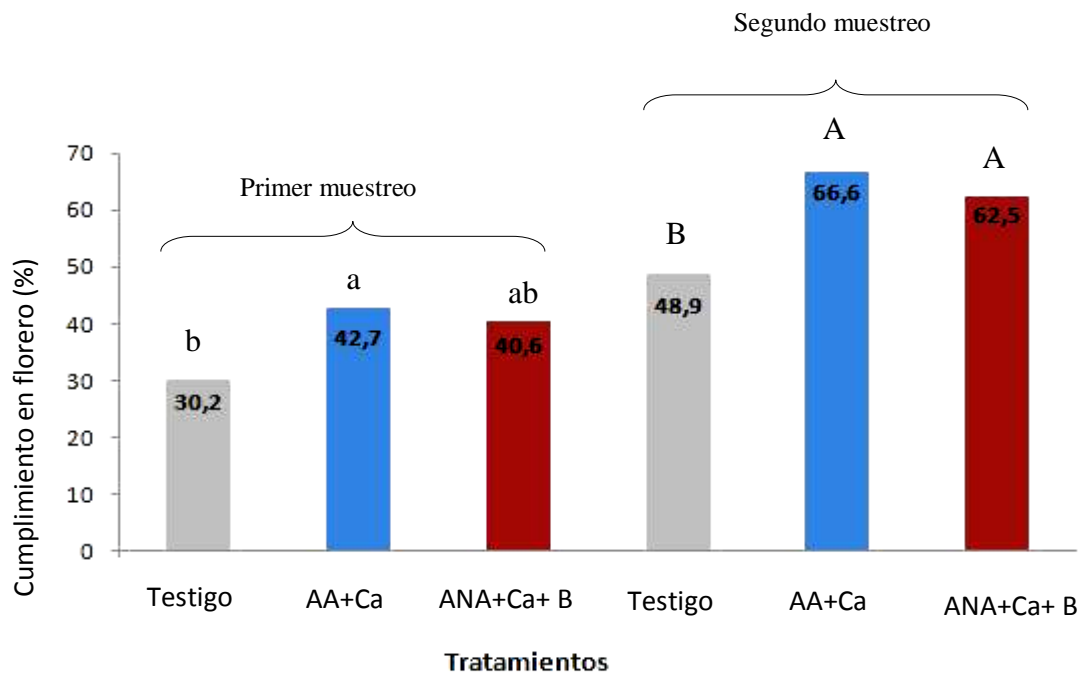


Figura 13. Porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy, con cinco y diez aplicaciones (primer y segundo muestreo) de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro. (\*)Promedios seguidos de la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey, con un 95% de confianza

Los tallos a los que se les realizó la evaluación en florero durante los dos muestreos (después de cinco y diez aplicaciones) fueron descartados del florero por las siguientes causas de eliminación presentadas en el botón floral en orden de mayor a menor frecuencia: *Botrytis*, senescencia, decoloración y cabeceo (Figura 14).

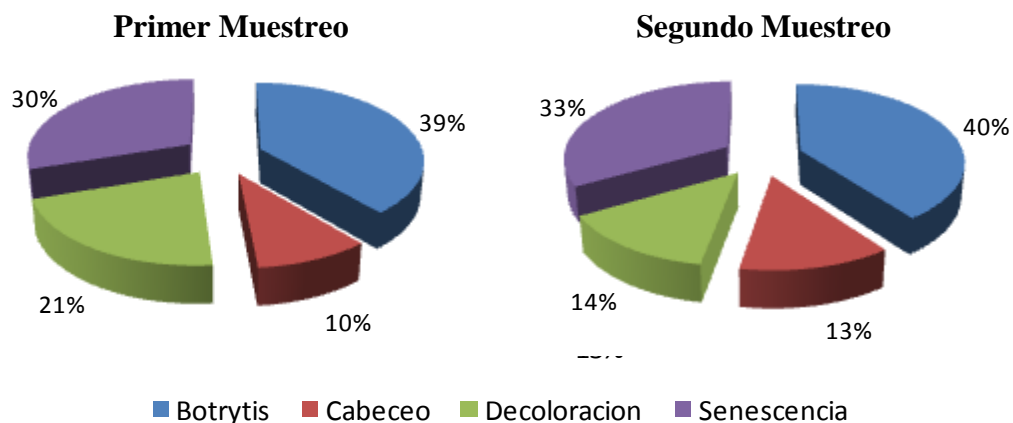


Figura 14. Porcentaje de las causas más comunes de eliminación presentadas en el botón floral de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy, con cinco y diez aplicaciones (primer y segundo muestreo) de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.

En el caso de *Botrytis*, no se encontraron diferencias en el primer muestreo (Anexo 2g). Para el segundo muestreo las plantas que recibieron diez aplicaciones del tratamiento con aminoácidos y calcio evidenciaron el porcentaje más bajo de eliminación por esta causa (33%), (Tabla 2), lo que coincide con diversos reportes que indican que los altos consumos de calcio disminuyen la susceptibilidad de las plantas a las infecciones causadas por *Botrytis* (Triana, 2001; Easterwood 2002). Se ha encontrado una estrecha correlación entre el contenido de calcio en los tejidos y su tolerancia a enfermedades. Este elemento al proporcionar firmeza y estabilidad a la pared celular a través de la formación de pectatos cálcicos, influye físicamente en la resistencia de los tejidos al ataque de bacterias y hongos realizado mediante la producción de poligalacturonasas (Borochoy *et al.*, 1999).

Mientras que con diez aplicaciones de la combinación de ANA, calcio y boro se obtuvo un valor intermedio del porcentaje de eliminación por *Botrytis* presentado entre la combinación de aminoácidos y calcio y el testigo, éste último presentó el porcentaje más alto de eliminación por esta causa (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de tallos de *Rosa* sp. var. Classy y sus causas de eliminación en la evaluación de florero, luego de cinco y diez aplicaciones de la combinación de aminoácidos y calcio y la combinación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético, calcio y boro.

Causa de eliminación (Presentadas en el botón floral)	Muestreo, tratamiento					
	Primero (cinco aplicaciones)			Segundo (diez aplicaciones)		
	Testigo	AA+Ca	ANA+Ca+B	Testigo	AA+Ca	ANA+Ca+B
<i>Botrytis</i>	43% <sup>a</sup>	38% <sup>a</sup>	36% <sup>a</sup>	49% <sup>A</sup>	33% <sup>B</sup>	37% <sup>AB</sup>
Cabeceo	6% <sup>A</sup>	8% <sup>A</sup>	15% <sup>A</sup>	1% <sup>b</sup>	25% <sup>a</sup>	13% <sup>ab</sup>
Decoloración	19% <sup>b</sup>	25% <sup>a</sup>	20% <sup>b</sup>	4% <sup>b</sup>	17% <sup>AB</sup>	21% <sup>a</sup>
Senescencia	32% <sup>A</sup>	29% <sup>A</sup>	29% <sup>A</sup>	46% <sup>b</sup>	25% <sup>a</sup>	29% <sup>a</sup>

(\*)Promedios seguidos de la misma letra no presentan evidencia de diferencias estadísticamente significativas por la prueba de Tukey, con un 95% de confianza. Las comparaciones deben leerse solamente para cada grupo de causa de eliminación y muestreo.

La senescencia fue la segunda causa, después de la *Botrytis*, con mayor incidencia en la eliminación de los tallos en las evaluaciones en florero (Figura 14). Para el segundo muestreo, las plantas tratadas con aminoácidos y calcio y ANA, calcio y boro con valores similares entre sí (25% y 29%, respectivamente) y diferentes con el testigo (anexo 2h) presentaron los porcentajes más bajos de senescencia (Tabla 2). Lo anterior se debe a que un contenido adecuado de auxina retarda la senescencia. Su función en la síntesis de proteínas y RNA en tejidos en crecimiento le ha dado a esta fitohormona un papel como inhibidor importante de los procesos de senescencia de diferentes órganos vegetales (Salisbury & Ross, 2000; Epstein & Bloom, 2005).

De igual manera, Marschner (1995) sostiene que bajos contenidos de calcio favorecen la senescencia. Borochoy y colaboradores (1999) realizaron aplicaciones de calcio en rosa y encontraron una mayor cantidad de fosfolípidos, así como una menor producción de etileno. Diversos autores sostienen que el efecto del calcio en la senescencia se debe en mayor parte a una acción retardante de la tasa de respiración, así como su efecto en la disminución de la actividad de la poligalacturonasa (Del Solar *et al.*, 1999).

Por otro lado, aminoácidos como la glicina, alanina y arginina intervienen en la síntesis de clorofila y la arginina y metionina son precursores de la síntesis de poliaminas, sustancias que intervienen en el retraso de los procesos de senescencia (Arjona, 2004).

A pesar de que Marschner (1995) considera que las aplicaciones de calcio dirigidas a estabilizar las paredes celulares podrían evitar la debilidad del pedúnculo y de esta manera el cabeceo prematuro, a los resultados obtenidos por Fischer *et al.*, (1998) y Flórez *et al.*, (2005) quienes observaron la disminución del cabeceo con la aplicación de calcio y ANA y a las apreciaciones de Borochoy y colaboradores (1999) y Garzón & Flórez (2004) quienes sostienen que un alto contenido de calcio en los tejidos puede reducir la decoloración en los bordes de los pétalos, las plantas tratadas con calcio presentaron en este estudio, los porcentajes de cabeceo (Anexo 2i) y decoloración (Anexo 2j) más altos, en el segundo muestreo (Tabla 2).

Las aplicaciones de auxinas con giberelinas podrían disminuir de manera más efectiva el porcentaje de cabeceo al aumentar la resistencia del pedúnculo. Zieslin y colaboradores (1989) sostienen que la aplicación de auxinas y giberelinas a los pedúnculos de rosa aumenta la actividad de la fenilalanina amonioliasa (PAL) y por ende la formación de estructuras lignificadas que proporcionan un mayor fortalecimiento del pedúnculo. Igualmente hay que resaltar que la decoloración y el cabeceo son las menores causas de eliminación de tallos dentro de todas las causales.

## **12. CONCLUSIONES**

Las aplicaciones de la mezcla de aminoácidos y calcio redujeron la abscisión floral de la *Rosa* sp. var. Classy, en un 29,2%, comparado con el testigo.

Las aplicaciones de la mezcla de aminoácidos y calcio y la mezcla de ANA, calcio y boro no incidieron en el aumento del crecimiento del tallo y la flor en comparación con el testigo.

Las plantas tratadas con la mezcla de aminoácidos y calcio y la mezcla de ANA, calcio y boro presentaron los valores más altos en cuanto a las variables duración y cumplimiento de los tallos en florero, al ser comparadas con el testigo.

La mayor causa de eliminación de los tallos en florero fue *Botrytis*, y la menor causa fue cabeceo.

Un mayor número de aplicaciones de la mezcla de aminoácidos y calcio logró disminuir el porcentaje de eliminación por *Botrytis*, al mismo tiempo que el de senescencia, seguido por lo obtenido con la mezcla de ANA, calcio y boro en comparación con el testigo.

Las aplicaciones de la mezcla de aminoácidos y calcio y la mezcla de ANA, calcio y boro no mostraron un efecto importante en la disminución de la decoloración de los pétalos y el cabeceo de los tallos en florero.

### **13. RECOMENDACIONES**

Se recomienda incluir en el manejo de la *Rosa* sp. var. Classy, las aplicaciones con la mezcla de calcio y aminoácidos teniendo en cuenta que con ellas se logró disminuir la abscisión floral, la presencia de *Botrytis* y los procesos de senescencia y en consecuencia el aumento de la duración y cumplimiento de los tallos en florero.

Adicionalmente, se recomiendan las aplicaciones de la mezcla con ANA, calcio y boro para aumentar la duración y disminuir la senescencia de los tallos en florero de la *Rosa* sp. var. Classy.

Se considera importante continuar evaluando diferentes dosis de aminoácidos y calcio con el fin de establecer la mejor concentración en la reducción de la abscisión floral en la *Rosa* sp. var. Classy.

Se encuentra relevante realizar pruebas de campo con el tratamiento de aminoácidos y calcio en otras especies y variedades de rosa que presenten abscisión floral recurrente y/o temprana, con el fin de ampliar su implementación y corroborar los resultados encontrados en este estudio.

## 14. REFERENCIAS

AARTS, J. 1957. The development and keepability of cut flowers. Mededelingen Directeur van de Tuinbouw 20, 690-701.

ABELES, F. MORGAN, P. y SALTVEIT, M. 1992. Ethylene in plant biology. 2nd edn. Academic Press, San Diego. 414 p

ADDICOTT, F.T. y LYNCH, R.S. 1955. Physiology of abscission. Annual Reviews of Plant Physiology 6, 211-238.

ALONI, B., KARNI, L., ZAIDMAN, Z. y SCHAFFER, A. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum*) flower abscission under different shading regimes. Annals of botany 78, 163-168.

AL SAQRI, F. 2004. Flower bud abscission and abscission zones of potted *Hibiscus rosa sinensis*. Ph.D.Thesis. University of Florida, Environmental Horticultural Department, Gainesville, Florida. 117 p.

ARJONA, H. 2004. Los aminoácidos en la floricultura. Charla Técnica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá.

AUFHÄMMER, W., GÖTZ, I. y PETER, M. 1987. Yield performance in field bean (*Vicia faba* L.) in relation to interactions between inflorescences at different nodes. Journal of Agricultural Science 108, 479-86.

AZCON-BIETO, J. y TALÓN, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Ed. Mc Graw Hill, Barcelona. 522 p.

BANGERTH, F., MARSCHNER, H. y GARY, S. 1987. Relationship between polar basipetal auxin transport and acropetal  $\text{Ca}^{2+}$  transport into tomato fruit. *Physiologia Plantarum* 71, 321-327.

BLEVINS, D. y LUKASZEWSKI, K. 1998. Boron in plant structure and function. *Ann. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol.* 49, 481-500.

BOROCHOV, A., TORRE, S. y HALEVY, A. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. *Physiologia Plantarum* 107, 214-219.

CANEVA, S. 1986. El rosal. Ed. Albatros, Buenos Aires. 108 p.

CAMPBELL, N., MITCHELL, L. y REECE, J. 2001 *Biología: Conceptos y relaciones*. Ed. Pearson, México. 371 p.

CASTILLO, L., BONILLA, C., GARCIA, A. y SALAZAR, F. 1994. Boro y zinc dos elementos limitantes en Colombia: situación Valle del Cauca. Ed. Produmedios, Cali. 47 p.

CARDENA, C. 2002. Efecto de la aplicación foliar de calcio sobre la incidencia de la pudrición apical y la calidad de los frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá. 158 p.

CLELAND, R. 1987. *Plant hormones and their role in plant growth and development*. Martinus Nijhoff Publishers. Boston, 148 p.

CLIFFORD, P., PENTLAND, B. y BAYLIS, D. 1992. Effects of growth regulators on reproductive abscission in Faba bean (*Vicia faba* cv. Troy). *Journal of Agricultural Science* 119, 71-78.

CUMBAL, A. 2003. *Guía de postcosecha para flores de corte en Ecuador*. Ed. Servimpres, Quito. 21p.

DARLINGTON, A., DIXON, M. y TSUJITA, M. 1992. The influence of humidity control on the production of greenhouse roses (*Rosa hybrida* L.). *Sci. Hortic* 49, 291–303.

DEL SOLAR, C., SOSA J. y NEUBAUER, L. 1999. Efecto de citoquininas, calcio y magnesio sobre la calidad y condición en uva de mesa cvs. Thompson Seedless y Red Globe. Universidad de las Américas de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago de Chile. 15 p.

EASTERWOOD, G. 2002. Calcium`s role in plant nutrition. *Fluid Journal* 10, 16-19.

EPSTEIN, E. y BLOOM, A. 2005. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. Second Edition. Sinauer Associates, Massachusetts. 400 p.

FISCHER, G. 1997. Fisiología de la flor cortada. *Acopaflor* 4, 4-23.

FISCHER, G. y FLOREZ, V. 1998. Efecto de las condiciones precosecha sobre la calidad de la flor cortada. *Acopaflor* 2, 4-14

FISCHER, G., FLOREZ, V., MORA, A. y BOLIVAR, P. 1998. Efecto de tratamientos pre y postcosecha sobre la longevidad de la flor de rosas de corte var “Ariana”. *Acopaflor* 1, 4-7.

FLOREZ, V., FISCHER, G., MORA, A. y BOLIVAR, P. 2005. El ácido  $\alpha$ -naftalenacético prolonga la vida en la poscosecha de rosas de corte. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 2, 2883-2891.

FLOREZ, V., NIETO, D., CHAVEZ, B. y CACERES, L. 2004. La aplicación de giberelinas aumenta el tamaño de la flor en rosa. *Revista Asocolflores* 14, 21-28.

FRANCO, J. 2006. Aminoácidos. En: [www.uvademesa.cl](http://www.uvademesa.cl). Consulta: enero de 2006.

GARDNER, F. MARTH, P y BATJER, L. 1939. Spraying with plant growth substances to prevent apple fruit dropping. Science 90, 208-209.

GARZON, D. y FLOREZ, V. 2004. El uso de fitohormonas en flores. Universidad Nacional de Colombia, Especialización en horticultura, Bogotá. 68 p.

GIL, F. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Mundi Prensa, Madrid. 1147 p.

GOSZCZYNSKA, D. y ZIESLIN, N. 1993. Abscission of flower peduncles in Rose (*Rosa x hybrida*) plants and evolution of ethylene. J. Plant Physiol. 142, 214-217.

GOMEZ, G., HERRERA, J., ARJONA, H. y OSPINA, J. 2001. Evaluación de la aplicación de urea, melaza y aminoácidos sobre el crecimiento y rendimiento de la cebolla de bulbo *Allium cepa* L. Grupo *Cepa* híbrido Yellow granex, en condiciones de la Sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá. 37 p.

GONZÁLES, F. 1991. Participación del sistema calcio-calmodulina en la extrusión de protones y elongación inducida por hormonas vegetales. Universidad de Valencia. Programa de Doctorado: Edafología y Biología vegetal. [www.cibernetia.com/tesis\\_es/](http://www.cibernetia.com/tesis_es/)  
Consulta en: octubre de 2008

HALEVY, A.H y MAYAK, S. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, part 1. Hort. Rev. 1, 204-236.

HALL, J., BRUMMELL, D. y GILLESPIE, J. 1985. Does auxin stimulate the elongation of intact plan stems?. The New Phytologist 100, 341-345.

- HASEK, R. 1996. Introducción a la floricultura. AGT eds, México. 550 p.
- HEPLER, P. 2005. Calcium: a central regulator of plant growth and development. *The Plant Cell* 17, 2142-2155.
- HEPLER, P. y WAYNE, R. 1985. Calcium and plant development. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 36, 397-439.
- HOYER, L. 1985. Bud and flower drop in *Begonia elatior* 'Sirene' caused by ethylene and darkness. *Acta Horticulturae* 181, 147-153
- LITTELL, R.C., MILLIKEN, G.A., STROUP, W.W. y WOLFINGER, R.D. 1996. SAS System for Mixed Models, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- LONDOÑO, J. y NARANJO, M. 1996. Aplicación con aminoácidos como complemento a la fertilización química y orgánica en el cultivo de arveja *Pisum sativum* Var. Piquinegra. Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía, Manizales. 62 p.
- MAO, Z., CRAKER, L. y DECOTEAU, D. 1989. Abscission in *Coleus*: light and phytohormone control. *Journal of experimental Botany* 40, 1273-1277.
- MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic Press, London. 889 p.
- MEDINA, A. 1999. Manejo de la nutrición en el rosal después de la época de san valentín. Mantenimiento de plantas de rosa. Ed. Rebeca Lee. Centro de investigaciones y Asesorías Agroindustriales, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 67 p.

MORTENSEN, L.M. y FJELD, T. 1995. High air humidity reduces the keeping quality of cut roses. *Acta Hort.* 405, 148-155.

MOE, R. 1973. The effect of growing temperature on keeping quality of cut roses. *Acta Hort.* 41, 77-92.

NEWMAN, S. 1999. Clima, fisiología y producción de cultivos bajo invernadero. Ed. Rebeca Lee. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 67 p.

NIETO, J. 2001. Evaluación de cinco metodologías para la aceleración del ciclo de producción de rosa (*Rosa* sp. cv. Classy). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Facultad de Ciencias, Bogotá. 98 p.

O' BRIEN. J. 2007. Boron and calcium together in plant nutrition. *Albion Advanced Nutrition* 1, 1-4.

PATTERSON, S. 2001. Cutting loose. Abscission and dehiscence in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 26, 494-500.

PAULIN, A. 1992. New strategies to control cut flowers senescence evolution. *Acta Horticulturae* 307, 189-202

PERTWEE, J. 2000. Production and marketing of roses. Fourth edition. Elsevier International, Philadelphia. 115 p.

PILBEAM, D. y BARKER. A. 2006. Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis CRS Press, United States. 613 p

PIZANO, M. 2003. Cultivo moderno de la rosa bajo invernadero: investigación vegetal aplicada. Ed. Hortitecnia, Bogotá. 156 p.

POOVAIAH, B. y LEOPOLD, C. 1976. Effects of inorganic salts on tissue permeability. *Plant Physiology* 58, 182-185.

RAYLE, D. y CLELAND, R. 1992. The Acid Growth Theory of auxin-induced cell elongation is alive and well. *Plant Physiology* 99, 1271-1274

REID, M. 1985. Ethylene and Abscission. *HortScience* 20, 45-50.

REID, M. y NELL, T. 2002. Poscosecha de las flores y las plantas: estrategias para el siglo XXI. Ed. Hortitecnia, Bogotá. 215 p.

RODRIGUEZ, A. 2006. Floricultura. En: [www.presidencia.gov.co](http://www.presidencia.gov.co). Consulta: enero de 2006.

ROBERTS, J., WHITELAW, C., GONZALEZ-CARRANZA, Z. y MC MANUS, M. 2000. Cell separation processes in plants: models, mechanisms and manipulation. *Annals of Botany* 6, 223-235.

RUBINSTEIN, B. y LEOPOLD, A. 1963. Analysis of the auxin control of bean leaf abscission. *Plant Physiology* 38, 262-267.

SALINGER, J. 1991. Producción comercial de flores: Rosas de invernadero. Ed. Acribia, España. 371 p

SANABRIA, M. 2005. Establecimiento y producción de rosas de corte en la Sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá. 93 p.

SALISBURY, F. y ROSS, C. 2000. Fisiología de las plantas: desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Thompson Learning Ibero, España. 305 p.

SMITH, H. 1999. Of abscission and other breakthroughs. *Plant Cell* 11, 141-143.

STRASBURGER, E., SCHENCK, H., SCHIMPER, W. y NOLL, F. 1993. Tratado de Botánica. Ed. Omega, Barcelona. 1098 p.

SZYMKOWIAK, E. y IRISH, E. 1999. Interactions between jointless and wild type tomato tissues during development of the pedicel abscission zone and the inflorescence meristem. *Plant cell* 11, 159-175.

TAMIMI, S. y FIRN. R. 1985. The basipetal auxin transport system and the control of cell elongation in hypocotyls. *Journal of Experimental Botany* 167, 955-962.

TAYLOR, J. y WHITELOW, C. 2001. Signals in abscission. *New Phytologist* 151, 323-339.

TAIZ, L y ZEIGER, E. 2006. *Plant Physiology*. Fourth edition. Sinauer associates. Massachusetts, United States .764 p.

TRIANA. M. 2001. Los elementos Ca, Mg, S y el Si en la agricultura. Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. Comité regional de Cundinamarca y Boyacá. Editorial Fransisco Silva, Bogotá. 176 p.

Últimas cifras de la floricultura Colombiana. 2008. En: [www.asocolflores.org](http://www.asocolflores.org). Consulta en febrero de 2008.

VAN DOORN, W. y STEAD, A. 1997. Abscission of flowers and floral parts. *Journal of Experimental Botany* 48, 821-837.

VAN DOORN, W. 2002. Effect of ethylene on flower abscission: A survey. *Annals of Botany* 89, 689-693.

VAN MEETERAN, U. y De PROFT, M. 1982. Inhibition of flower bud abscission and ethylene evolution by light and silver thiosulphate in *Lilium*. *Physiologia Plantarum* 56, 236-240.

VONK NOORDEGRAAF, C. 1995. How to obtain and maintain quality. *Acta Hort.* 405, 123-131

WIEN, H. y ZHANG, Y. 1991. Prevention of flower abscission in Bell Pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 116, 516-519.

WIEN, H., TURNER, A y YANG, S. 1989. Hormonal basis for low light intensity-induced flower bud abscission of pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114, 981-985.

ZIESLIN, N., STARKMAN, F. y ZAMSKI, E. 1989. Bending of rose peduncles and the activity of phenylalanine ammonia lyase in the peduncle tissue. *Plant. Physiol. Biochem.* 27, 431-436.

# ANEXO 1

## VERIFICACION DE SUPUESTOS PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO

### 1a. Prueba de normalidad variable abscisión

#### Porcentaje de Abscisión PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_Abs (Porcentaje\_ abscisión)

trat = 0

#### Moments

N	40	Sum Weights	40
Mean	0.28375	Sum Observations	11.35
Std Deviation	0.11253917	Variance	0.01266506
Skewness	0.34267746	Kurtosis	0.18833004
Uncorrected SS	3.7145	Corrected SS	0.4939375
Coeff Variation	39.6613804	Std Error Mean	0.017794

#### Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	0.283750	Std Deviation	0.11254
Median	0.280000	Variance	0.01267
Mode	0.280000	Range	0.47000
		Interquartile Range	0.13500

#### Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 15.94638	Pr >  t	<.0001
Sign	M 20	Pr >=  M	<.0001
Signed Rank	S 410	Pr >=  S	<.0001

#### Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	0.550
99%	0.550
95%	0.500
90%	0.425
75% Q3	0.350
50% Median	0.280
25% Q1	0.215
10%	0.140
5%	0.090
1%	0.080
0% Min	0.080

Porcentaje de Abcisi3n  
**PRUEBA DE NORMALIDAD**

The UNIVARIATE Procedure  
 Variable: P\_Abs (Porcentaje\_abcisi3n)  
 trat = 0

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
0.08	19	0.40	16
0.08	7	0.45	32
0.10	4	0.45	37
0.13	14	0.55	21
0.15	15	0.55	23

TESIS

34

Porcentaje de Abcisi3n  
**PRUEBA DE NORMALIDAD**

The UNIVARIATE Procedure  
 Variable: P\_Abs (Porcentaje\_abcisi3n)

trat = 1

Moments

N	40	Sum Weights	40
Mean	0.2015	Sum Observations	8.06
Std Deviation	0.08648551	Variance	0.00747974
Skewness	1.28304937	Kurtosis	1.76414167
Uncorrected SS	1.9158	Corrected SS	0.29171
Coeff Variation	42.9208491	Std Error Mean	0.01367456

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	0.201500	Std Deviation	0.08649
Median	0.180000	Variance	0.00748
Mode	0.150000	Range	0.40000
		Interquartile Range	0.08000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 14.73539	Pr >  t  <.0001
Sign	M 20	Pr >=  M  <.0001
Signed Rank	S 410	Pr >=  S  <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	0.480
99%	0.480
95%	0.365
90%	0.350
75% Q3	0.230
50% Median	0.180
25% Q1	0.150
10%	0.100
5%	0.100
1%	0.080
0% Min	0.080

Porcentaje de Abscisión  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_Abs (Porcentaje\_abscisión)  
trat = 1

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
0.08	52	0.35	56
0.10	65	0.35	63
0.10	57	0.35	78
0.10	50	0.38	74
0.10	47	0.48	67

TESIS

36

Porcentaje de Abscisión  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_Abs (Porcentaje\_abscisión)

trat = 2

trat = 2

Moments

N	40	Sum Weights	40
Mean	0.27425	Sum Observations	10.97
Std Deviation	0.12284841	Variance	0.01509173
Skewness	0.30751794	Kurtosis	-0.5393136
Uncorrected SS	3.5971	Corrected SS	0.5885775
Coeff Variation	44.7943138	Std Error Mean	0.01942404

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	0.274250	Std Deviation	0.12285
Median	0.250000	Variance	0.01509
Mode	0.200000	Range	0.48000
		Interquartile Range	0.15000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 14.1191	Pr >  t	<.0001
Sign	M 20	Pr >=  M	<.0001
Signed Rank	S 410	Pr >=  S	<.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	0.530
99%	0.530
95%	0.505
90%	0.450
75% Q3	0.350
50% Median	0.250
25% Q1	0.200
10%	0.130
5%	0.080
1%	0.050
0% Min	0.050

37

TESIS

Porcentaje de Abscisión  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_Abs (Porcentaje\_abscisión)

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
0.05	91	0.45	102
0.08	98	0.45	108
0.08	84	0.48	106
0.13	113	0.53	100
0.13	83	0.53	107

## 1b. Prueba de homocedasticidad variable abscisión

**Porcentaje de Abscisión**  
**PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD**

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	3	0 1 2

Number of observations 120

Porcentaje de Abcisión  
**PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD**  
 The ANOVA Procedure

Dependent Variable: P\_Abs Porcentaje\_abcisión

Porcentaje de Abcisión  
 PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_Abs Variance  
 ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	2	0.00115	0.000575	2.14	0.1228
Error	117	0.0315	0.000269		

### 1c. Prueba de normalidad variable longitud de tallo

The UNIVARIATE Procedure

Variable: long\_tallo (Longitud\_tallo)  
 trat = 0

Moments

N	879	Sum Weights	879
Mean	60.2514221	Sum Observations	52961
Std Deviation	6.78177879	Variance	45.9925236
Skewness	-0.2722907	Kurtosis	0.15407342
Uncorrected SS	3231357	Corrected SS	40381.4357
Coeff Variation	11.2557987	Std Error Mean	0.22874372

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	60.25142	Std Deviation	6.78178
Median	60.00000	Variance	45.99252
Mode	60.00000	Range	44.00000
		Interquartile Range	9.00000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 263.4014	Pr >  t	<.0001
Sign	M 439.5	Pr >=  M	<.0001
Signed Rank	S 193380	Pr >=  S	<.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	79
99%	75
95%	71
90%	68
75% Q3	65
50% Median	60
25% Q1	56
10%	51
5%	48
1%	43
0% Min	35

TESIS

Calidad por nave

**PRUEBA DE NORMALIDAD**

Variable: Long tallo trat = 1

The UNIVARIATE Procedure

Variable: long\_tallo (Longitud\_tallo)  
trat = 0

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
35	630	78	205
39	633	78	212
40	712	78	381
40	529	78	795
42	710	79	219

Calidad por nave

**PRUEBA DE NORMALIDAD**

The UNIVARIATE Procedure

Moments

N	880	Sum Weights	880
Mean	59.8738636	Sum Observations	52689
Std Deviation	6.33488983	Variance	40.1308292
Skewness	-0.1624758	Kurtosis	0.12486575
Uncorrected SS	3189969	Corrected SS	35274.9989
Coeff Variation	10.5803926	Std Error Mean	0.21354909

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	59.87386	Std Deviation	6.33489
Median	60.00000	Variance	40.13083
Mode	61.00000	Range	38.00000
		Interquartile Range	8.00000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 280.3752	Pr >  t  <.0001
Sign	M 440	Pr >=  M  <.0001
Signed Rank	S 193820	Pr >=  S  <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	78.0
99%	74.0
95%	70.0
90%	68.0
75% Q3	64.0
50% Median	60.0
25% Q1	56.0
10%	52.0
5%	49.5
1%	43.0
0% Min	40.0

TESIS

Calidad por nave  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: long\_tallo (Longitud\_tallo)  
trat = 1

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
40	1599	75	1636
40	1562	76	1685
41	1551	77	1202
42	1578	77	1406
42	1575	78	960

Calidad por nave  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure

Variable: Long trat = 2

Moments

N	880	Sum Weights	880
Mean	59.6909091	Sum Observations	52528
Std Deviation	6.83595587	Variance	46.7302927
Skewness	-0.0959234	Kurtosis	0.15431132
Uncorrected SS	3176520	Corrected SS	41075.9273
Coeff Variation	11.4522563	Std Error Mean	0.23044003

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	59.69091	Std Deviation	6.83596
Median	60.00000	Variance	46.73029
Mode	60.00000	Range	47.00000
		Interquartile Range	9.00000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 259.0301	Pr >  t  <.0001
Sign	M 440	Pr >=  M  <.0001
Signed Rank	S 193820	Pr >=  S  <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	82
99%	75
95%	71
90%	69
75% Q3	64
50% Median	60
25% Q1	55
10%	51
5%	49
1%	42
0% Min	35

9

Calidad por nave  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: long\_tallo (Longitud\_tallo)  
trat = 2

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
35	2372	76	1919
35	2365	76	2569
40	2390	78	2570
40	2364	79	2572
41	2423	82	2563

# 1d. Prueba de normalidad variable longitud de flor

Calidad por nave  
**PRUEBA DE NORMALIDAD**

The UNIVARIATE Procedure

Variable: long\_flor (Longitud\_flor)  
 trat = 0

### Moments

N	879	Sum Weights	879
Mean	6.07292378	Sum Observations	5338.1
Std Deviation	0.33162056	Variance	0.10997219
Skewness	0.12102966	Kurtosis	0.44251726
Uncorrected SS	32514.43	Corrected SS	96.5555859
Coeff Variation	5.46064085	Std Error Mean	0.01118528

### Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	6.072924	Std Deviation	0.33162
Median	6.100000	Variance	0.10997
Mode	6.000000	Range	2.80000
		Interquartile Range	0.4000

### Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 542.9387	Pr >  t  <.0001
Sign	M 439.5	Pr >=  M  <.0001
Signed Rank	S 193380	Pr >=  S  <.0001

### Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	7.8
99%	6.8
95%	6.6
90%	6.5
75% Q3	6.3
50% Median	6.1
25% Q1	5.9
10%	5.6
5%	5.5
1%	5.3
0% Min	5.0

Calidad por nave  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: long\_flor (Longitud\_flor)  
trat = 0

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
5.0	538	6.9	135
5.1	120	6.9	754
5.2	156	7.0	149
5.2	89	7.0	459
5.3	815	7.8	44

Calidad por nave  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: long\_flor (Longitud\_flor)  
trat = 1

Moments

N	880	Sum Weights	880
Mean	6.06056818	Sum Observations	5333.3
Std Deviation	0.36707762	Variance	0.13474598
Skewness	0.0562046	Kurtosis	0.03885538
Uncorrected SS	32441.27	Corrected SS	118.441716
Coeff Variation	6.05681859	Std Error Mean	0.01237418

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	6.060568	Std Deviation	0.36708
Median	6.000000	Variance	0.13475
Mode	6.000000	Range	2.50000
		Interquartile Range	0.50000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 489.7752	Pr >  t  <.0001
Sign	M 440	Pr >=  M  <.0001
Signed Rank	S 193820	Pr >=  S  <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	7.4
99%	7.0
95%	6.6
90%	6.5
75% Q3	6.3
50% Median	6.0
25% Q1	5.8
10%	5.6
5%	5.5
1%	5.2
0% Min	

Calidad por nave  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: long\_flor (Longitud\_flor)  
trat = 1

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
4.9	1757	7.0	1530
5.0	1759	7.0	1684
5.0	1578	7.1	947
5.1	1758	7.1	997
5.1	1691	7.4	960

Calidad por nave  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
**Variable: long\_flor (Longitud\_flor)**  
trat = 2

Moments

N	880	Sum Weights	880
Mean	6.03636364	Sum Observations	5312
Std Deviation	0.37083119	Variance	0.13751577
Skewness	0.0676874	Kurtosis	0.05706175
Uncorrected SS	32186.04	Corrected SS	120.876364
Coeff Variation	6.1432878	Std Error Mean	0.01250072

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	6.036364	Std Deviation	0.37083
Median	6.000000	Variance	0.13752
Mode	6.000000	Range	2.50000
		Interquartile Range	0.50000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 482.8814	Pr >  t	<.0001
Sign	M 440	Pr >=  M	<.0001
Signed Rank	S 193820	Pr >=  S	<.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	7.4
99%	6.9
95%	6.7
90%	6.5
75% Q3	6.3
50% Median	6.0
25% Q1	5.8
10%	5.6
5%	5.4
1%	5.2
0% Min	4.9

TESIS

Calidad por nave  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: long\_flor (Longitud\_flor)  
trat = 2

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
4.9	2357	6.9	2482
4.9	2134	7.0	2143
5.0	2426	7.0	2374
5.1	2312	7.2	2083
5.1	1898	7.4	2035

15

16

### 1e. Prueba de homocedasticidad variable longitud de tallo

Dependent Variable: long\_tallo Longitud\_tallo

Calidad por nave  
The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of long\_tallo Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	2	22958.6	11479.3	2.73	0.0655
Error	2636	11091503	4207.7		

### 1f. Prueba de homocedasticidad variable longitud de flor

Dependent Variable: long\_flor Longitud\_flor

Levene's Test for Homogeneity of long\_flor Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	2	0.4036	0.2018	5.77	0.0032
Error	2636	92.2334	0.0350		

# 1g. Prueba de normalidad variable duración promedio de los tallos en florero

The UNIVARIATE Procedure  
 Variable: Dura\_Prom (Duracion Promedio)  
 Tratamiento = T0

## Moments

N	8	Sum Weights	8
Mean	4.8125	Sum Observations	38.5
Std Deviation	0.76799833	Variance	0.58982143
Skewness	0.02613633	Kurtosis	-2.6546343
Uncorrected SS	189.41	Corrected SS	4.12875
Coeff Variation	15.9584068	Std Error Mean	0.27152841

## Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	4.812500	Std Deviation	0.76800
Median	4.800000	Variance	0.58982
Mode	4.100000	Range	1.70000
		Interquartile Range	1.40000

NOTE: The mode displayed is the smallest of 2 modes with a count of 2.

## Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	----p Value-----	
Student's t	t 17.72374	Pr >  t	<.0001
Sign	M 4	Pr >=  M	0.0078
Signed Rank	S 18	Pr >=  S	0.0078

## Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	5.7
99%	5.7
95%	5.7
90%	5.7
75% Q3	5.5
50% Median	4.8
25% Q1	4.1
10%	4.0
5%	4.0
1%	4.0

TESIS

## Duración de tallos PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
 Variable: Dura\_Prom (Duracion Promedio)  
 Tratamiento = T0

## Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
0% Min	4.0

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
4.0	1	4.2	3
4.1	4	5.4	15
4.1	2	5.5	13
4.2	3	5.5	14
5.4	15	5.7	16

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: Dura\_Prom (Duracion Promedio)  
Tratamiento = T1

Moments

N	8	Sum Weights	8
Mean	6.2625	Sum Observations	50.1
Std Deviation	1.3637527	Variance	1.85982143
Skewness	-0.0014996	Kurtosis	-2.6343608
Uncorrected SS	326.77	Corrected SS	13.01875
Coeff Variation	21.7764902	Std Error Mean	0.48215939

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	6.262500	Std Deviation	1.36375
Median	6.300000	Variance	1.85982
Mode	7.500000	Range	3.00000
		Interquartile Range	2.55000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 12.98844	Pr >  t  <.0001
Sign	M 4	Pr >=  M  0.0078
Signed Rank	S 18	Pr >=  S  0.0078

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	7.80
99%	7.80
95%	7.80
90%	7.80
75% Q3	7.50
50% Median	6.30
25% Q1	4.95
10%	4.80
5%	4.80
1%	4.80
0% Min	4.80

TESIS

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: Dura\_Prom (Duracion Promedio  
Tratamiento = T1

Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
4.8	8	5.3	6
4.9	5	7.3	20
5.0	7	7.5	18
5.3	6	7.5	19
7.3	20	7.8	17

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: Dura\_Prom (Duracion Promedio  
Tratamiento = T2

Moments

N	8	Sum Weights	8
Mean	5.9	Sum Observations	47.2
Std Deviation	1.18321596	Variance	1.4
Skewness	0.03035656	Kurtosis	-2.6980875
Uncorrected SS	288.28	Corrected SS	9.8
Coeff Variation	20.0545077	Std Error Mean	0.41833001

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	5.900000	Std Deviation	1.18322
Median	5.850000	Variance	1.40000
Mode	4.800000	Range	2.50000
		Interquartile Range	2.20000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 14.1037	Pr >  t  <.0001
Sign	M 4	Pr >=  M  0.0078
Signed Rank	S 18	Pr >=  S  0.0078

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	7.20
99%	7.20
95%	7.20
90%	7.20
75% Q3	7.00
50% Median	5.85
25% Q1	4.80
10%	4.70
5%	4.70
1%	4.70
0% Min	4.70

## TESIS

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: Dura\_Prom (Duracion Promedio  
Tratamiento = T2

## Extreme Observations

----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
4.7	11	4.9	9
4.8	12	6.8	22
4.8	10	6.9	23
4.9	9	7.1	24
6.8	22	7.2	21

**1h. Prueba de normalidad variable porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero**

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: **cumplimiento**  
Tratamiento = T0

## Moments

N	8	Sum Weights	8
Mean	39.5825	Sum Observations	316.66
Std Deviation	11.3555458	Variance	128.948421
Skewness	0.42327407	Kurtosis	-0.8403729
Uncorrected SS	13436.8334	Corrected SS	902.63895
Coeff Variation	28.6882987	Std Error Mean	4.01479174

## Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	39.58250	Std Deviation	11.35555
Median	37.50000	Variance	128.94842
Mode	33.33000	Range	33.33000
		Interquartile Range	16.66500

## Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 9.859166	Pr >  t  <.0001
Sign	M 4	Pr >=  M  0.0078
Signed Rank	S 18	Pr >=  S  0.0078

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	58.330
99%	58.330
95%	58.330
90%	58.330
75% Q3	47.915
50% Median	37.500
25% Q1	31.250
10%	25.000
5%	25.000
1%	25.000
0% Min	25.000

TESIS

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: cumplimiento  
Tratamiento = T0

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
25.00	1	33.33	4
29.17	3	41.67	14
33.33	4	45.83	13
33.33	2	50.00	16
41.67	14	58.33	15

TESIS

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: cumplimiento  
Tratamiento = T1

Moments

N	8	Sum Weights	8
Mean	54.6875	Sum Observations	437.5
Std Deviation	13.6278305	Variance	185.717764
Skewness	0.17926275	Kurtosis	-1.6534924
Uncorrected SS	25225.8056	Corrected SS	1300.02435
Coeff Variation	24.9194615	Std Error Mean	4.81816568

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	54.68750	Std Deviation	13.62783
Median	54.16500	Variance	185.71776
Mode	45.83000	Range	37.50000
		Interquartile Range	20.83500

118

119

NOTE: The mode displayed is the smallest of 2 modes with a count of 2.

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 11.35027	Pr >  t  <.0001
Sign	M 4	Pr >=  M  0.0078
Signed Rank	S 18	Pr >=  S  0.0078

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	75.000
99%	75.000
95%	75.000
90%	75.000
75% Q3	64.585
50% Median	54.165
25% Q1	43.750
10%	37.500
5%	37.500
1%	37.500

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: cumplimiento  
Tratamiento = T1

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
0% Min	37.500

Extreme Observations

-----Lowest----		-----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
37.50	6	45.83	7
41.67	8	62.50	18
45.83	7	62.50	19
45.83	5	66.67	20
62.50	19	75.00	17

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: cumplimiento  
Tratamiento = T2

Moments

N	8	Sum Weights	8
Mean	51.5625	Sum Observations	412.5
Std Deviation	12.388371	Variance	153.471736
Skewness	0.07992222	Kurtosis	-2.0287496
Uncorrected SS	22343.8334	Corrected SS	1074.30215
Coeff Variation	24.0259316	Std Error Mean	4.37995057

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	51.56250	Std Deviation	12.38837
Median	52.08000	Variance	153.47174
Mode	37.50000	Range	29.17000
		Interquartile Range	22.91500

NOTE: The mode displayed is the smallest of 3 modes with a count of 2.

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	----p Value-----	
Student's t	t 11.77239	Pr >  t	<.0001
Sign	M 4	Pr >=  M	0.0078
Signed Rank	S 18	Pr >=  S	0.0078

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	66.670
99%	66.670
95%	66.670
90%	66.670
75% Q3	62.500
50% Median	52.080
25% Q1	39.585
10%	37.500
5%	37.500
1%	37.500

Duración de tallos  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: cumplimiento  
Tratamiento = T2

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
0% Min	37.500

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
37.50	12	45.83	9
37.50	11	58.33	22
41.67	10	58.33	24
45.83	9	66.67	21
58.33	24	66.67	23

## 1i. Prueba de normalidad variable causas de eliminación de los tallos en florero

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_elim  
Tratamiento = 0

Moments

N	32	Sum Weights	32
Mean	0.25	Sum Observations	8
Std Deviation	0.1928377	Variance	0.03718638
Skewness	0.0458175	Kurtosis	-1.5755177
Uncorrected SS	3.15277778	Corrected SS	1.15277778
Coeff Variation	77.1350814	Std Error Mean	0.03408921

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	0.250000	Std Deviation	0.19284
Median	0.250000	Variance	0.03719
Mode	0.041667	Range	0.58333
		Interquartile Range	0.37500

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 7.333698	Pr >  t  <.0001
Sign	M 14	Pr >=  M  <.0001
Signed Rank	S 203	Pr >=  S  <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	0.5833333
99%	0.5833333
95%	0.5000000
90%	0.5000000
75% Q3	0.4166667
50% Median	0.2500000
25% Q1	0.0416667
10%	0.0000000
5%	0.0000000
1%	0.0000000
0% Min	0.0000000

Causas de eliminación  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_elim  
Tratamiento = 0

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
0.0000000	58	0.4583333	64
0.0000000	56	0.5000000	4
0.0000000	54	0.5000000	50
0.0000000	53	0.5000000	62
0.0416667	59	0.5833333	51

Causas de eliminación  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_elim  
Tratamiento = 1

Moments

N	32	Sum Weights	32
Mean	0.25	Sum Observations	8
Std Deviation	0.10206207	Variance	0.01041667
Skewness	-0.3792758	Kurtosis	0.00782351
Uncorrected SS	2.32291667	Corrected SS	0.32291667
Coeff Variation	40.8248291	Std Error Mean	0.0180422

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	0.250000	Std Deviation	0.10206
Median	0.250000	Variance	0.01042
Mode	0.250000	Range	0.41667
		Interquartile Range	0.10417

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 13.85641	Pr >  t  <.0001
Sign	M 15.5	Pr >=  M  <.0001
Signed Rank	S 248	Pr >=  S  <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	0.4166667
99%	0.4166667
95%	0.4166667
90%	0.3750000
75% Q3	0.3125000
50% Median	0.2500000
25% Q1	0.2083333
10%	0.1250000
5%	0.0833333
1%	0.0000000
0% Min	0.0000000

294

Causas de eliminación  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_elim  
Tratamiento = 1

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
0.0000000	21	0.3750000	18
0.0833333	75	0.3750000	19
0.0833333	22	0.4166667	17
0.1250000	73	0.4166667	30
0.1250000	24	0.4166667	66

Causas de eliminación  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_elim  
Tratamiento = 2

Moments

N	32	Sum Weights	32
Mean	0.25	Sum Observations	8
Std Deviation	0.10260933	Variance	0.01052867
Skewness	0.16588431	Kurtosis	-0.6352336
Uncorrected SS	2.32638889	Corrected SS	0.32638889
Coeff Variation	41.0437305	Std Error Mean	0.01813894

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	0.250000	Std Deviation	0.10261
Median	0.250000	Variance	0.01053
Mode	0.208333	Range	0.41667
		Interquartile Range	0.16667

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 13.78251	Pr >  t	<.0001
Sign	M 16	Pr >=  M	<.0001
Signed Rank	S 264	Pr >=  S	<.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	0.4583333
99%	0.4583333
95%	0.4166667
90%	0.3750000
75% Q3	0.3333333
50% Median	0.2500000
25% Q1	0.1666667
10%	0.1250000
5%	0.1250000
1%	0.0416667
0% Min	0.0416667

296

Causas de eliminación  
PRUEBA DE NORMALIDAD

The UNIVARIATE Procedure  
Variable: P\_elim  
Tratamiento = 2

Extreme Observations

-----Lowest-----		-----Highest-----	
Value	Obs	Value	Obs
0.0416667	86	0.3750000	82
0.1250000	88	0.3750000	95
0.1250000	85	0.4166667	83
0.1250000	41	0.4166667	84
0.1250000	39	0.4583333	34

**1j. Prueba de homocedasticidad variable duración promedio de los tallos en florero y porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero**

Duración de tallos

----- Muestreo=Primero -----

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of Dura\_Prom Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	0.00240	0.00120	2.12	0.1763
Error	9	0.00510	0.000567		

Levene's Test for Homogeneity of cumplimiento Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	0.000072	0.000036	0.00	1.0000
Error	9	1072.7	119.2		

----- Muestreo=Segundo -----

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of Dura\_Prom Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	0.000826	0.000413	0.65	0.5459
Error	9	0.00574	0.000638		

Levene's Test for Homogeneity of cumplimiento Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	853.0	426.5	0.51	0.6190
Error	9	7582.7	842.5		

**1k. Prueba de homocedasticidad variable causas de eliminación (*Botrytis*, cabeceo, decoloración, senescencia)**

Causas de eliminación  
PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Botrytis -----

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Botrytis -----

Dependent Variable: P\_elim

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Botrytis  
The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_elim Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	0.000017	8.681E-6	1.11	0.3711
Error	9	0.000070	7.828E-6		

Causas de eliminación  
PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Cabeceo -----

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_elim Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	9.545E-6	4.772E-6	1.19	0.3486
Error	9	0.000036	4.019E-6		

TESIS

304

Causas de eliminación  
PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Decolora -----  
The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_elim Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	5.683E-6	2.841E-6	1.18	0.3505
Error	9	0.000022	2.407E-6		

TESIS

308

Causas de eliminación  
PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Senescen -----

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_elim Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	0.000068	0.000034	1.99	0.1930
Error	9	0.000154	0.000017		

312

TESIS

Causas de eliminación  
PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Botrytis -----

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_elim Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3.799E-6	1.899E-6	0.17	0.8497
Error	9	0.000103	0.000011		

Causas de eliminación  
PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Cabeceo -----

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_elim Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	0.000026	0.000013	1.22	0.3385
Error	9	0.000097	0.000011		

320

TESIS

Causas de eliminación  
PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Decolora

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_elim Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	0.000032	0.000016	4.36	0.0673
Error	9	0.000033	3.684E-6		

324

TESIS

Causas de eliminación  
PRUEBA DE HOMOCEASTICIDAD

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Senescen -----

The ANOVA Procedure

Levene's Test for Homogeneity of P\_elim Variance  
ANOVA of Squared Deviations from Group Means

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	0.000032	0.000016	4.36	0.0673
Error	9	0.000033	3.684E-6		

## ANEXO 2

### PRUEBAS ESTADISTICAS

#### 2a. Análisis de medidas repetidas para la variable abscisión floral

Porcentaje de Abscisión  
**ANÁLISIS DE MEDIDAS REPETIDAS.**

The Mixed Procedure

#### Model Information

Data Set	WORK.ABSCICION
Dependent Variable	P_Abs
Covariance Structure	Compound Symmetry
Subject Effect	trat
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Satterthwaite

#### Class Level Information

Class	Levels	Values
sem	10	35 36 37 38 39 40 41 42 43 44
rep	4	1 2 3 4
trat	3	0 1 2

#### Dimensions

Covariance Parameters	2
Columns in X	48
Columns in Z	0
Subjects	3
Max Obs Per Subject	40
Observations Used	120
Observations Not Used	0
Total Observations	120

#### Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	-111.78411046	
1	1	-111.78411046	0.00000000

Convergence criteria met.

Porcentaje de Abcisión  
ANÁLISIS DE MEDIDAS REPETIDAS

The Mixed Procedure

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Subject	Estimate
CS	trat	0
Residual		0.009076

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	-111.8
AIC (smaller is better)	-107.8
AICC (smaller is better)	-107.6
BIC (smaller is better)	-109.6

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
sem	9	87	3.35	0.0015
rep	3	87	2.45	0.0689
trat	2	87	8.92	0.0003
sem*trat	18	87	1.50	0.1110

Least Squares Means

Effect	Tratamiento	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr >  t
trat	0	0.2838	0.01506	87	18.84	<.0001
trat	1	0.2015	0.01506	87	13.38	<.0001
trat	2	0.2743	0.01506	87	18.21	<.0001

## 2b. Prueba de Tukey para la variable abcisión floral

Porcentaje de Abcisión  
ANÁLISIS DE MEDIDAS REPETIDAS

The Mixed Procedure

Differences of Least Squares Means

Effect	Tratamiento	Tratamiento	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr >  t	Adjustment
trat	0	1	0.08225	0.02130	87	3.86	0.0002	Tukey
trat	0	2	0.009500	0.02130	87	0.45	0.6567	Tukey
trat	1	2	-0.07275	0.02130	87	-3.42	0.0010	Tukey

Differences of Least Squares Means

Effect	Tratamiento	Tratamiento	Adj P
trat	0	1	0.0006
trat	0	2	0.8963
trat	1	2	0.0028

Tukey's Studentized Range (HSD) **Test for P\_Abs**

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
B	19.938	40	T1
A	27.188	40	T2
A	28.125	40	T0

## 2c. Análisis de medidas repetidas para la variable longitud de tallo

### ANÁLISIS DE MEDIDAS REPETIDAS.

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.CALIDAD_NAVE
Dependent <b>Variable</b>	<b>long_tallo</b>
Covariance Structure	Compound Symmetry
Subject Effect	trat
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Satterthwaite

### Class Level Information

Class	Levels	Values
sem	11	34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44
rep	4	1 2 3 4
trat	3	0 1 2

### Dimensions

Covariance Parameters	2
Columns in X	52
Columns in Z	0
Subjects	3
Max Obs Per Subject	880
Observations Used	2639
Observations Not Used	0
Total Observations	2639

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	17099.25099143	
1	1	17099.25099143	0.00000000

Convergence criteria met but final hessian is not positive definite.

TESIS

23

Calidad por nave  
ANÁLISIS DE MEDIDAS REPETIDAS

The Mixed Procedure

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Subject	Estimate
CS	trat	0
Residual		39.2001

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	17099.3
AIC (smaller is better)	17103.3
AICC (smaller is better)	17103.3
BIC (smaller is better)	17101.4

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
sem	10	2603	17.59	<.0001
rep	3	2603	41.52	<.0001
trat	2	2603	1.83	0.1598
sem*trat	20	2603	3.71	<.0001

## 2d. ANAVA no paramétrica para la variable longitud de flor

Welch's ANOVA for **long\_flor**

Source	DF	F Value	Pr > F
trat	2.0000	2.41	0.0903
Error	1752.7		

## 2e. ANAVA y pruebas de Tukey para la variable duración promedio de los tallos en florero

ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero -----

-----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	T0 T1 T2

Number of observations 12  
TESIS

134 Duración de tallos

----- Muestreo=Primero -----

-----

The GLM Procedure

**Dependent Variable: Dur\_Prom Duracion Promedio**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1.83333333	0.36666667	16.50	0.0019
Error	6	0.13333333	0.02222222		
Corrected Total	11	1.96666667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Dur_Prom Mean
0.932203	3.217364	0.149071	4.633333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.04666667	0.01555556	0.70	0.5855
Tratamiento	2	1.78666667	0.89333333	40.20	0.0003

## Duración de tallos

----- Muestreo=Primero -----  
-----

## The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) **Test for Dur\_Prom**

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.022222
Critical Value of Studentized Range	4.33902
Minimum Significant Difference	0.3234

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	5.0000	4	T1
A			
A	4.8000	4	T2
B	4.1000	4	T0

----- Muestreo=Segundo -----  
-----

## The GLM Procedure

## Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	T0 T1 T2

Number of observations	12
TESIS	



## 2f. ANAVA y pruebas de Tukey para la variable porcentaje de cumplimiento de los tallos en florero

ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero -----  
 ----

The GLM Procedure

Dependent Variable: cumplimiento

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	363.1412167	72.6282433	3.14	0.0981
Error	6	138.7778500	23.1296417		
Corrected Total	11	501.9190667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	cumplimiento Mean
0.723506	12.70740	4.809329	37.84667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	4.3264000	1.4421333	0.06	0.9778
Tratamiento	2	358.8148167	179.4074083	7.76	0.0217

----- Muestreo=Primero -----  
 ----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for cumplimiento

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	23.12964
Critical Value of Studentized Range	4.33902
Minimum Significant Difference	10.434

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	42.708	4	T1
A			
B A	40.625	4	T2
B			
B	30.208	4	T0



## 2g. ANAVA y pruebas de Tukey para la variable causas de eliminación (*Botrytis*)

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Botrytis -----  
 ----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12

TESIS

330

Causas de eliminación  
 ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Botrytis -----  
 ----

The GLM Procedure

Dependent Variable: P\_elim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.01128472	0.00225694	0.55	0.7354
Error	6	0.02459491	0.00409915		
Corrected Total	11	0.03587963			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P_elim Mean
0.314516	16.46347	0.064025	0.388889

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.00231481	0.00077160	0.19	0.9007
Tratamiento	2	0.00896991	0.00448495	1.09	0.3934

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Botrytis -----  
-----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for P\_elim

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.004099
Critical Value of Studentized Range	4.33902
Minimum Significant Difference	0.1389

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	0.42708	4	0
A			
A	0.37500	4	1
A			
A	0.36458	4	2

TESIS

341  
Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Botrytis -----  
-----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12



## 2h. ANAVA y pruebas de Tukey para la variable causas de eliminación (Senescencia)

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Senescen -----  
----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Senescen -----  
----

The GLM Procedure

Dependent Variable: P\_elim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.01345486	0.00269097	0.74	0.6185
Error	6	0.02170139	0.00361690		
Corrected Total	11	0.03515625			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P_elim Mean
0.382716	19.90863	0.060141	0.302083

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.01085069	0.00361690	1.00	0.4547
Tratamiento	2	0.00260417	0.00130208	0.36	0.7118

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Senescen -----  
-----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for P\_elim

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.003617
Critical Value of Studentized Range	4.33902
Minimum Significant Difference	0.1305

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	0.32292	4	0
A			
A	0.29167	4	1
A			
A	0.29167	4	2

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Senescen -----  
-----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Senescen -----  
-----

The GLM Procedure

Dependent Variable: P\_elim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.10763889	0.02152778	9.30	0.0086
Error	6	0.01388889	0.00231481		
Corrected Total	11	0.12152778			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P_elim Mean
0.885714	14.43376	0.048113	0.333333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.01041667	0.00347222	1.50	0.3072
Tratamiento	2	0.09722222	0.04861111	21.00	0.0020

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Senescen -----  
-----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for P\_elim

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.002315
Critical Value of Studentized Range	4.33902
Minimum Significant Difference	0.1044

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	0.45833	4	0
B	0.29167	4	2
B	0.25000	4	1

## 2i. ANAVA y pruebas de Tukey para la variable causas de eliminación (Cabeceo)

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Cabeceo -----  
----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Cabeceo -----  
----

The GLM Procedure

Dependent Variable: P\_elim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.01620370	0.00324074	1.20	0.4089
Error	6	0.01620370	0.00270062		
Corrected Total	11	0.03240741			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P_elim Mean
0.500000	53.45225	0.051967	0.097222

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.00115741	0.00038580	0.14	0.9306
Tratamiento	2	0.01504630	0.00752315	2.79	0.1394

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Cabeceo -----  
----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for P\_elim

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.002701
Critical Value of Studentized Range	4.33902
Minimum Significant Difference	0.1127

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	0.14583	4	2
A	0.08333	4	1
A	0.06250	4	0

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Cabeceo -----  
----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12

TESIS

345

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Cabeceo -----  
----

The GLM Procedure

Dependent Variable: P\_elim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.11993634	0.02398727	5.99	0.0249
Error	6	0.02401620	0.00400270		
Corrected Total	11	0.14395255			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P_elim Mean
0.833166	49.24559	0.063267	0.128472

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.00506366	0.00168789	0.42	0.7444
Tratamiento	2	0.11487269	0.05743634	14.35	0.0052

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Cabeceo -----  
-----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for P\_elim

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.004003
Critical Value of Studentized Range	4.33902
Minimum Significant Difference	0.1373

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	0.25000	4	1
A			
B A	0.12500	4	2
B			
B	0.01042	4	0

## 2j. ANAVA y pruebas de Tukey para la variable causas de eliminación (Decoloración)

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Decolora -----  
----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Decolora -----  
----

The GLM Procedure

Dependent Variable: P\_elim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.01982060	0.00396412	9.13	0.0090
Error	6	0.00260417	0.00043403		
Corrected Total	11	0.02242477			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P_elim Mean
0.883871	9.836066	0.020833	0.211806

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	3	0.01085069	0.00361690	8.33	0.0147
Tratamiento	2	0.00896991	0.00448495	10.33	0.0114

TESIS

337

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Primero Causa eliminacion=Decolora -----  
----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for P\_elim

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.000434
Critical Value of Studentized Range	4.33902
Minimum Significant Difference	0.0452

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tratamiento
A	0.25000	4	1
B	0.19792	4	2
B	0.18750	4	0

Causas de eliminación  
ANAVA Y PRUEBAS DE COMPARACION

----- Muestreo=Segundo Causa eliminacion=Decolora -----  
----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
Tratamiento	3	0 1 2

Number of observations 12

