

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



**Respuesta de la Nochebuena *Euphorbia pulcherrima Willd* a la Aplicación  
del Retardante de Crecimiento Prohexadiona de Calcio**

**Por:**

**TARIÁCURI RAMÍREZ HERNÁNDEZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2008**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**Respuesta de la Nochebuena *Euphorbia pulcherrima Willd* a la Aplicación del Retardante de Crecimiento Prohexadiona de Calcio**

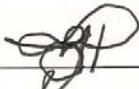
**TESIS**

**PRESENTADA POR:  
TARIÁCURI RAMÍREZ HERNÁNDEZ**

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador, Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

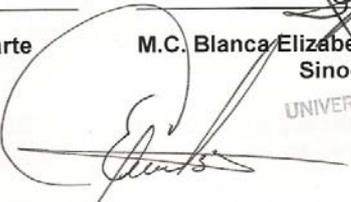
**APROBADA POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Leobardo Bañuelos Herrera**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Homero Ramírez Rodríguez**  
Sinodal

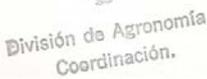
  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Alfonso Rojas Duarte**  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez**  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo**  
Coordinador de la División de Agronomía

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México 

Diciembre de 2008

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por a verme brindado el privilegio de vivir, por brindarme una maravillosa familia.

A MIS PADRES por su apoyo incondicional que me han brindado durante todos estos años que tengo de vida, les digo de todo corazón GRACIAS. LOS QUIERO MUCHO.

A HERMANAS por mostrarme su apoyo durante todo este tiempo, GRACIAS. LAS QUIERO MUCHO.

A todas aquellas personas que me tope por este cortó camino durante mi estancia en la universidad, las experiencias buenas y malas que esto nos brinda.

AL M.C. Leobardo Bañuelos Herrera antes que nada por ser mi amigo, y por su gran apoyo que me ha brindado para mi formación profesional.

AL M.C. Alfonso Rojas Duarte por brindarme su amistad y su ayuda en mi formación profesional.

A LA M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez por brindarme su amistad y confianza, y su apoyo para la realización de este trabajo de investigación.

A TODOS LOS MAESTROS de horticultura que me brindaron un poco de su experiencia para mi formación, perdón que no los mencione uno por uno.

A TODOS MIS COMPAÑEROS de la generación 106 de horticultura por todo lo que compartimos juntos durante la estancia en la NARRO!!!

A MI "ALMA TERRA MATER" por abrimme las puertas para que pudiera seguir superándome como persona y profesionalmente.

## DEDICATORIA

A mis padres: Leticia Hernández Cruz y José Reginaldo Ramírez Figueroa por su amor, esfuerzo, sacrificio y ejemplo, por creer en mí a pesar de tantos tropiezos y por su incondicional apoyo. Muchas gracias.

A todas mis hermanas: América, Abilene, Alondra Guadalupe, Esbeydi y Mónica Celeste por todos aquellos momentos que hemos compartido juntos, gratos y difíciles que hemos superado juntos.

A mis familiares: Mi mami ju (†), abuela Pola, mi tía Martha, mi tío Calin, mi tía Malena, Mi tía chávella, Chayei, Chilin, y a mis sobrinos ( Valeria, Luis Carlos, Diego) gracias por apoyarme en todos los sentidos. Gracias

A mis grandes amigos: Argelia, toto, Ing. Bañuelos, Chayei, Chilin, Rafael. Gracias por estar conmigo cuando los he necesitado y en todo momento, gracias.

A mis amigos: Eli, Ing. Rojas, Ing. Toño, Dr. Reyes Salas, Fernando, Nicanor, Alberto, Catherine, y a toda la bola de Michoacanos que estudian en la narro, por todos los momentos que compartimos. Gracias

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	v
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCION .....	1
Hipótesis .....	4
Objetivos.....	4
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....	6
Raíz.....	6
Hoja.....	7
Tallo .....	7
Flor .....	7
Hábitos de floración.....	8
Floración.....	9
Luz .....	10
Temperatura.....	11
Suelos .....	11
Riego.....	12
Fertilización .....	13
Reguladores de crecimiento.....	13
Ácidos abscisico.....	14
Etileno .....	15
Auxina .....	16
Citoquininas.....	17
Giberelinas .....	18
Prohexadiona Calcio (P-Ca).....	19
Absorción y duración del efecto de la sustancia activa .....	20
Modo de acción del prohexadiona de calcio.....	21
Metabolismo .....	21
Propiedades toxicologicas y ecotoxicologicas.....	22
Absorción y translocación.....	22
Factores que favorecen el efecto de la sustancia activa .....	22
Factores involucrados en la efectividad de la aplicación.....	23
Efectos de Prohexadiona calcio en el crecimiento vegetativo .....	23

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
INVERNADERO .....	34
MATERIAL VEGETAL .....	35
PRODUCTOS.....	35
PREPARACION DEL SUELO .....	35
TRANSPLANTE.....	36
DISEÑO EXPERIMENTAL .....	36
Modelo estadístico .....	36
DESCRIPCION DE LAS TRATAMIENTOS .....	37
FERTILIZACION.....	40
LAS VARIABLES EVALUADAS .....	43
Paquete estadísticos utilizados .....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	48
LONGITUD DE BROTE (LB).....	48
DIÁMETRO DE BROTE (DB).....	52
NUMERO DE BROTES (NB).....	55
LONGITUD DE BRÁCTEA PRINCIPAL (LBrP) .....	58
DIÁMETRO DE BRÁCTEA PRINCIPAL (DBrP) .....	61
NUMERO DE BRÁCTEAS (NBr).....	65
NÚMERO DE FLORES POR CIATIA (NFCt) .....	68
NUMERO DE FLORES ABIERTAS (NFA) .....	71
NUMERO DE FLORES CERRADAS (NFC).....	74
NÚMERO DE HOJAS POR TALLO (NHT).....	77
LONGITUD DE HOJA (LH).....	80
ANCHO DE HOJAS (AH) .....	83
ÁREA FOLIAR TOTAL (AFT) .....	85
DIÁMETRO DE LA INFLORESCENCIA (DI) .....	87
V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....	91
REVISION DE LITERATURA.....	93
APENDICE.....	95

### INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 3.1.	Calendario de fertilización.....	41
Figura 4.1.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable longitud de brote (cm).....	49
Figura 4.2.	Aspecto de la respuesta en plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, a diferentes dosis, para la Variable longitud de brote(cm).....	50
Figura 4.3.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable Variable diámetro (cm).....	53
Figura 4.4.	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable diámetro de brote.....	54
Figura 4.5.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable numero de brotes.....	56
Figura 4.6.	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable número de brote.....	57
Figura 4.7.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable bráctea principal.....	60
Figura 4.8.	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable bráctea principal.....	60
Figura 4.9	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable diámetro de bráctea principal (cm).....	63

Figura 4.10.	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable diámetro de bráctea principal (cm).....	63
Figura 4.11	Aspecto de la respuesta en plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, a diferentes dosis, para la Variable diámetro de bráctea principal (cm).....	64
Figura 4.12.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable numero de bráctea.....	66
Figura 4.13.	Aspecto de la respuesta en plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, a diferentes dosis, para la Variable número de bráctea.....	67
Figura 4.14.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable número de flores por ciatia.....	70
Figura 4.15.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable número de flores abiertas.....	73
Figura 4.16.	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable número de flores abiertas.....	73
Figura 4.17.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable numero flores cerradas.....	75
Figura 4.18	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable número de flores cerradas.....	76
Figura 4.19.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable numero de hojas.....	78

Figura 4.20.	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable número de hojas.....	79
Figura 4.21.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable longitud de hoja (cm).....	81
Figura.4.22.	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable longitud de hoja (cm).....	82
Figura 4.23.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable longitud de brote (cm).....	84
Figura 4.24.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable área foliar (cm).....	86
Figura 4.25.	Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, para la variable diámetro de la inflorescencia (cm).....	89
Figura 4.26.	Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de prohexadiona de calcio como achaparrador para la variable diámetro de inflorescencia (cm).....	89
Figura 4.27.	Aspecto de la respuesta en plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de prohexadiona de calcio como achaparrador, a diferentes dosis, para la Variable diámetro de inflorescencia (cm).....	90

## RESUMEN

En el cultivo de nochebuenas uno de los factores que intervienen en la calidad de las plantas es el tamaño, para lograr esto, los productores utilizan una gran gama de productos químicos, denominados retardantes de crecimiento o enanizantes, el efecto que algunas de estas sustancias ejercen sobre ciertas especies, indica que su mecanismo de acción está relacionado con su metabolismo hormonal, estos productos ofrecen resultados favorables reflejados en plantas más compactas, sin embargo estos pueden ser tóxicos para algunos animales pequeños y en el humano pueden causar cáncer o mutaciones.

Debido a él uso de tantos productos químicos que se emplean para lograr los resultados deseados en una planta de nochebuena, se formuló un producto que puede tener el efecto deseado sobre la planta y que no representa riesgos, no es toxico, cancerogenico o mutagenico, este producto es la prohexadiona de calcio, además de no perjudicar al medio ambiente y al ser humano, ha sido recomendado para utilizarlo en productos comestibles.

La investigación consistió en evaluar tres diferentes dosis de prohexadiona de calcio realizadas en tres aplicaciones, dependiendo del tratamiento, contando con 60 unidades experimentales, distribuidas en 12 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, las variables a evaluadas fueron: longitud de brote que presento una diferencia no significativa; diámetro de brote

que fue altamente significativa para el factor dosis, pero no significativa para número de aplicaciones, número de brotes significativa para dosis, longitud de bráctea principal significativa para dosis, diámetro de bráctea altamente significativa para dosis, número de brácteas no significativa, número de flores por ciatía no significativa, número de flores abiertas significativa para dosis, número de flores cerradas significativa para dosis, número de hojas significativa para dosis, longitud de hoja significativa para dosis, ancho de hoja no significativa, área foliar total no significativa, diámetro de inflorescencia significativa para dosis.

**PALABRAS CLAVE:** prohexadiona de calcio, retardantes de crecimiento, nochebuenas

## I. INTRODUCCION

Las plantas de nochebuena se cultivan en una gran parte de países, debido principalmente a que en el mundo se le ha adoptado, como el símbolo de la natividad. Sus objetivos como un cultivo comercial, se remontan a finales del siglo XIX. En años recientes, la producción comercial de nochebuena ha ido aumentando gradualmente en países desarrollados como son Estados Unidos, Canadá y muchos de los países Europeos. Se estima que en 1977, solo en Norte América se produjeron más de 20 millones de macetas, con un valor comercial a precio de mayoreo de 47 millones de dólares.

La Nochebuena, se ha convertido en una importante planta de floración en maceta, que se comercializa en muchas partes del mundo, particularmente en los países orientales y Europeos donde también se producen fuertes cantidades de macetas, específicamente para la temporada de navidad. Solamente en Noruega se tuvo una producción estimada de macetas de nochebuena para 1978 de 2 millones, que equivale a un consumo per cápita de 0.5 macetas por persona, debido a que en un hogar, se decora con estas plantas y específicamente en estos países, no solo en el lugar donde se coloca el árbol navideño, sino también muchos lugares del hogar, como son la cocina, las recamaras. En áreas donde la nochebuena no está íntimamente asociada a

esta celebración, se puede producir en otras épocas del año y hay una producción ilimitada en estos países Occidentales y europeos. Al sur del Ecuador el periodo de la floración natural se presenta durante los meses de junio y no en diciembre, por ser una especie, además de fotoperiódica, termoperiódica.

En México, su producción se realiza previo a los meses de Noviembre y Diciembre, fechas en que son comercializadas las plantas. Se produce principalmente en los estados de Puebla, México, Colima, Distrito Federal, Jalisco, Chiapas, Michoacán, Guanajuato, Veracruz y Morelos, cabe destacar que Morelos es el estado con mayor producción de flor de nochebuena, con un estimado de más de cinco millones de plantas terminadas en diferentes presentaciones y colores. Para que una planta de nochebuena tenga mejor calidad y mejor presentación es muy usual que se utilicen reguladores de crecimiento esto con la finalidad de comercializar plantas más compactas y de un tamaño acorde al diámetro de la maceta, debido a que esto se refleja en calidad, es recomendable regular el crecimiento de las plantas de nochebuena, para este propósito existe un grupo de fitoreguladores denominados retardantes de crecimiento, o enanizantes, el efecto que algunas de estas sustancias ejercen sobre ciertas especies indica que su mecanismo de acción está relacionado con el metabolismo hormonal. En la floricultura su uso se enfoca a plantas ornamentales de flor, ya que el valor ornamental de muchas de

estas plantas, aumenta si el crecimiento en altura disminuye, obteniendo un aparato foliar más compacto, con flores apicales y en mayor cantidad.

Se ha demostrado que muchas de las sustancias que pertenecen a este grupo interfieren con la biosíntesis de la giberelina lo que anula en diversos momentos, según el principio activo de que se trate; siendo las giberelinas las hormonas que estimulan el alargamiento de células y con el crecimiento de estas aumentan los órganos, un bloqueo de las mismas por parte de un fitoregulador enanizante determinaría la característica detención del crecimiento del tallo.

En el mercado existen muchos productos comerciales cuya finalidad es retardar el crecimiento de las plantas de nochebuena estos productos ofrecen resultados favorables reflejados en plantas más compactas, sin embargo estos productos pueden ser tóxicos para algunos animales pequeños y en el humano puede causar cáncer o mutaciones, Y que son productos cancerogénicos y teratogénicos. En los últimos años se formuló un producto que puede tener el efecto deseado sobre la nochebuena y que no es tóxico, cancerogénico o mutagénico, este producto es la P-Calcio. Además de no perjudicar al medio ambiente ni tampoco al ser humano debido a esto lo han recomendado para utilizarlo en productos comestibles. Otra ventaja del P-Ca es que puede ser mucho más barato que los productos comerciales debido a las bajas cantidades de ingrediente activo que se necesitan.

**Hipótesis**

Al menos una dosis de Prohexadiona-Calcio inhibirá la acción de las giberelinas provocando reducción en el crecimiento en las plantas

**Objetivos**

Determinar la dosis adecuada para producir plantas de nochebuena de porte bajo.

## II. REVISION DE LITERATURA

La nochebuen (*Euphorbia pulcherrima, willd.*), también conocida como pascua, flor de navidad, estrella de navidad o poinsettia, es originaria de la región de Taxco guerrero, México y algunas partes de América central. En estas regiones la temperatura media es de 18°C y la precipitación pluvial sobre los 900 mm.

Se ubica en la siguiente clasificación.

Reino	Plantae
División	Traqueofitas
Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotiledóneas
Orden	Geraniales
Familia	Euforbiáceas
Genero	Euphorbia
Especie	Pulcherrima

Los aztecas la cultivaban antes de la llegada de los españoles y le llamaban “cuetlaxochitl”, que en náhuatl significa “flor de piel” o “flor de cuero” por la apariencia de las brácteas. Debido a sus colores brillantes, para los aztecas la flor era símbolo de pureza. Sin embargo. También le daban usos prácticos a la planta, ya que estarían de las brácteas una tinta de color rojo purpura y el látex lo usaban para preparar una medicina que contrarrestaba la fiebre.

## **DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

Cortes Vivar en el 2007 realiza la siguiente descripción de la nochebuena en su tesis de licenciatura.

La planta en su estado natural es de tipo arbustiva de brácteas rojas o blancas prefiriendo para su desarrollo natural los climas cálidos y húmedos encontrándose en cañadas y barrancas. Algunos ejemplares en su estado natural llegan alcanzar una altura de entre 4m y 5m.

### **Raíz**

La raíz es de forma típica presentando ramificaciones primarias, secundarias, etc. Con presencia abundante de pelos absorbentes, muy vigorosos y dependiendo de la disponibilidad de humedad fuera de la maceta esta puede extenderse puede causar un completo desequilibrio del tamaño planeado, y sensible a la poda de raíz

## Hoja

De hojas monofilas, peciolo no aplanado de aproximadamente 3 cm de longitud de color rojo mismo que a medida que se acerca la etapa de floración se intensifica. Hoja simple de forma cordada, los limbos de las hojas son de color verde oscuro, por el haz glabro y por el envés ligeramente pubescente, de margen prácticamente entero a menos que presente un desorden fisiológico. De ápice acuminado base cordada y de nerviación dicotómica reticulínervada. La disposición o filotaxia de las hojas esta ordenada de una forma alternada

## Tallo

Hablando de una planta ramificada esta presenta una estructura primaria bien definida, los ejes secundarios, terciarios dependen del manejo que se le dé a la planta como numero de podas y despuntes estos presentan una estructura correspondiente a la general del tallo. De consistencia semileñosa, formando entrenudos con presencia de yemas axilares mixtas ya que en función del fotoperiodo, estas pueden producir tallos, hojas y flores. De ramificación policotómica ya que su manejo es a base de podas o despuntes con una tendencia fácil a ramificarse.

## Flor

La flor es realmente una inflorescencia llamada ciatia misma que caracteriza al género *Euphorbia*. La ciatia está constituido por flores femeninas centrales, pediceladas, desnudas, reducidas al gineceo, con ovario tricarpelar.

Alrededor se encuentran 5 grupos de flores masculinas pediceladas, desnudas, dispuestas en cincinos, cada una constituida por estambres articulados sobre el pedicelo; de anteras sobresalientes que cuando llegan a maduración se cubren de polen color amarillo (Antesis), contribuyendo con un atributo adicional a la belleza de esta inflorescencia. Este conjunto de flores se halla rodeado por brácteas rojas brillantes que son hojas tectrices de las inflorescencias masculinas, pudiéndose confundir a simple vista con pétalos. Las brácteas son concrecentes, formando una especie de copa o corona, que presenta uno a cuatro nectarios en la unión entre las mismas.

### **Hábitos de floración**

Las flores del genero *euphorbia* crecen en una estructura en forma de copa conocida como ciatia, de la cual emerge una única flor pistilada con un pistilo partido en tres en un corto pedicelo seguido de muchas flores estaminadas cada una con una sola antera conteniendo polen. En *E. pulcherrima* Willd las primeros ciatias forman solo flores estaminadas. Las mismas ciatias pueden tener apéndices, que en la nochebuena aparecen como nectarios amarillos en sus orillas.

Las estructuras vistosas de la nochebuena son las hojas petaloides (brácteas) que se forman en conjunción con la formación de la ciatia. En condiciones de noche larga el ápice vegetativo comienza la formación de una ciatia y termina en el crecimiento del tallo. Los dos últimos entrenudos no se alargan y las tres hojas superiores se convierten en brácteas típicas. Los

botones en las axilas de las tres hojas superiores comienzan a crecer pero inmediatamente forman otro ciatio subtendido por una bráctea. Otro botón axilar comienza a crecer, forma otro ciatio y bráctea y el proceso se repite dando como resultado la disposición floral de tres ramas principales que tienen brácteas y hojas similares a brácteas alrededor de un racimo central de ciatias. Las brácteas de la noche buena pueden ser rojas, rosas, blancas, amarillas o violetas, pero como son parecidas las hojas en vez de ser verdaderos pétalos, estas partes vistosas tienen un promedio de vida muy largo, produciendo una planta decorativa de interiores muy satisfactoria y de larga duración.

### **Floración**

Las flores de las nochebuenas se inician cuando hay un periodo oscuro ininterrumpido de aproximadamente 12 horas o más, y otras condiciones apropiadas. Un periodo oscuro de 12 horas ocurre en condiciones naturales desde el 5 de octubre hasta el 10 de marzo en el hemisferio norte, donde se producen las nochebuenas (islas Hawaianas y ciudad de México en la latitud 20°N hasta el norte de Europa en la latitud 60°N). La fecha real iniciación floral en el otoño es modificada por la edad del brote que presenta la iniciación. Los extremos de los brotes más viejos aparentemente tienen más estímulos naturales de floración y pueden iniciar flores hasta 10 días antes (25 de septiembre) mientras que las plantas recientemente propagadas o despuntadas serán igualmente retardadas en la iniciación.

La temperatura optima para la iniciación floral, variaría con el cultivar pero la mayoría de los cultivares actuales inician sus flores rápidamente a 15 – 20°C. La iniciación floral se retrasará a una temperatura más cálida en los fotoperiodos naturales de otoño. Una iniciación floral satisfactoria, se llevará a cabo en temperaturas nocturnas de hasta 28°C, asumiendo que el periodo oscuro es también más largo, como sería el caso con el plástico negro de las 17:00 a 08:00 horas diariamente para producir un periodo oscuro de 15 horas.

Las nochebuenas son bastantes sensibles a la radiación roja de corta duración o de baja intensidad y tal radiación recibida durante el periodo oscuro puede retardar la iniciación y el desarrollo floral.

## **Luz**

Las nochebuenas son plantas de alta intensidad luminosa y se debe proporcionar una cantidad máxima de luz del sol siempre, al menos que se requiera alguna reducción por el calor del verano. La reducción de luz durante el verano puede producir tallos demasiado largos y hojas grandes no deseables. Si se utiliza un material reductor de luz se debe retirar para el 1 de septiembre en invernaderos en el norte o para 11 de octubre en aéreas del sur. Las condiciones de mucha luz producen mejor desarrollo de brácteas las temperaturas más bajas de invernadero pueden mantenerse en condiciones de buena luz solar. El crecimiento de la nochebuena es lento en la luz solar baja de invierno en los invernaderos del área norte, pero se pueden obtener plantas de excelente calidad en las condiciones de alta luz solar de la primavera. Otros

procedimientos deben regularse de acuerdo a la cantidad de luz disponible para la fotosíntesis, especialmente la temperatura y las practicas de fertilización y riego.

### **Temperatura**

La nochebuena, es una planta de temperatura tibia y cuando se le proporciona la luz del sol adecuada, crece vigorosamente en el rango de 20° y 30°C, y a la temperatura mínima de crecimiento es al rededor de 12°C. La temperatura de invernadero, puede aumentar considerablemente hasta los 30°C durante el verano, a menos que exista un sistema de ventilación eficiente, enfriamiento por evaporación o alguna reducción de la luz. Las temperaturas de más de 35°C pueden dar como resultado un crecimiento reducido, tallos delgados, hojas pequeñas, enraizamiento más lento de los esquejes y crecimiento deformado. Las plantas madre de nochebuena se pueden sacar al aire libre en verano para que se recubra más rápidamente, en lugar de esperar las temperaturas nocturnas más frescas de finales del verano.

### **Suelos**

Las nochebuenas se pueden producir en un amplio rango de medios para macetas asumiendo que se hagan ajustes menores en las prácticas de riego y fertilización. El suelo ideal para las Nochebuenas es aquel que permita tener una buena estabilidad a la planta, así como retención de agua y de fertilizante. El drenado y la aireación son esenciales para permitir un riego

abundante y asegurar un sistema radicular saludable y un crecimiento vigoroso de la parte superior.

Las nochebuenas crecen libremente en suelo ligeramente ácidos (pH 5.5-6.5). Se agrega cal dolomítica molida para ajustar la acidez y para proporcionar calcio y magnesio.

### **Riego**

El método más común de aplicar el agua es por un sistema de goteo localizado para cada maceta. La automatización del riego por goteo localizado es posible ya sea con un timer que para prender el sistema de riego durante 5 a 15 minutos una o dos veces diarias, de acuerdo al criterio del floricultor o por el uso de un interruptor activado al peso ("escala Húmeda") para detectar los cambios de humedad en el suelo húmedo a seco.

Las nochebuenas regadas por capilaridad, como colocarlas en una esterilla húmeda, nunca están sujetas a cambios de humedad o al estrés de humedad. Tal riego produce un crecimiento esplendoroso con un color brillante de hojas y de brácteas, pero las plantas requerirán más espacio y se debe poner más atención al control de la altura. Se pueden hacer aplicaciones periódicas de fertilizantes líquidos como con las plantas regadas en forma manual.

## **Fertilización**

Las nochebuenas requieren altos niveles de elementos mayores, particularmente de nitrógeno, pero no toleran las altas sales solubles del suelo, de modo que los niveles de fertilidad del suelo deben ser controlados cuidadosamente. Algunos cultivares muestran alteraciones por nutrientes más frecuentemente que otros.

El requerimiento básico en una gran cantidad de nitrógeno, con una moderada de fosforo y potasio se puede satisfacer con la aplicación de fertilizantes solubles y completos en forma líquida, ya sea con un calendario o con la inyección constante de los fertilizantes en el suministro de agua. Se pueden dictar algunos ajustes a un programa predeterminado por las condiciones ambientales cambiantes y la etapa del crecimiento de la planta así como por criterio del floricultor

## **Reguladores de crecimiento**

Son compuestos orgánicos diferentes a los nutrientes que en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal; Son compuestos sintéticos que aplicados de forma exógena, pueden modificar el crecimiento de la planta. Dentro de los reguladores del crecimiento encontramos aquellos de origen natural, los cuales son compuestos químicos idénticos a las hormonas y aquellos que son compuestos químicos que imitan la acción hormonal. Dentro de este último grupo encontramos los retardadores del crecimiento, los cuales bloquean la

síntesis de una hormona o bien interfieren con su translocación, para así lograr el resultado esperado. Un ejemplo de los retardadores del crecimiento son los triazoles (Whiley, Schaffer y Wolstenholme, 2002).

Los reguladores de crecimiento, son muy utilizados en la horticultura y están jugando un papel cada vez mas importante en la producción de aguacate (Whiley, Schaffer y Wolstenholme, 2002).

### **Ácidos abscisico**

El ácido abscisico, conocido anteriormente como dormina o agscisina, es un inhibidor del crecimiento natural presente en plantas. Químicamente es un terpenoide que estructuralmente es muy similar a la porción terminal de los carotenoides: Tanto isomeros cis como trans son posibles, sin embargo solo la forma cis, designada (+) – ABA es activa y se encuentra exclusivamente en plantas.

El ácido abscisico, es un potente inhibidor del crecimiento que ha sido propuesto para jugar un papel regulador en respuestas fisiológicas tan diversas como el letargo, abscisión de hojas, frutos y estrés hídrico. Típicamente la concentración en las plantas es entre 0.01 y 1 ppm, sin embargo, en plantas marchitas la concentración puede incrementarse hasta 40 veces. El ácido

abscisico se encuentra en todas las partes de la planta, sin embargo, las concentraciones más elevadas parecen estar en semillas y frutos jóvenes.

## **Etileno**

El etileno se sintetiza a partir del aminoácido azufrado metionina, el cual es primeramente convertido a S-adenosil metionina (SAM) y luego al compuesto de 4 carbonos ácido 1-amonio-ciclopropano-1-carboxílico (ACC). La reacción requiere la presencia de oxígeno y parece representar el punto en el que la síntesis del etileno es alterada por un amplio rango de factores ambientales.

Ya que el etileno está siendo producido continuamente por las células vegetales, debe de existir algún mecanismo que prevenga la acumulación de la hormona dentro del tejido. A diferencia de otras hormonas, el etileno gaseoso se difunde fácilmente fuera de la planta. Esta emanación pasiva del etileno fuera de la planta parece ser la principal forma de eliminar la hormona. Técnicas como la ventilación y las condiciones hipobaricas, ayudan a facilitar este fenómeno durante el periodo de poscosecha, al mantener un gradiente de difusión elevado entre el interior del producto y el medio que lo rodea. Un sistema de emanación pasivo de esta naturaleza implicaría que la concentración interna de etileno se controla, principalmente por la tasa de síntesis en lugar de la tasa de remoción de la hormona.

El etileno, puede ser también metabolizado en la célula, reduciendo la concentración interna. Se han concentrado productos como el oxido de etileno y el etilenglicol, sin embargo, su importancia en la región de la concentración interna de etileno parece ser mínima en la mayoría de las especies.

### **Auxina**

El ácido indolacético (IAA) es la forma predominante, sin embargo, evidencia reciente sugiere que existen otras auxinas indolicas naturales en plantas. Aunque la auxina se encuentra en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo. La concentración de auxina libre en las plantas varía de 1 a 100 mg/kg de peso fresco.

Una característica sorprendente de la auxina, es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose en forma basipetala desde el punto apical de la planta hacia su base. Este flujo de auxina, reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominancia apical. El movimiento de la auxina fuera de la lamina foliar hacia la base del pecíolo parece también prevenir la abscisión.

La auxina ha sido simplificada en la regulación de un número de procesos fisiológicos. Por ejemplo, se ha encontrada evidencia acerca de su papel en el crecimiento y diferenciación celular, maduración de frutas, floración, senectud, geotropismo, abscisión, dominancia apical y otras respuestas. El efecto inicial preciso de la hormona que, subsecuentemente regula este arreglo diverso de eventos fisiológicos no es aun conocido. Durante la elongación celular inducida por la auxina, se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATP en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas.

### **Citoquininas**

Las citoquininas son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular. Inicialmente fueron llamadas quininas, sin embargo, debido al uso anterior del nombre para un grupo de compuestos de la fisiología animal, se adaptó el término citoquinina (cito Kinesis o división celular).

El modo de acción preciso de la citoquinina no es conocido. Mientras que si estimulan la división celular, se sabe que la aplicación exógena causa varias respuestas significativas. Cuando se aplica a hojas separadas, las citoquininas retrasan la senectud, por lo tanto, la tasa a la que ocurre el proceso degradativo

se reduce significativamente. Esta disminución, se debe en parte al movimiento facilitado de aminoácidos y otros nutrientes hacia el área tratada. El sitio de respuesta se localiza donde la hormona es colocada sobre la hoja, indicando muy poco movimiento de la citoquinina en la hoja.

### **Giberelinas**

Las giberelinas, pueden definirse como un compuesto que tiene un esqueleto de gibane y estimula la división o la prolongación celular, o ambas cosas (paleg, 1965). Las giberelinas pueden provocar un aumento sorprendente de la prolongación de los brotes en muchas especies, que resulta particularmente notable cuando se aplican a ciertos mutantes enanos.

Existen varios tipos de giberelinas, siendo las más comunes: GA1, GA3, GA4, GA7 y GA9.

Las principales funciones que llevan a cabo en la planta, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Incrementan el crecimiento en los tallos
- Interrumpen el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizan las reservas en azúcares.
- Inducen la brotación de yemas.
- Promueven el desarrollo de los frutos.
- Estimulan la síntesis de RNAm

## La Prohexadiona de Calcio

La P-Calcio (P-Ca), es un regulador del crecimiento que, al igual que los triazoles inhiben la biosíntesis de giberelinas, lo cual trae como consecuencia una reducción de la longitud de los brotes (Evans *et.al.*, 1999).

La inhibición de la síntesis de giberelina mediante la P-Ca, parece ser el resultado de la competencia por el sitio activo de las enzimas hidrolasas, involucradas en la etapa final de la síntesis de giberelinas, entre la P-Ca y el 2-oxoglutarato, co-sustrato natural de dichas enzimas, de hecho la estructura del P-Ca es muy similar a la del ácido 2-oxoglutarato (Griggs *et.al.*, 1991).

En la biosíntesis de las giberelinas, la P-Ca, actuaría de forma primaria en la inhibición de la hidroxilación 3 $\beta$ . Como consecuencia de esto se reducen los niveles de la GA1 (activa), lo que conlleva a la acumulación de su precursor GA20 (inactiva) (Evans *et al.*, 1999). Esto se traduce en la planta en una reducción de la longitud de los brotes.

Byers y Yoder (1999) afirman que la reducción en el crecimiento de los brotes, dada por la aplicación de P-Ca, se debe a un acortamiento de los entrenudos.

La P-Ca se degrada en plantas superiores con unas pocas semanas de vida media. En el suelo, la P-Ca se descompone principalmente en dióxido de carbono, con una vida media menor a una semana (Evans *et al.*, 1999).

La P-Ca, experimentalmente conocida como BAS-125W es un regulador del crecimiento en plantas que ha sido registrado comercialmente bajo el nombre de Apogee en los estados unidos por BASF Corp. y Kumiai Chemical Industry Co. Ltd. BAS.125W. Este material reduce el crecimiento vegetativo, por la inhibición de la biosíntesis de giberelinas (Fallahi, 1999).

La P-Ca; Bay-125W (3-oxido-4-propionil-5-oxo-3-ciclohexano-carboxilato) es un inhibidor de la biosíntesis de giberelinas con baja toxicidad y limitada persistencia. En manzanos induce la yema terminal más o menos dos semanas después de la aplicación y es totalmente metabolizado de 4 a 5 semanas después de la formación de la misma (Evans et al., 1997).

#### **Absorción y duración del efecto de la sustancia activa:**

Dentro de las cuatro horas después de la aplicación, la sustancia activa es absorbida completamente. Con una cantidad suficiente de agua y alta humedad relativa durante las horas de la mañana o al atardecer, aumenta la capacidad de absorción de la planta. La rapidez del efecto inicial y la duración dependen de la dosis, del vigor de la variedad y de las condiciones climáticas. La acción inhibidora dura tres a seis semanas, máximo ocho semanas. En el ciclo de producción del año siguiente al tratamiento, no pueden esperarse efectos reguladores del crecimiento como resultado directo de la aplicación (Evans, Evans y Rademacher. 1999).

### **Modo de acción de la P-Calcio**

La P-Ca inhibe la biosíntesis de giberelinas (GAs), consecuentemente reduciendo el crecimiento longitudinal del meristemo. La estructura de prohexadiona, es similar a aquellas de ácido 2-oxoglutarico que es un co-substrato de dioxinasas catalizando hidroxilaciones envueltas en pasos tardíos de la biosíntesis de giberelinas. El primer blanco de P-Ca parece ser 3- $\beta$ -hidroxilacion, como consecuencia esta aplicación reduce los niveles de giberelinas alternamente activas y causa, la acumulación de su inmediato precursor, GA20 inactivo (Evans y Regusci, 1999).

En relación a la dioxinasa envuelta en el metabolismo de flavonoides pueden también ser afectados por la P-Ca y compuestos relacionados (Rademacher et al., 1992). Su influencia integral en el sistema hormonal endógeno aun se desconoce.

### **Metabolismo**

La P-Ca en plantas vegetales, se degrada con un promedio de vida de pocas semanas. Después de la síntesis y el partimiento de su anillo, ocurre naturalmente el ácido propanol 2, 3-tricarboxilico (ácido tricarbárilico), el cual es introducido al metabolismo de la planta. En los suelos la P-Ca se descompone, la mayor parte en dióxido de carbono, con un medio de vida de 7 días. En agua la P-Ca se degrada por fotólisis a dióxido de carbono y otros productos

naturales. En mamíferos, la P-Ca es rápidamente absorbida y después excretada. La acumulación excesiva en mamíferos no ha sido canalizada (Evans y Regusci; 1999).

### **Propiedades toxicológicas y ecotoxicológicas**

El material no es mutagénico, carcinogénico o teratogénico. La P-Ca no tiene efectos negativos en pájaros, pescados, en abejas o en los microorganismos del suelo (Evans y Regusci; 1999).

### **Absorción y translocación**

La P-Ca, es absorbida en manzanos por el follaje, para una máxima absorción requiere de un mínimo de 8 horas, y es transportado en forma acropetal a los puntos individuales de crecimiento (meristemo). Los movimientos basipetalos son mínimos. La P-Ca no persiste en el árbol y consecuentemente no afecta a los crecimientos de la siguiente estación (Evans y Regusci; 1999).

### **Factores que favorecen el efecto de la sustancia activa**

La prohexadiona calcio sólo puede penetrar al interior del tejido vegetal en estado de disolución. Así como es válido también para otros reguladores de crecimiento, es necesario obtener una cobertura uniforme de la solución de

pulverización para formar un depósito sobre el follaje. Esto facilita la buena absorción y una prolongada eficacia. Por lo tanto, sólo es posible obtener altos grados de eficacia cuando se aplican volúmenes de agua suficientemente altos, por ejemplo 800, l/ha. Alta humedad relativa y rocío sobre el follaje antes o después del tratamiento, también son factores que favorecen la absorción del producto (Evans, Evans y Rademacher, 1999).

### **Factores involucrados en la efectividad de la aplicación**

La efectividad de los reguladores de crecimiento, se puede ver afectada por características del cultivo como son: especie, variedad, portainjerto, edad de la plantación, estado fenológico, y estado sanitario (Zeneca, 1993).

### **Efectos de Prohexadiona calcio en el crecimiento vegetativo**

Para obtener el mejor efecto inhibidor o regulador de crecimiento vegetativo de los ápices de crecimiento, es necesario iniciar las medidas de control desde el principio. Sin embargo, es indispensable contar con un mínimo de área foliar para obtener una absorción eficiente de la sustancia activa. La mejor época para realizar la aplicación, es cuando los nuevos crecimientos hayan alcanzado una longitud que va de los cinco a los diez cm de largo y puedan observarse tres a cinco hojas bien desarrolladas sobre cada crecimiento (Rademacher, 2000).

La P-Ca, inhibidor de la biosíntesis de giberelina ha sido aplicado en tres concentraciones (75-150 y 300 mg i.a./l), en árboles de cerezo dulce de 20 años de edad y utilizando volúmenes de agua de 6000 a 7000 l/ha, separadamente en primavera (pre cosecha) y en otoño (postcosecha), pulverizando cuatro árboles por tratamiento y además un testigo. La aplicación de otoño, no afectó los tratamientos, ya que no se vio reducción del crecimiento vegetativo. En la aplicación de primavera, hubo efectividad en los tratamientos al reducir significativamente el crecimiento vegetativo, midiendo la longitud de los brotes (Retamales, 2001).

La reducción en el largo del brote, tanto en posición terminal como lateral, era proporcional a la concentración de la aplicación de cada tratamiento. Es por eso que estos reguladores parecen interesantes para controlar el crecimiento de la planta, bajo condiciones de vigor típico, en cerezos de huertos chilenos (Retamales, 2001).

Se realizaron experimentos en el control de crecimiento en cerezos (*Prunus avium*), por un período de tres años. Se utilizó la variedad Lapins sobre portainjerto Mazzard. La P-Ca, fue aplicada al follaje en 0-125 y 250 ppm, en diversos estados de crecimiento (15-30 y 55 cm de crecimiento del brote). El control del crecimiento depende del tiempo de aplicación. Aplicaciones tempranas, con 15 cm de crecimiento, no redujeron el crecimiento del brote, al contrario, produjeron una mayor respuesta de crecimiento al reanudar su desarrollo más tarde en la temporada.

Aplicaciones más tardías, con crecimiento del brote de 55 cm de largo, fueron menos eficaces comparándose con la aplicación a los 30 cm de crecimiento del brote. La mejor combinación en época y dosis fue 250 ppm, aplicada a los 30 cm de crecimiento del brote, resultando una reducción del crecimiento del 25% (Guak, Beulah y Looney, 2001).

Durante el período de tratamiento, la P-Ca aumenta el peso y firmeza de los frutos, en dos de tres experimentos, pero no afecta la producción, sólidos solubles y acidez titulable (Guak, Beulah y Looney, 2001).

Se observó un pequeño aumento en el crecimiento de los brotes en el tratamiento de 250 ppm de P-Ca y 30 cm de crecimiento al año siguiente de la aplicación, comparados con otros árboles del experimento. La P-Ca no tuvo efecto en retorno floral, en un experimento donde este parámetro era medido. (Guak, Beulah y Looney, 2001).

En cerezo dulce cv. Bing ,sobre portainjertos Mazzard vigorosos, se aplicó P-Ca, con dosis de 250 ppm, ethrel a 175 ppm y una combinación de ambos. Todos redujeron crecimiento, teniendo un mayor efecto al aplicarlos en forma combinada -sinergismo-(Elfvig, Lang y Visser, 2001).

En general, en zonas más calurosas y con temporada más larga, ha habido menor efecto, porque los árboles se recuperan después del tratamiento,

para ello se necesitan aplicaciones múltiples - dos y/o tres aplicaciones- (Elfving, Lang y Visser, 2001).

La P-Ca, reduce el largo de entre nudos, pero no detiene crecimiento, y retoma sobre vigor posteriormente, por ello, recomiendan más de una aplicación en zonas con larga estación de crecimiento. Nunca se ha encontrado defecto en la floración, maduración de fruta, firmeza, ni en sólidos solubles con P-Ca en cerezo dulce cv. Bing. Los brotes no se detienen y no se forma yema terminal como cuando se aplica Ethrel, donde se aprecia mayor detención del crecimiento (Elfving, 2001).

Se evaluó P-Ca en cerezo dulce cvs. Bing, Kordia y Regina, todos sobre portainjerto Mazzard, a dosis de 125 ppm. El primer año, al realizar una sola aplicación, no se tuvo efecto en la zona de mayor temperatura y gran vigor, mientras que en las otras localidades de menor vigor y más frescas, sí tuvieron una reducción en el crecimiento. Por este motivo, el segundo año se realizaron dos aplicaciones: primero, con brotes de 10 a 15 cm y una segunda tres semanas después. La P-Ca fue muy efectiva en Bing y Kordia, pero sin ningún efecto en Regina. Los árboles jóvenes más vigorosos también presentaron una menor respuesta. Sus entrenudos se acortan manteniendo el mismo número de hojas, porque temen que, a futuro, se produzca excesiva concentración de dardos en algunos sectores de la rama y que esto dificulte la obtención de calibre y cosecha (Elfving, 2001).

Elfing, Lang y Visser (2003), evaluaron las aplicaciones de P-Ca en cerezo dulce, para evaluarlo como inhibidor de crecimiento y promovedor de la floración en huertos de cerezo en alta densidad. Los tratamientos con P-Ca, redujeron en su mayoría el largo de los brotes, pero los brotes retomaron su crecimiento al final de la temporada, cuando se realizó solo una aplicación de este producto. No hubo efecto en la estimulación de la floración, lo que concuerda con los 2 observados en peral y manzano por Basak y Rademacher (2000); Owens y Stove (1999) y Sugar, Elving y Mielke (2002).

Pietranek y Jadczyk (2000), en su experimento en árboles de manzano, estudiaron el efecto de P-Ca en el crecimiento y cosecha de manzano "Gloster". Las aplicaciones de P-Ca se realizaron en brotes del año en curso, con 5 cm de longitud. En el primer año, de estudio se encontró efecto significativo en las aplicaciones de 250 mg/L de P-Ca, la cual redujo el crecimiento del árbol en un 20 a 24% mayor que los árboles no tratados con P-Ca. En el segundo año de estudio, los árboles tratados con P-Ca redujeron un 30 % a una dosis de 250 mg/L, mientras que en la calidad de la fruta, expresada en masa frutal, firmeza y sólidos solubles no fueron influenciados significativamente por el retardante del crecimiento P-Ca.

En manzanos de doce años de edad rociados con "Regaliz" (10 % de P-Ca), a una dosis de 200 gr/100 lts para controlar el crecimiento de los árboles. La altura total de los árboles, fue reducida cerca del 33% en el primer año de tratamiento con Regaliz, en el cual no presentó un significativo efecto en la fruta,

sin embargo, en el uso del tratamiento en los mismos árboles por dos años consecutivos, fue detectado un efecto benéfico en el tamaño del fruto y en el color rojo de las manzanas, en árboles tratados con Regaliz (Basak, 2000).

Rademacher (1992), en sus estudios realizados con P-Ca en pomos y otros árboles frutales, tuvo como efecto menor crecimiento, reducción en la caída de la fruta al inicio de la temporada, así como un bajo índice de plagas y/o enfermedades.

Spinehi (1996), menciona que la P-Ca, además de permitir el control del crecimiento de los árboles de manzano, representa una alternativa considerable como antibiótico en el control de *Erwinia amylovora* en manzanos como en peras. Además, los árboles tratados son significativamente menos afectados por los insectos plaga.

Se concluye que, P-Ca a concentraciones de 125, 175 y 250 mg/L, aplicadas durante la primavera al cultivar de manzano Royal Gala, reduce el crecimiento vegetativo y aumenta el cuajado de fruta y la producción por árbol de forma considerable. La P-Ca, produce frutos con mayor firmeza y menor contenido de sólidos solubles totales (°Brix). La aplicación de P-Ca, en la concentración de 250 mg/L, reduce los niveles de giberelinas y auxinas, y aumenta las citocininas en meristemas apicales. La síntesis de giberelinas A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub>, y A<sub>7</sub>, son inhibidas por el retardante de crecimiento a la concentración referida. (Ramírez 2002-2003).

En el manzano, algunas combinaciones cultivar/portainjerto, tiene excesivo crecimiento vegetativo, que afecta el manejo y deteriora la calidad de los frutos (deficiente coloración y tamaño). Para controlarlo, se requiere de una o dos intervenciones de poda en verde, con un importante costo en mano de obra especializada. Las giberelinas, promueven el crecimiento del manzano, mientras que la P-Ca, un regulador de síntesis, interfiere con las giberelinas reduciendo el crecimiento. El objetivo de esta experiencia es verificar si la P-Ca usada en el control del crecimiento de manzanos cv. Royal Gala, influye sobre los rendimientos y la calidad del fruto. Con un diseño en bloques al azar, tres repeticiones y parcelas de dos plantas, se compararon con un testigo, seis tratamientos con combinaciones de diferentes dosis del regulador y el uso de tres coadyuvantes. La primera aplicación, se realizó con brotes anuales de 2.5 a 10 cm de longitud, y las dos subsiguientes con intervalos de 30 días. En cosecha, se pesó la producción de frutos de cada parcela. Se estableció el peso medio y el porcentaje de frutos afectados por radiación solar ("quemaduras"). Para observar la influencia de los tratamientos sobre la madurez de los frutos, se determinaron los siguientes índices: firmeza de pulpa, sólidos solubles, acidez total titulable, degradación de almidón, color de superficie. Los tratamientos más efectivos para reducir el crecimiento vegetativo, indujeron un mejor desarrollo de color rojo en los frutos, por la mejor iluminación interna de la copa del árbol, sin que se incrementara la proporción de frutos "quemados". El tamaño medio de los frutos y su estado de madurez tampoco fueron afectados. (Castro, H.R.; Rodríguez, R.O. 2005).

Medjdoud, Val y Blanco (2004), realizaron ensayos para probar la efectividad de P-Ca en manzano, como controlador de crecimiento. Llevaron a cabo aplicaciones foliares de P-Ca en dosis de 100-400 mg/l, entre 12 y 30 días después de floración, las cuales resultaron en la inhibición del crecimiento de brotes. Las concentraciones de 200 y 400 mg/l aplicadas 20-30 días después de floración, inhibieron el crecimiento entre un 27 a un 36%, en comparación al testigo. Las aplicaciones con 100 mg/l de P-Ca a los 30 días después de floración, no tuvieron efecto en la reducción del crecimiento, al final de la temporada de crecimientos, sin embargo, esta misma aplicación realizada 20 días después de floración, logró inhibir el crecimiento manteniendo su efecto hasta el comienzo del próximo invierno. Los brotes reanudaron su crecimiento entre 50 a 70 días después de floración, dependiendo de la dosis y la fecha de aplicación, por lo que se necesita de una segunda aplicación para mantener el efecto.

Unrath (1999), observó que en manzanos aplicaciones múltiples de P-Ca a bajas dosis, son más efectivas en inhibir el crecimiento de brotes, que una sola aplicación en alta dosis. La respuesta a una sola aplicación de P-Ca, mantiene su efecto por tan solo 3-4 semanas, por lo que sugieren realizar aplicaciones múltiples a intervalos de 2-3 semanas.

Guak, Neilsen y Looney (2001), asperjaron plantas de manzano en vivero con P-Ca en dosis de 0 a 500 mg/l y observaron que el crecimiento del eje, fue claramente inhibido luego de 7 días después de la aplicación, por todos los

tratamientos con P-Ca, a pesar de las 21 dosis utilizadas. Los tratamientos con P-Ca, incrementaron el contenido de carbohidratos no estructurales en todas las plantas tratadas, esto se debió al aumento en los niveles de almidón.

Costa *et al.* (2004), llevo a cabo un ensayo en manzanos de 7 años de edad durante dos temporadas, probando aplicaciones únicas y múltiples de P-Ca en dosis, de 125, 175 y 250 ppm, en brotes de 5 y 20 mm. Todos los tratamientos con P-Ca, inhibieron el crecimiento de brotes, estando este condicionado al vigor de los brotes. Así, en los brotes que presentaban un vigor mayor, la detención del crecimiento ocurrió una semana después de la aplicación, en cambio los brotes con un menor vigor tardaron 15 días en detener su crecimiento después de la aplicación.

Sugar, Elfving y Mielke (2002), aplicaron P-Ca a diferentes cultivares de peral, en concentraciones de 83 a 500 ppm, con brotes de 2.5-6 cm, resultando en una disminución del peso de la fruta y en el retorno de la floración en el año siguiente. En contra posición, Costa *et al.* (2000) reporto que las aplicaciones de P-Ca, aumentaron el tamaño de frutos de manzano, e inclusive intensificaron la floración del año siguiente a la aplicación.

Byers, Carbaugh y Combs (2004), observaron que la inhibición del crecimiento de brotes por la P-Ca, se veía potenciada por el uso de Sulfato de Amonio, como coadyuvante. La función del sulfato de amonio, seria proveer de un catión más eficiente ( $\text{NH}_4^+$  vs.  $\text{Ca}^{++}$ ) al anión prohexadiona. Además el ion

$\text{NH}_4^+$  incremento tanto la cantidad, como el transporte de la molécula de P-Ca al sitio de inhibición de las giberelinas, abasteciéndola con una bomba de protones con suficiente energía inorgánica (Harold, 1986).

La aplicación de P-Ca, produjo un efecto más acusado en campo en el año 2004, respecto a la forma, número de hombros y tamaño de los racimos, así como en el rendimiento total de cosecha. Es importante destacar que durante el proceso fermentativo y para los tres años estudiados existe una mayor extracción de polifenoles en el caso de las uvas tratadas al, producirse un aumento en los valores de IPT, taninos e IC. Los valores de lacasa, encontrados en el año 2004 son significativamente más bajos para las uvas tratadas con P-Ca. La presencia de P-Ca, no alteró la evolución del proceso de fermentación alcohólica. El análisis sensorial muestra que no se aprecian diferencias significativas entre los diferentes vinos elaborados. La aplicación de P-Ca, hace modificar las características organolépticas de los vinos elaborados con las uvas procedentes de las cepas tratadas. Los vinos tratados, presentaron mayor capa, complejidad aromática y un postgusto más persistente. (Vaquero-Fernández,L.2004)

La aplicación de P-Ca (175 y 250)  $\text{mg-litro}^{-1}$  , a plantas de tomate de crecimiento determinado e indeterminado, redujo el crecimiento vegetativo y aumento el numero de entrenudos, numero de hojas, diámetro del tallo, numero de frutos por planta, peso del fruto, firmeza del fruto y producción por planta. La P-Ca, redujo los niveles de giberelinas y aumento los de citocininas en

meristemas apicales. Este retardante provocó el bloqueo de las síntesis de giberelinas A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub>, y A<sub>7</sub>. (H. Ramirez y eat. 2005)

La aplicación exógena de P-Ca, a una concentración de 250 ppm realizando la aplicación cuando los brotes presentaban una longitud de 5 cm, redujo el tamaño de las plantas de crisantemo cultivadas en maceta.

El diámetro final de la flor en plantas tratadas a una concentración de 250 ppm de P-Ca cuando el brote tenía 5 cm, aumento en un 30.86 % de diámetro comparado con el testigo.

En la longitud de pedúnculo, mostró una reducción del 35.80%, con una dosis de 250 ppm, aplicada en brotes de 5 cm de longitud en comparación con el testigo absoluto. Para la variable altura de plantas, con la aplicaciones de 250 ppm de P-Ca, aplicados en brotes de 5 cm de longitud, se obtuvo una reducción del 24.81% en la altura final de las plantas. Para el número de brotes las aplicaciones de P-Ca a 250 ppm no tuvieron ningún efecto positivo (Álvarez, 2005).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el invernadero número 1, del departamento de horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo de septiembre a diciembre de 2007.

Las instalaciones de la Universidad están ubicadas en la comunidad de Buenavista, a 7 kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, en el estado de Coahuila de Zaragoza. Teniendo como coordenadas geográficas 25°25'41" latitud norte y 100°59'57" longitud oeste del meridiano de Greenwich, y está situada a una altura de 1742 msnm. Las condiciones climáticas que imperan en esta región son precipitaciones anuales entre los 300 mm a 460 mm, con una temperatura media anual de 20°C, definiéndose así, como clima extremo (CONAGUA, 2000)

#### **INVERNADERO**

El invernadero es de tipo angular, el techo está cubierto por láminas de fibra de vidrio, tiene una pared cortina y la cortina es de vidrio.

## **MATERIAL VEGETAL**

La variedad petoy de planta de nochebuena fue utilizada como material vegetativo, se utilizaron 60 plantas. Estas se adquirieron en los viveros el cubilete de Silao, Guanajuato.

## **PRODUCTOS**

- Prohexadiona de calcio (P-Ca)
- Fertilizantes minerales
- Fertilizantes organominerales
- Tecto 60
- Quelato de fierro
- Insecticida

## **PREPARACION DEL SUELO**

La preparación del sustrato se realizó el 3 de septiembre de 2007, la cual consistió en hacer una mezcla de diferentes componentes que a continuación se mencionan junto con la proporción utilizada: Hojarasca 4 partes, perlita 3 partes, tierra negra 2 partes y tierra clorada 1 parte.

## TRANSPLANTE

Se realizo el día 4 de septiembre de 2007, consistió en sacar las plantas con cepellón de la maceta de 2” en las que venían establecidas, posteriormente se colocaron en las macetas de 6” de diámetro, en una mezcla de sustrato.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Debido a que el trabajo se realizo bajo invernadero, las condiciones fueron homogéneas para cada unidad experimental, por tal razón se empleo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, para determinar la influencia de los factores.

### Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = valor correspondiente al i-esima parte dosis, j-esima parte frecuencia y k-esima por repetición,  $\mu$  = a la media general común a todas las unidades experimentales de los tratamientos,  $\alpha_i$  = respuesta de la i-esima media del factor A (dosis),  $\beta_j$  = respuesta de la j-esima media del factor B (frecuencia),  $\alpha\beta_{ij}$  = es la respuesta a la i- esima dosis y a la j-esima frecuencia interacion de la media de los factores A x B,  $\epsilon_{ijk}$  = al error experimental de la i-esima dosis, j-esima frecuencia y k-esima repetición.

## DESCRIPCION DE LAS TRATAMIENTOS

El experimento inició con la determinación de los tratamientos, estos se establecieron tomando en cuenta los siguientes factores:

Factor A (dosis)

D1= 00 ppm. de P-Ca

D2= 100 ppm. de P-Ca.

D3= 200ppm. de P-Ca

D4= 400 ppm. de P-Ca

Factor B (frecuencias)

F1= 12 días después del despunte (1 aplicación)

F2= 12 y 20 días después del despunte (2 aplicaciones)

F3= 12, 20 y 30 días después del despunte (3 aplicaciones)

Después de la determinación de los factores se establecieron los tratamientos de las combinaciones de los factores A por el factor B.

T0= D1 testigo (sin aplicación de P-Ca)

T1= D2F1 (con 100ppm de P-Ca con 1 aplicación)

T2= D2F2 (con 100ppm de P-Ca con 2 aplicaciones)

T3= D2F3 (con 100ppm de P-Ca con 3 aplicaciones)

T4=D3F1 (con 200ppm de P-Ca con 1 aplicación)

T5= D3F2 (con 200ppm de P-Ca con 2 aplicaciones)

T6=D3F3 (con 200ppm de P-Ca con 3 aplicaciones)

T7= D4F1 (con 400ppm de P-Ca con 1 aplicación)

T8=D4F2 (con 400ppm de P-Ca con 2 aplicaciones)

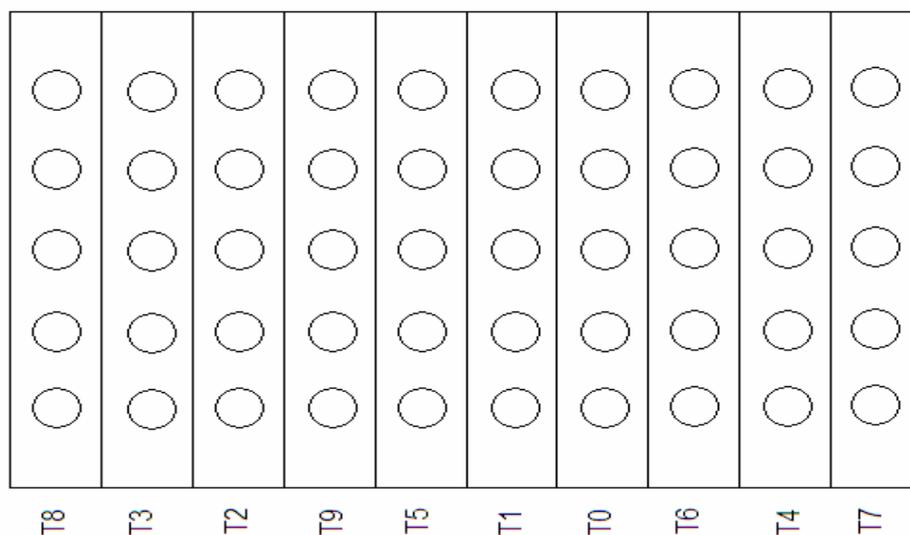
T9=D4F3 (con 400ppm de P-Ca con 3 aplicaciones)

La preparación del producto se realizó diluyendo 1 gramo de P-Ca en 250 cc de agua, para la obtención de una solución madre a una concentración de 400 ppm., de esta se extrajo un volumen de 25 cc y se diluyo en 75 cc de agua, para tener una solución a una concentración de 100 ppm, de esta forma se obtuvo la dosis de aplicación 1(D2). Después se extrajeron 50 cc de la solución madre para diluirse en 50 cc de agua, para lograr una solución a una concentración de 200 ppm de P-Ca, la que derivó la dosis de aplicación 2 (D3), el resto de la solución madre estaba a una concentración de 400 ppm. Por consiguiente deriva la solución 3 (D4).

Las aplicaciones de P-Ca comenzaron cuando los brotes de la planta de nochebuena alcanzaron una pulgada de longitud (12 días después del despunte), tal la primera aplicación de P-Ca a todos los tratamientos (el 17 de septiembre), con las dosis ya establecidas para cada uno de ellos, 10 días después de la primera aplicación se realizó la segunda aplicación de P-Ca a los tratamientos T2, T3, T5, T6, T8 Y T9, transcurriendo 10 días después de la segunda aplicación se realizó la última aplicación de P-Ca en los tratamientos T3, T6, Y T9.

La distribución de los tratamientos se realizó al azar ya que las condiciones en las que se desarrolló el experimento son homogéneas para cada una de las unidades experimentales, el acomodo es el siguiente:

Distribución de los tratamientos



## FERTILIZACION

Para nutrir las plantas de nochebuena, se empleó la fórmula 120-60-60 de fertilizantes minerales, se preparó una solución madre a una concentración de 100,000 ppm, para llegar a esta dosis se le aplicó 44.3 g de urea, 25.8g de MAP y 29.8g de Nitrato de Potasio, de esta solución madre se extraía 1cc, por litro de agua para preparar una solución nutritiva a 100 ppm de fertilizante minerales, así que si se quería aumentar la dosis de la solución nutritiva solo bastaba con aumentar el volumen de agua a extraer de la solución madre por litro de agua, por ejemplo si se quería una solución nutritiva a 300 ppm solo era cuestión de aplicar 3cc, de la solución madre por litro de agua que se requería para la solución nutritiva. La aplicación consistió en aplicar un volumen de fertirriego de 250 cc por maceta, esta aplicación fue general para todas las unidades experimentales

Para preparar la solución nutritiva de fertilizantes órgano minerales, también consistió en la preparación de una solución madre, en la que la relación fue en base a los organominerales de 1:0.5:1 de N-P-K respectivamente, se le aplicó a una probeta 50 cc de Tradenitro, 25 cc de Tradephos y 50 cc. de TradeK, y se aforó a un litro, de esta solución madre se extraían 8 cc por litro de agua, para preparar una solución nutritiva a una concentración de 1 cc de organominerales por litro de agua, aplicando a cada maceta un volumen de

riego de 250 cc, lo que es equivalente a aplicar 0.25 cc de organominerales por maceta, en una proporción de 1:0.5:1.

La preparación del quelato de hierro, se pesaron 4 g de quelato de hierro con el agente quelatante (EDDHA), a una concentración del 6% de hierro, esto diluido en 20 lts de agua, para obtener una solución nutritiva a una concentración de 12 ppm de hierro por litro de agua. Aplicando un volumen de 250 cc por maceta, para todos los tratamientos.

Para realizar las aplicaciones de calcio organomineral, se diluía directamente del recipiente en el que estaba contenido, la preparación consistió en aplicar 1 cc de calcio organomineral por litro de agua. Aplicando un volumen de fertirriego de 250 cc de solución nutritiva con calcio organomineral, esta dosis fue la misma para todas las unidades experimentales.

### **Cuadro 3.1. Calendario de fertilización**

<b>FECHA</b>	<b>FUENTE Y DOSIS</b>
14 Septiembre	100 ppm fertilizantes minerales
19 Septiembre	100 ppm fertilizantes minerales
24 Septiembre	100 ppm fertilizantes minerales
26 Septiembre	100 ppm fertilizantes minerales
28 Septiembre	100 ppm fertilizantes minerales
3 Octubre	200 ppm fertilizantes minerales

8 Octubre	200 ppm fertilizantes minerales
10 Octubre	200 ppm fertilizantes minerales
11 Octubre	12 ppm quelato de fierro
12 Octubre	200 ppm fertilizantes minerales
15 Octubre	400 ppm fertilizantes minerales
18 Octubre	12 ppm quelato de fierro
20 Octubre	1 cc de organominerales por litro de agua
22 Octubre	200 ppm fertilizantes minerales
23 Octubre	1 cc de calcio organomineral por litro de agua
25 Octubre	12 ppm quelato de fierro
27 Octubre	1 cc de organominerales por litro de agua
29 octubre	200 ppm fertilizantes minerales
30 Octubre	1 cc de calcio organomineral por litro de agua
01 Noviembre	12 ppm quelato de fierro
03 Noviembre	1 cc de organominerales por litro de agua
05 noviembre	200 ppm fertilizantes minerales
06 Noviembre	1 cc de calcio organomineral por litro de agua
08 Noviembre	12 ppm quelato de fierro
10 Noviembre	2cc de organomineral por litro de agua
12 Noviembre	200 ppm fertilizantes minerales
13 Noviembre	1 cc de calcio organomineral por litro de agua
15 Noviembre	12 ppm quelato de fierro
17 Noviembre	200 ppm fertilizantes minerales

19 Noviembre	2 cc de organomineral por litro de agua
20 Noviembre	1 cc de calcio organomineral por litro de agua
22 Noviembre	12 ppm quelato de fierro
24 Noviembre	2cc de organomineral por litro de agua
26 Noviembre	200 ppm fertilizantes minerales
01 de diciembre	4cc de organomineral por litro de agua
03 de diciembre	200 ppm fertilizantes minerales
05 de diciembre	4cc de organomineral por litro de agua

## **LAS VARIABLES EVALUADAS**

### Longitud de brote (LB)

Se midieron en centímetros todos los brotes de las unidades experimentales, se realizo con un fluxómetro y se midió de la parte donde esta adherido al tallo principal, hasta la parte donde empieza la la base de la inflorescencia

### Diámetro de brote (DB)

Se midieron en centímetros todos los brotes de todas las plantas de las unidades experimentales, esto fue con la ayuda de un vernier de reloj, y el dato se obtuvo en la parte media del brote.

#### Número de brotes (NB)

Para medir la cantidad de brotes que tenía la planta, se contaron todos y cada uno de ellos, de todas las plantas del experimento.

#### Longitud de bráctea principal (LBrP)

Para esta variable se escogió la bráctea más grande de cada una de las plantas del experimento, y se midió en centímetros desde que termina el peciolo hasta la parte apical de la hoja, con la ayuda de un fluxómetro.

#### Diámetro de bráctea principal (DBrP)

Se tomó la bráctea principal para medir la longitud de la bráctea, también se midió el diámetro de la misma bráctea con la ayuda de un fluxómetro la medición se realizó en la parte más ancha de la bráctea principal.

#### Numero de brácteas (NBr)

Para el número de brácteas se escogió la inflorescencia más grande de cada maceta y se le contaron todas las brácteas que tenía.

#### Numero de flores por ciatia (NFCT)

Se escogió la inflorescencia más grande de cada unidad experimental y se contabilizó todas las flores que tenía esa inflorescencia.

#### Numero de flores abiertas (NFA)

Se le contaron todas las flores abiertas que presentaban las inflorescencias que fueron seleccionadas para las variables anteriores, y se contaron todas aquellas flores que ya estaban amarillas en su parte superior.

#### Numero de flores cerradas (NFC)

Se selecciono la inflorescencia más sobresaliente de todas las unidades experimentales y se contaron flores cerradas, para identificar estas cerradas se contaron en base a la observación las que no contaban con color amarillo en su parte apical.

#### Numero de hojas (NH)

Se contaron todas las hojas de todas las plantas utilizadas en el experimento, las que presentaban poca pigmentación roja se contaban como hoja.

#### Longitud de hojas (LH)

Se midieron tres hojas de cada planta o unidad experimental, una hoja de la parte inferior, otra de la parte media y otra de la parte superior, y se realizo la medición desde la base de la hoja hasta la parte apical de la misma en cm.

#### Ancho de hojas (AH)(cm)

Se escogieron tres hojas de cada unidad experimental, una hoja de la parte inferior, otra de la parte media y otra de la parte superior, de estas hojas se midió la parte más ancha de la hoja en cm.

### Área foliar (AF)

El área foliar se determinó multiplicando la longitud de la hoja por el ancho de la misma  $\text{cm}^2$

### Área foliar total (AFT)

El área foliar total fue el resultado de multiplicar el ancho por el largo y el resultado fue multiplicado por un factor de conversión, el factor de conversión fue determinado por la fórmula  $(L \cdot A)(FC) = (\text{Área foliar})$  que al despejarla quedó  $FC = (\text{área foliar}) / (L \cdot A)$ , para sacar el área foliar se realizó por medio de una cuadrícula graduada transparente, se sacaron muchas repeticiones para los resultados del factor, a estos resultados se les asco la media y después con todas las medias, se determinó una media de medias para el factor de conversión, y este fue nuestro factor de conversión para la evaluación de los demás tratamientos y se midió en  $\text{cm}^2$ .

### Diámetro de la inflorescencia (DI)

Se midió la inflorescencia más grande de cada una de las plantas, midiéndola desde la parte apical de una bráctea hasta la parte apical de la bráctea contraria de donde se inició a medir en cm.

**Paquete estadístico utilizado:**

Para analizar los datos obtenidos se utilizaron dos paquetes estadísticos, el SAS para el análisis de varianza y el paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2.5 para realizar la comparación de medias con la prueba DMS.

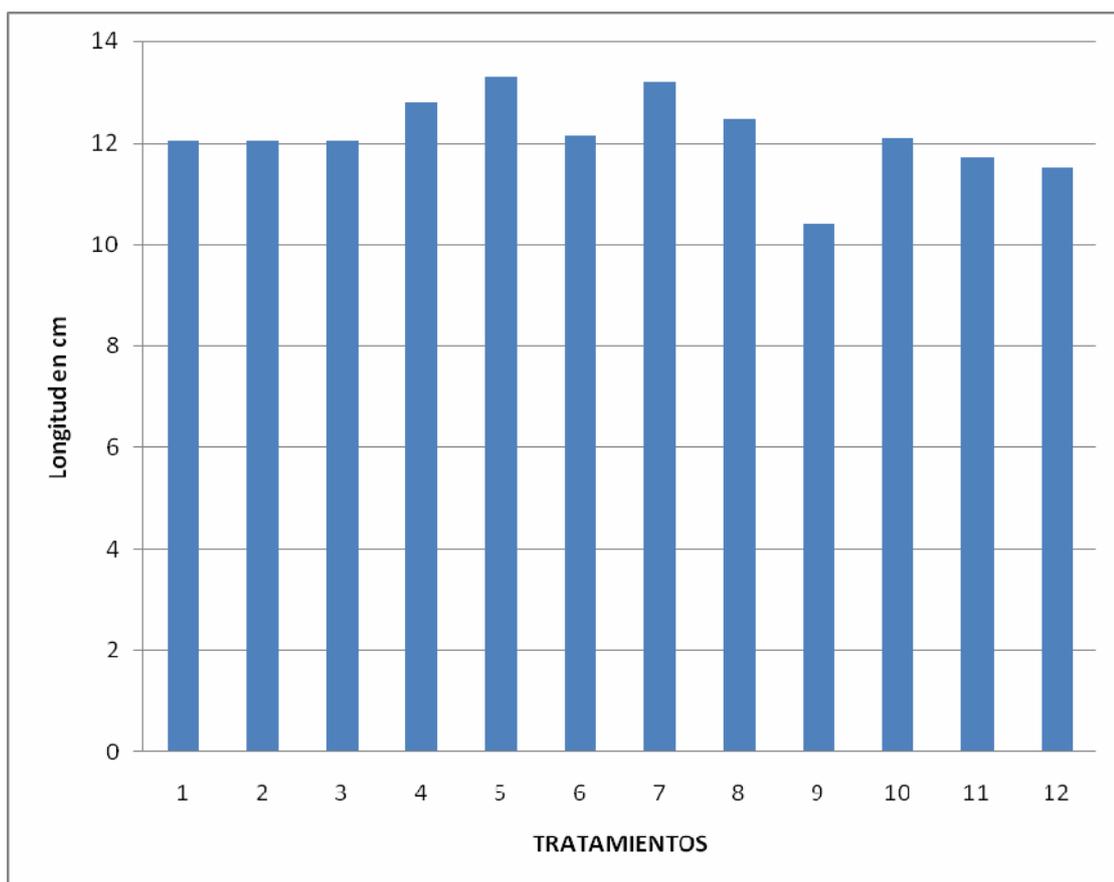
## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **LONGITUD DE BROTE (LB)**

La longitud de los brotes presentes en las plantas, indican de manera directa la influencia que ejerce el regulador responsable de la longitud de los brotes. Al analizar los datos, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos que indicara la influencia de dicha hormona, en ninguno de los tratamientos analizados.

El testigo presenta una media general para tratamientos de 12.05 cm, en general la media entre tratamientos fue muy similar, el valor medio para la dosis uno fue de 12.73 cm, un 5.8% más que la media del testigo, para la dosis dos fue de 12.02 cm un 0.24% menor que el testigo y 5.5% menor que la media de la dosis uno, la dosis tres reporta una media de 11.77 cm, un 2.3 % menor que el testigo y un 7.5 % menor con respecto a la media de la dosis uno y un 2.0% menor que la media de la dosis dos. El testigo reporta una media menor que la media de la dosis uno, pero mayor que las medias de las dosis dos y tres, las dosis dos y tres, si tienen un efecto sobre la longitud de los brotes, aunque

estadísticamente no tiene diferencia significativa, ya que la diferencia entre ambas medias es mínima.



**Figura 4.1** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable longitud de brote (cm)



**Figura 4.2 Aspecto de la respuesta en plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, a diferentes dosis, para la Variable longitud de brote (cm)**

La no respuesta significativa para esta variable, es probable que se deba, a que, al aplicar P-Ca de forma exógena, se está creando una condición de estrés para la planta, en el terreno hormonal, y en consecuencia, no se están sintetizando normalmente las giberelinas, y en respuesta esto, lo que la planta hace como mecanismo de defensa, es tratar de sintetizar a esta hormona en mayor cantidad y cuando pasa el efecto de la P-Ca, los niveles de giberelinas se incrementa en mayor cantidad, provocando que los brotes reanuden su crecimiento y es probable que puedan llegar a alcanzar e incluso hasta superar, la longitud de los brotes de las plantas a las que no se les aplicó P-Ca.

Debido a que se proporcionaron noches artificiales de 12 a 14 horas de oscuridad continua de manera uniforme, la respuesta al achaparramiento de todas las plantas fue uniforme y suficiente para que los tratamientos a los que no se les aplicó el achaparrador, tuvieran también una longitud de brotes corta. Un manejo adecuado de las noches artificiales, puede llegar a ser tan efectivo, en la reducción de la longitud de los brotes, que aquellos tratamientos, en los que se les aplican productos achaparradores.

De acuerdo con Elfving, 2001, que reporta una respuesta diferente, sobre la acción achaparradora del P-Ca de acuerdo a variedades; es posible que en nochebuena, la acción de retardante de crecimiento, sea más efectiva en otras variedades y de acción limitada en la variedad Petoy, usada en la presente investigación.

De acuerdo con Retamales, 2001, que reporta que el uso de P-Ca durante el periodo de otoño no tuvo ningún efecto achaparrador, es posible que en nochebuena, sea debida a la respuesta termoperiódica, ya que además de ser una especie fotoperiódica también es termoperiódica, esto es que responde a temperaturas bajas para crear una condición reproductiva, cuando se estableció el trabajo de campo tuvimos temperaturas bajas, tan bajas que se tuvo que usar equipo de calefacción para que las plantas no sufrieran una helada, es posible que por las temperaturas bajas, las plantas a las que no se les aplicó P-Ca, hayan tenido brotes cortos.

En general la longitud de los brotes presentados por las plantas fue aceptable desde el punto de vista comercial.

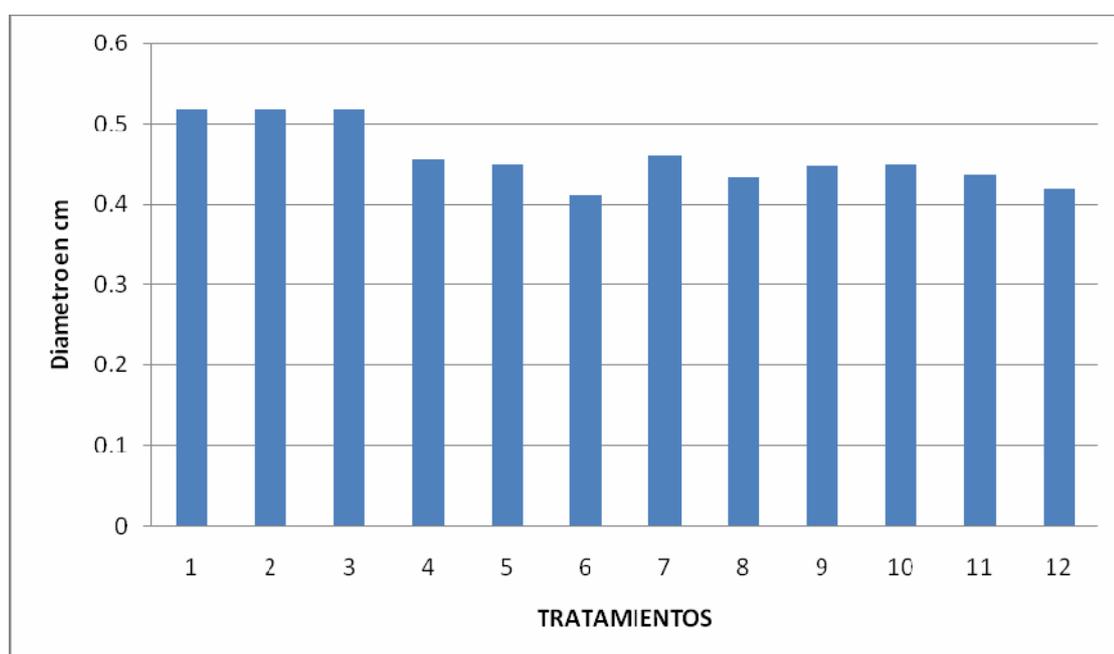
### **DIÁMETRO DE BROTE (DB)**

El diámetro que se presentó en los brotes, indica la forma en que estos engrosaron con respecto a las aplicaciones realizadas con P-Ca. Un brote con un mayor número diámetro, es más aceptado, que aquel que presenta diámetros delgados.

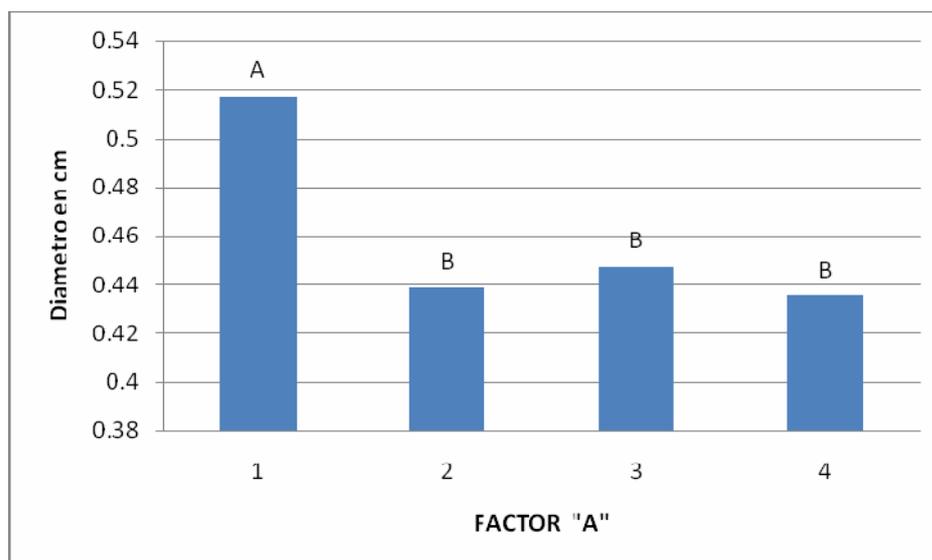
Al analizar los datos se encontró una respuesta altamente significativa para el factor dosis que indica la influencia que el regulador ejerce sobre el diámetro de los brotes; con respecto al factor número de aplicaciones, no se encontró variación significativa, esto indica que no influye este factor sobre la variable; la interacción de ambos factores, no reporta una respuesta estadística significativa, esto sugiere un comportamiento independiente entre factores.

El testigo mostró una media mayor con respecto al diámetro, que las demás medias de las dosis, y las frecuencias, el valor medio del testigo, fue de 0.517 cm de diámetro y los tratamientos a los que se les aplicó P-Ca, fueron más delgados los brotes, al reportar un menor diámetro con respecto al testigo.

Se observó que al asperjar una mayor concentración de P-Ca, los brotes presentan un diámetro menor; el testigo reporta una media de 0.517 cm, la media de la dosis de 100 ppm fue de 0.438 cm, que corresponde a un 15.28 % menor que el testigo; la dosis de 200ppm reporta un valor de 0.447 cm, correspondiente a un 13.53% menos que el testigo y un 2.05% mayor que la dosis de 100ppm; la dosis de 400ppm reporta un valor de 0.435 cm, que es 15.86 % menor que el testigo, un 0.68% menor que la dosis de 100ppm y 2.68% menor que la dosis de 200ppm. (Ver Fig. 4.3)



**Figura 4.3** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable diámetro (cm)



**Figura No.- 4.4 Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable diámetro de brote.**

La respuesta estadística para esta variable, es posible que se deba, a que la concentración del producto achaparrador, fue disminuyendo el diámetro de los brotes, pero no en una forma muy considerable, debido a que no se encuentra una diferencia marcada entre el diámetro mayor y el diámetro menor, de acuerdo con Evans *et al.*, en 1999, el uso de P-Ca inhibe la biosíntesis de crecimiento activada por giberelinas, esto tuvo un mayor efecto para esta variable. Aunque el efecto no fue muy visible, estadísticamente si fue significativo, esta diferencia estadística no influye en la calidad comercial de la planta.

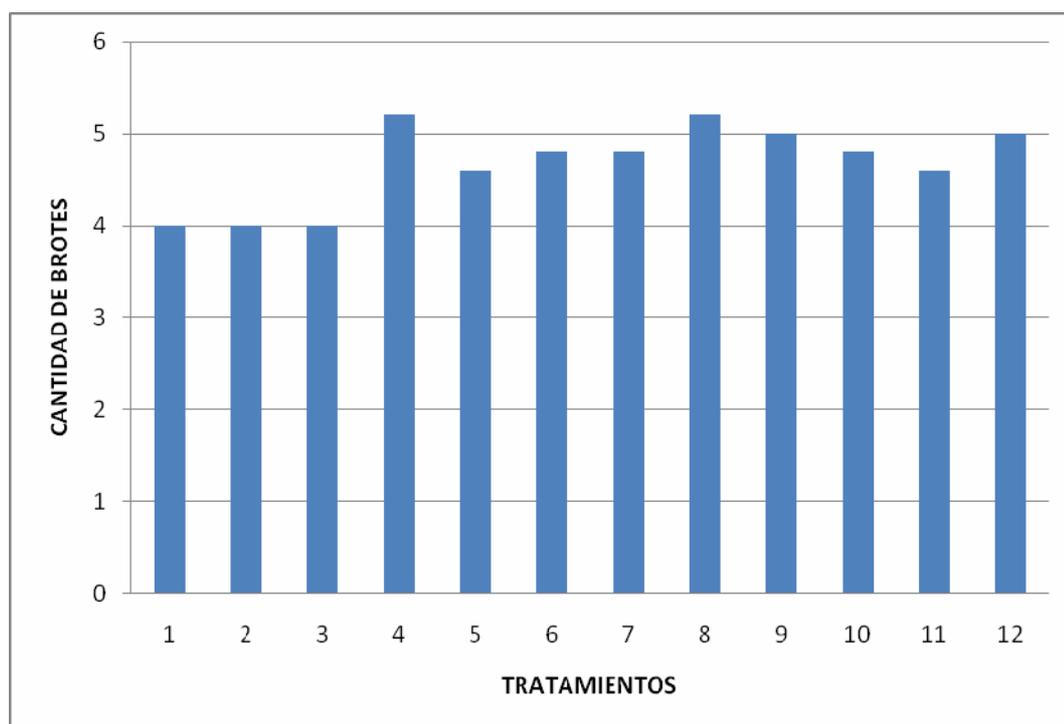
## **NUMERO DE BROTES (NB)**

El número de brotes está asociado con la influencia del regulador responsable con la brotación con respecto a la aplicación de P-Ca.

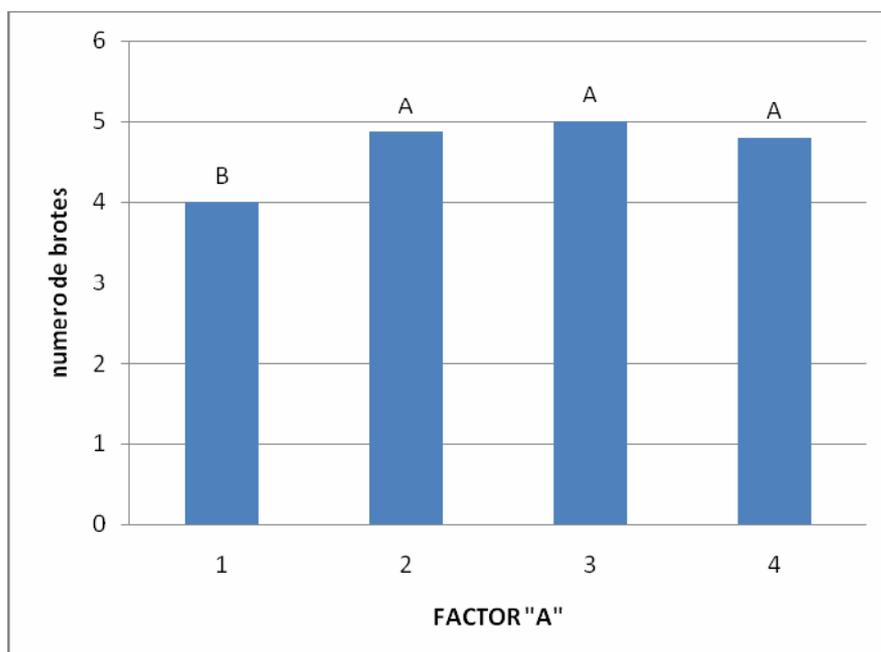
Al analizar los datos se encontró una respuesta significativa para el factor dosis, para esta variable, de acuerdo al factor número de aplicaciones no se encontró una respuesta significativa, lo que indica la no influencia del número de aplicaciones, sobre la cantidad de brotes producidos por la planta después del despunte. No se presentó una respuesta estadística significativa entre factores lo que sugiere un comportamiento independiente entre estos.

El testigo reporta una media de 4 brotes, y la dosis de 100ppm, reporta una media de 4.86 brotes, un 21.5 % más que las medias del testigo, la dosis de 200ppm reporta una media de 5 brotes, 25% más brotes que la media del testigo y un 2.88 % más que cuando se usó una dosis de 100 ppm, la dosis de 400 ppm reportó una media de 4.8 brotes, con un 20% más que la media del testigo y un 1.23 % menor que a la dosis de 100 ppm y un 4% menor que la dosis de 200 ppm. En general el uso de P-Ca aumenta el número de brotes de las plantas de nochebuenas. El número de brotes está relacionado con la calidad, al usar la P-Ca estamos aumentando la calidad de las plantas que es muy conveniente para el productor como para el consumidor, al presentar esta un número de inflorescencias.

En cuanto a la mejor dosis, la de 200 ppm es muy satisfactoria para el productor, debido a que no se necesita mucho producto para aumentar el número de brotes, y esto repercutirá en el costo de producción y en la calidad de las plantas, que éste va a ofrecer al mercado.



**Figura 4.5** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable número de brotes.



**Figura No.- 4.6 Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable número de brote.**

La respuesta estadística de la variable, se debe a que la dosis del producto achaparrador fue aumentando el número de brotes que contenía cada planta, con hasta un 25% más que los brotes que presento el testigo, esta acción es probable que haya sucedido por la práctica de despunte, que consiste en eliminar de 1 a 1.5 pulgadas de la parte apical, rompiendo así la dominancia apical y ayuda a la brotación. Es posible que el uso de P-Ca influya sobre la brotación axilar, es por esto que se presento un incremento de hasta un 25% más de brotación en los tratamientos a los que se les aplico P-Ca, con respecto al testigo.

## **LONGITUD DE BRÁCTEA PRINCIPAL (LBrP)**

La longitud de bráctea principal está altamente asociada con la calidad de la planta, debido a que esta es la que le da el valor decorativo a la planta de noche buena. Se busca que el uso de P-Ca, no reduzca la longitud de la bráctea principal y no se reduzca el valor decorativo de la planta.

Al analizar los datos encontramos una respuesta significativa para el factor dosis, mientras que para el factor número de aplicaciones, no se encontró respuesta estadística significativa, lo que indica que es indistinto el número de aplicaciones por tratamiento, con respecto a la interacción entre factores, no se tuvo respuesta estadística significativa, lo que indica una no interacción entre factores, lo que sugiere un comportamiento independiente de ambos factores.

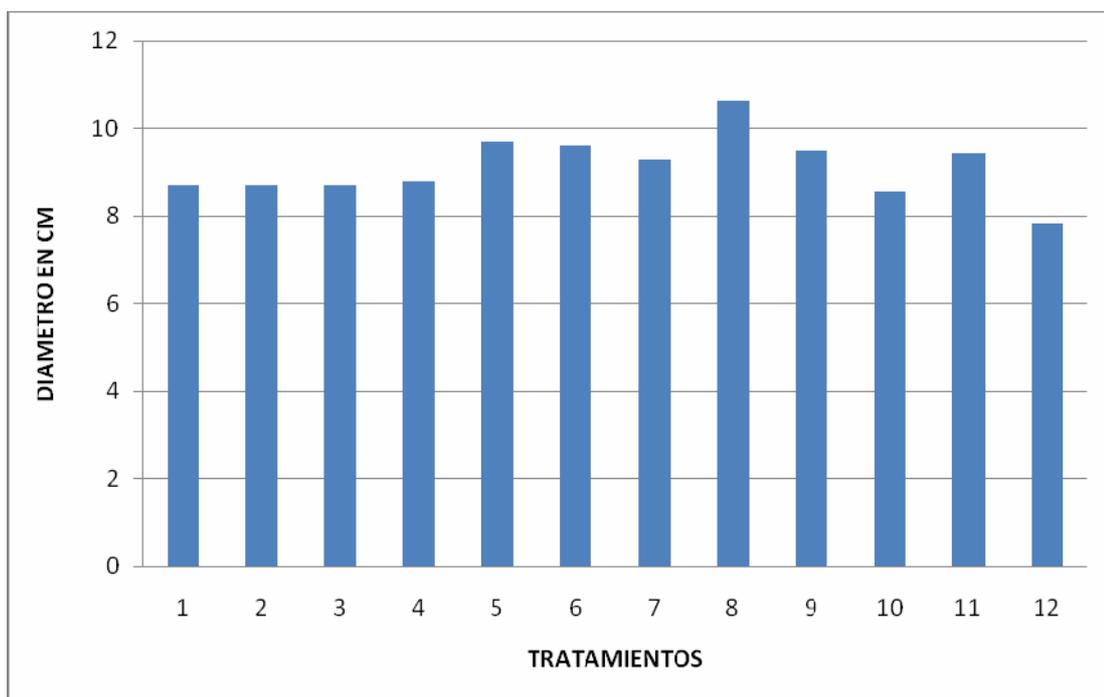
El testigo reportó una media de 8.69 cm de longitud de bráctea principal y algunos de los tratamientos a los que se les aplicó P-Ca reportaron una longitud mayor a la del testigo.

La media del testigo fue de 8.69 cm de longitud, la dosis de 100 ppm reportó una longitud media de 9.37 cm en la bráctea principal, un porcentaje mayor de 7.82% con respecto al testigo, la dosis de 200 ppm reporta una media de 9.8 cm de longitud para bráctea principal con un 12.77% mayor a la media

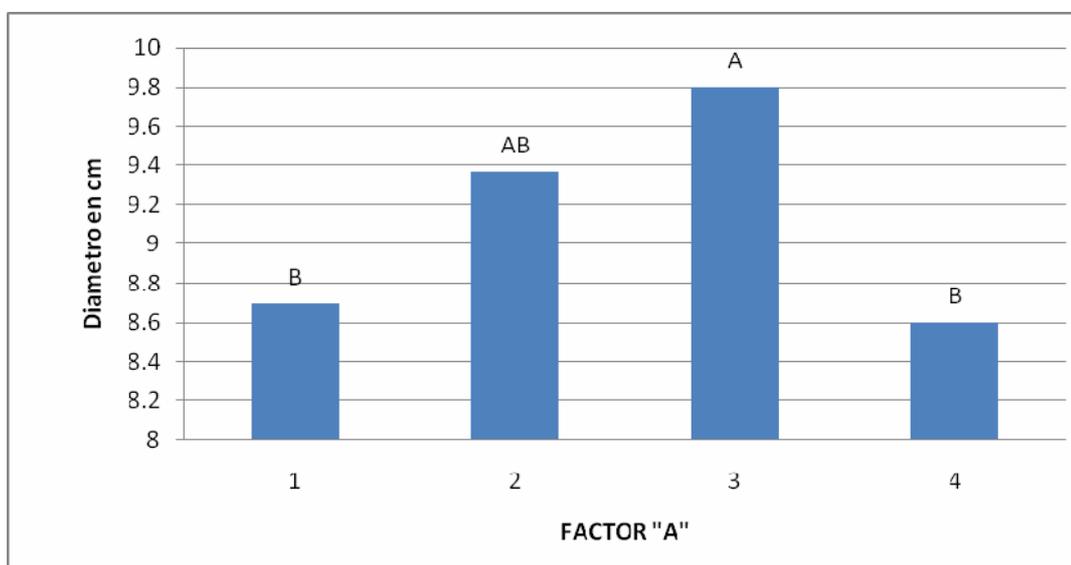
del testigo y un 4.5 % mayor que la dosis de 100ppm, la dosis de 400 ppm reporta una media de 8.6 cm, un 1.03% menor que la media del testigo y un 8.21 % menor con respecto a la dosis de 200 ppm y un 12.24% menor a la media de la dosis de 200ppm. En general la aplicación de P-Ca en una dosis de 100 y 200 ppm nos ayuda a aumentar la longitud de las brácteas, la aplicación de la dosis de 400 ppm no se recomienda debido a que los resultados arrojados por la media de esta dosis son no satisfactorios para la longitud de bráctea principal.

Una inflorescencia de nochebuena de nochebuena, con brácteas de mayor longitud, tiene un mayor valor decorativo y alcanza en el mercado un mejor precio, o al menos una venta más rápida.

En lo que se refiere, a cuál es la mejor dosis la de 200 ppm se ve satisfactoria para el productor debido a su aumento en la longitud de bráctea con respecto a las plantas, a las que no se les aplicó P-Ca, además de aumentar su valor decorativo de la planta en postcosecha, o en el hogar.



**Figura 4.7** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Peto y a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable bráctea principal.



**Figura No.- 4.8** Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable bráctea principal.

La respuesta estadística se debe a que la aplicación de P-Ca favorece positivamente a esta variable, es posible que al usar el achaparrador tengamos influencia en la longitud de las brácteas, en este caso es la bráctea principal la que mostro un 12.77% mas longitud que el testigo, es conveniente decir que solo la dosis de 400 ppm en general estuvo ligeramente por debajo de la media del testigo con tan solo 1.03%, esto sugiere que el uso de P-Ca en concentraciones altas no afecta notoriamente la longitud de la bráctea principal.

### **DIÁMETRO DE BRÁCTEA PRINCIPAL (DBrP)**

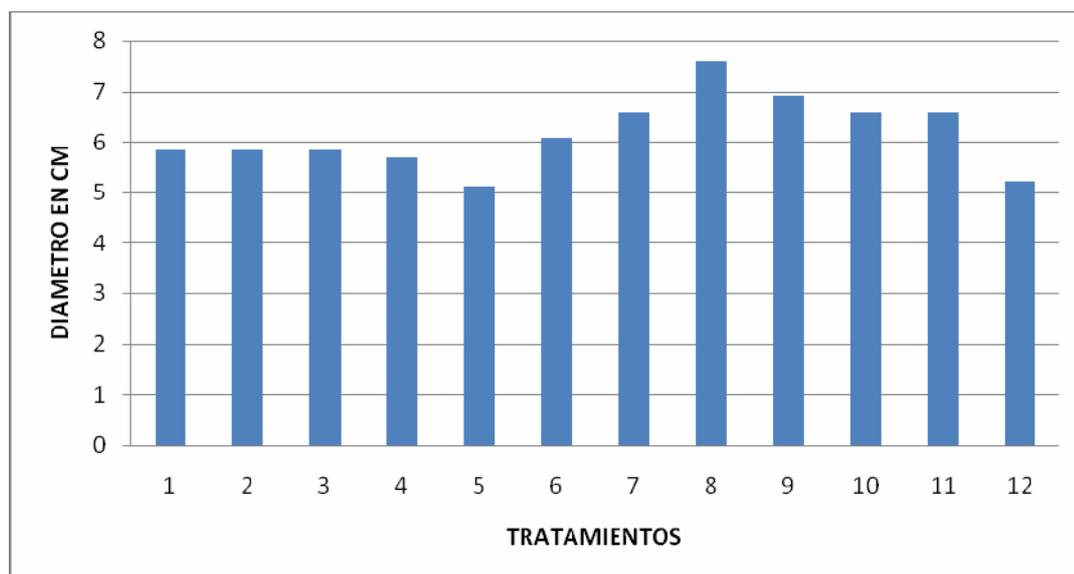
El diámetro o ancho de la bráctea principal, se asocia con apariencia de las brácteas que la planta produce, como consecuencia, está asociada con la calidad y valor decorativo de la planta por su área foliar pigmentada. En general se prefieren las brácteas anchas sobre los angosta.

Al analizar los datos, encontramos una respuesta altamente significativa con respecto al factor dosis de la variable diámetro de bráctea principal; para el factor numero de aplicaciones no se encontró una respuesta estadística significativa, lo que indica que el numero de aplicaciones no influye sobre esta variable, pero la interacción entre factores, no se encontró una respuesta estadística significativa, indicadora de un comportamiento independiente entre factores.

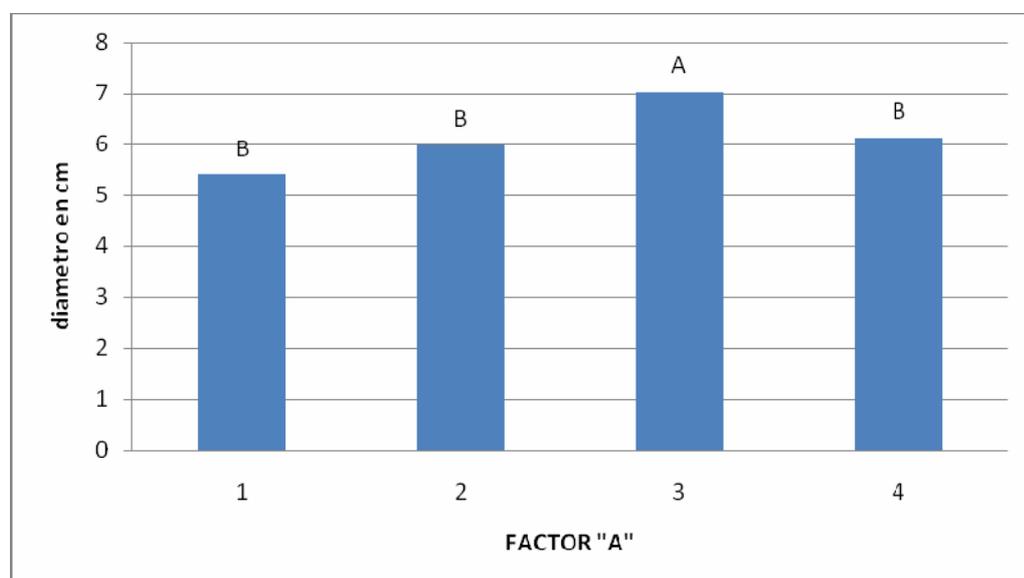
El testigo presentó una media de 5.40 cm en la variable diámetro de brácteas principal; al usar P-Ca nos reporta un aumento del diámetro de brácteas, en función de la cantidad de producto que se haya aplicado.

El testigo reporto una media de 5.40 cm de diámetro de bráctea principal, la dosis de 100 ppm reporto una media de 5.97 cm, y esto representa un 10.55% mayor que la media del testigo, la dosis de 200 ppm reporto una media de 7.02 cm, un 30 % mayor que la media del testigo y un 17.58 % mayor con respecto a la dosis de 100 ppm, la dosis de 400 ppm reporta una media de 6.12 cm, esto es un 13.3% más que la media del testigo y un 2.5% mayor que la media de la dosis de 100 ppm, y un 12.82% menor que la media de la dosis de 200 ppm. En general el uso de P-Ca aumenta el diámetro de brácteas, todas las medias de factor dosis superando la media del testigo.

Con respecto ¿a cuál es la mejor dosis?, encontramos que la dosis de 200 ppm es la más conveniente para su aplicación, debido a que es una dosis media, no es muy costoso para el producto y se tiene un efecto eficiente sobre esta variable, en las plantas.



**Figura 4.9** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable diámetro de bráctea principal (cm)



**Figura No.- 4.10** Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable diámetro de bráctea principal (cm).



**Figura 4.11 Aspecto de la respuesta en plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, a diferentes dosis, para la Variable diámetro de bráctea principal (cm).**

Para la respuesta estadística favorable de la variable diámetro de bráctea principal, es probable que las aplicaciones de P-Ca hayan favorecido el proceso interno de la planta, que influencia el crecimiento de el diámetro de bráctea principal, debido a esto, la bráctea con el mayor diámetro, presentaran las plantas a las que se les aplico P-Ca y arrojando una diferencia dimensional, de hasta 30% más que el testigo.

## **NUMERO DE BRÁCTEAS (NBr)**

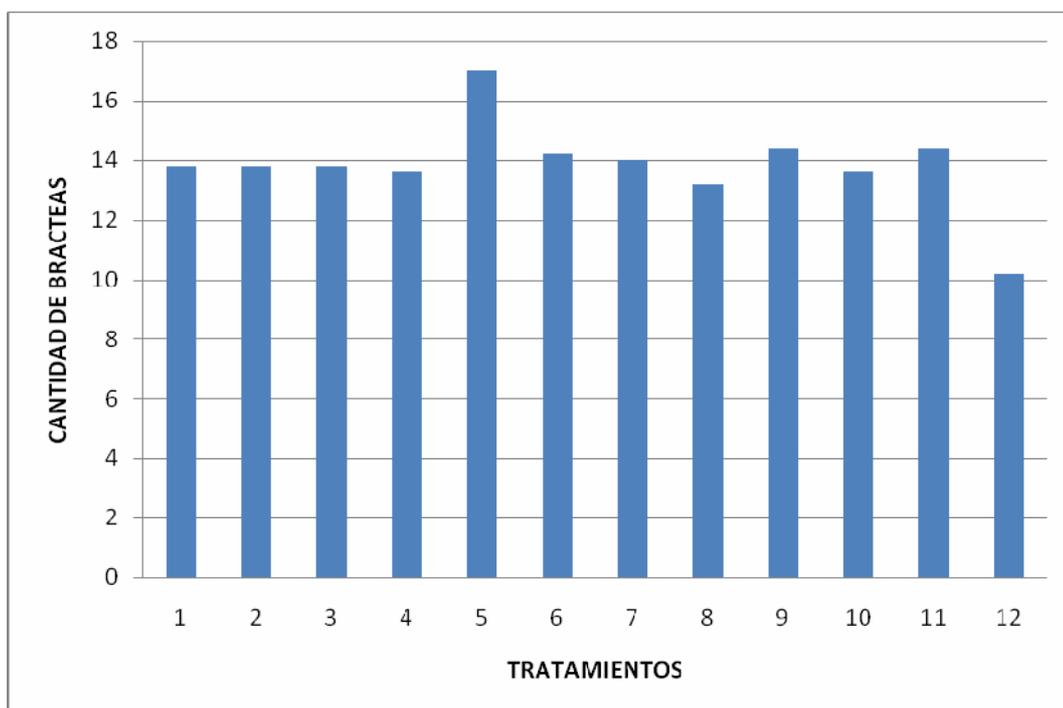
El número de brácteas que presenta un tallo de plantas de nochebuena, es indispensable para el productor, debido a que es la parte decorativa de la planta, sin estas la planta no tendría ningún valor comercial y el consumidor no la compraría, se prefieren tallos con numerosas brácteas, por ser mas atractivas.

Al analizar los datos, no se encontró una respuesta estadística significativa para la variable número de brácteas en el factor dosis, ni para el factor numero de aplicaciones, lo que sugiere que la aplicación de P-Ca no afecta a esta variable.

El testigo reporto una media de 13.8 brácteas por tallo, la dosis de 100 ppm reporta una media de 14.93 brácteas lo que representa un 8.18 % más que la media del testigo, la dosis de 200 ppm reporta un media de 13.86 brácteas, que representan un 0.43 % mayor que la media del testigo y un 7.16% menor que la dosis de 100 ppm, la dosis de 400 ppm reporta una media de 12.73 brácteas, esto es un 7.75 % menor que la media del testigo, y un 14.73 % menor que la media de la dosis de 100 ppm, y 8.15 % menor para la dosis de 200 ppm. En general el uso de P-Ca no incrementa el número de brácteas por tallo, pero al comparar las medias de los tratamientos encontramos que la media de la dosis de 100 ppm incremento el número de brácteas, con respecto a las medias, del resto de los tratamientos. estos resultados indican que se

puede usar la P-Ca, pero a pequeñas dosis, y así aumentar el número de brácteas por brote. Porque si se aplican dosis más altas lo se provoca, es que las plantas llegasen a presentar menos brácteas que el testigo.

Para el productor, es conveniente aumentar el número de brácteas inflorescencia debido a que aumenta el valor decorativo de la planta y es mas atractiva para el consumidor y al momento de decidir seguro escogería aquella planta con una mejor apariencia, causada por su número mayor de brácteas.



**Figura 4.12** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable numero de brácteas.



**Figura 4.13 Aspecto de la respuesta en plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, a diferentes dosis, para la Variable número de brácteas**

La no respuesta estadística de la variable, nos indica que el uso de P-Ca no influye en el número de brácteas por inflorescencia, comparando las medias reportadas por los tratamientos encontramos a un tratamiento que si sobresale a los demás tratamientos, pero dentro de la comparación de medias su diferencia fue mínima, a tal grado que no se encontró una diferencia estadística significativa.

La respuesta mínima, es probable que se deba, a que es una variable, más influenciada por el fotoperiodismo y a una constitución genética, mas que al uso de reguladores aplicados de manera exogena.

## **NÚMERO DE FLORES POR CIATIA (NFct)**

El número de flores por ciatia representa la capacidad reproductiva de la planta de nochebueno en formación de su reproducción sexual, además de la influencia que está tengan con respecto a la cantidad de las brácteas que se presentan en la planta. Una inflorescencia con mayor número de flores por ciatia, será más longeva y presentara un mayor número de brácteas.

Al analizar los datos, no se encontró una respuesta estadística significativa para la variable número de flores por ciatia, para el factor dosis, lo mismo que para el factor numero de aplicaciones.

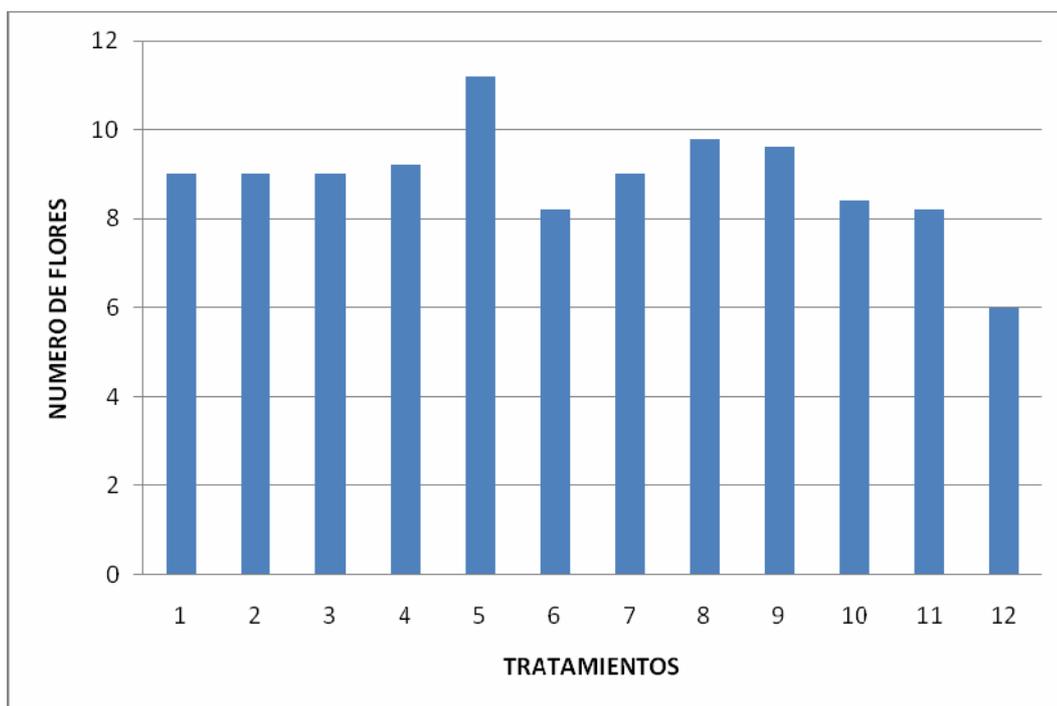
Se encontró además, que al comparar la media del testigo con las medias de los demás factores, se observó que el testigo se encuentra en un término medio en consideración con la media de los factores; debido a que se tienen medias, que se encuentran por arriba del valor del testigo y otras medias son inferiores al valor del testigo.

El testigo reporto una media de 9 de flores por ciatia, el valor de la media para la dosis de 100 ppm es de 9.53 flores por ciatia un 5.8% mayor que la media del testigo, la dosis de 200 ppm reporta una media de 9.46 flores por ciatia, un 5.11% más que la media correspondiente a la del testigo, y un 0.73 % menor que la media de la dosis de 100 ppm, la dosis de 400 ppm reporta una media de 7.35 flores por ciatia, un 18.33% menor que la media del testigo y un

22.87 % menor que la media de 100 ppm, y un 22.30 % menor que la media de la dosis de 200 ppm.

En general, el uso de P-Ca, no reporta una respuesta estadística significativa, sin embargo al comparar la medias de todos los factores encontramos que cierto porcentaje de diferencia entre factores, es decir la media de la dosis de 100 ppm, fue en la que se observo una mejor respuesta debido a que si se compara con el valor de la media más baja se encuentra un 22.87% de diferencia entre una y la otra.

Con respecto a la mejor dosis, la de 100 ppm nos arroja un porcentaje diferencial por encima de las demás medias, aunque no se reporta una respuesta estadística significativa, se puede mencionar que en base al porcentaje, tiene una cierta respuesta favorable al utilizar esta dosis comparada con el testigo, si una dosis más elevada, tendríamos una respuesta negativa y en lugar de aumentar el número de flores por ciatia, esta se veria disminuida.



**Figura 4.14** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable número de flores por ciatia.

La no respuesta estadística significativa para la variable número de flores por ciatia, es indicadora, de que las aplicaciones de P-Ca, no tienen ningún efecto visible entre tratamientos, esto coincide con Costa *et al*, (2000) quien uso de P-Ca, e intensifico la floración en manzanos, pero en el caso de las nochebuenas como son de ciclo más corto es probable que haya sucedido algo parecido, solo que la diferencia es que su acción fue limitada para pocos tratamientos específicamente.

## **NUMERO DE FLORES ABIERTAS (NFA)**

El número de flores abiertas que se presentan en una ciatía, afectan de manera directa, la precocidad que haya presentado el cultivo.

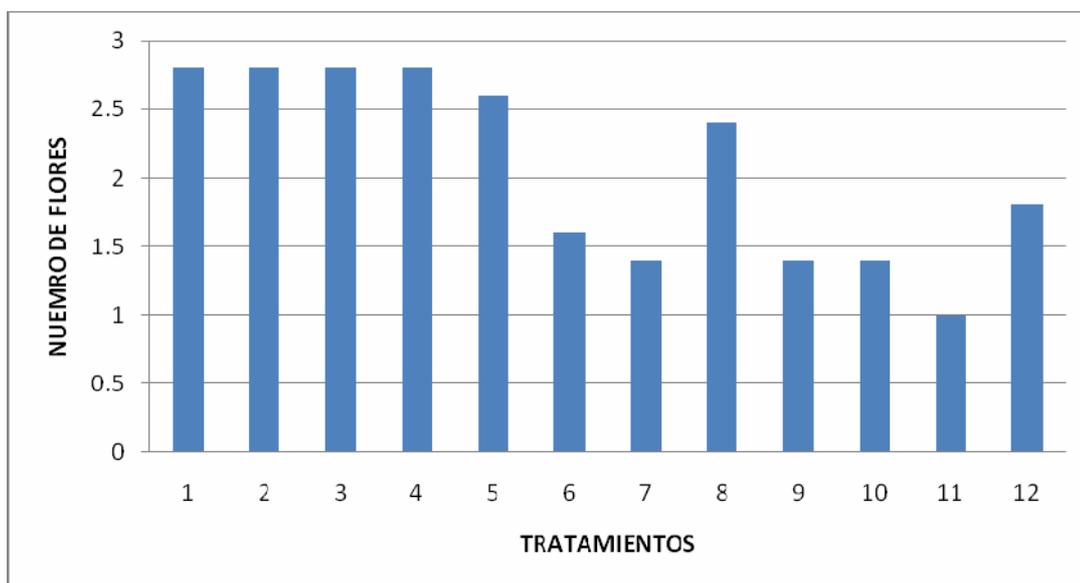
Al analizar los datos encontramos una respuesta significativa para el factor dosis, indicativo de la influencia que ejerce este factor, sobre la variable número de flores abiertas, con respecto a el factor numero de aplicaciones, no se tuvo una respuesta significativa, que indican la no influencia de este factor sobre la variable en la interacción de factores, no reporta respuesta estadística significativa, que sugiere un comportamiento independiente entre factores.

El testigo muestra una mayor precocidad al reportar un valor de 2.8 flores abiertas y los tratamientos en los que se les aplicó P-Ca fueron menos precoces al reportar un menor número de flores abiertas, 1.82 flores con respecto al testigo.

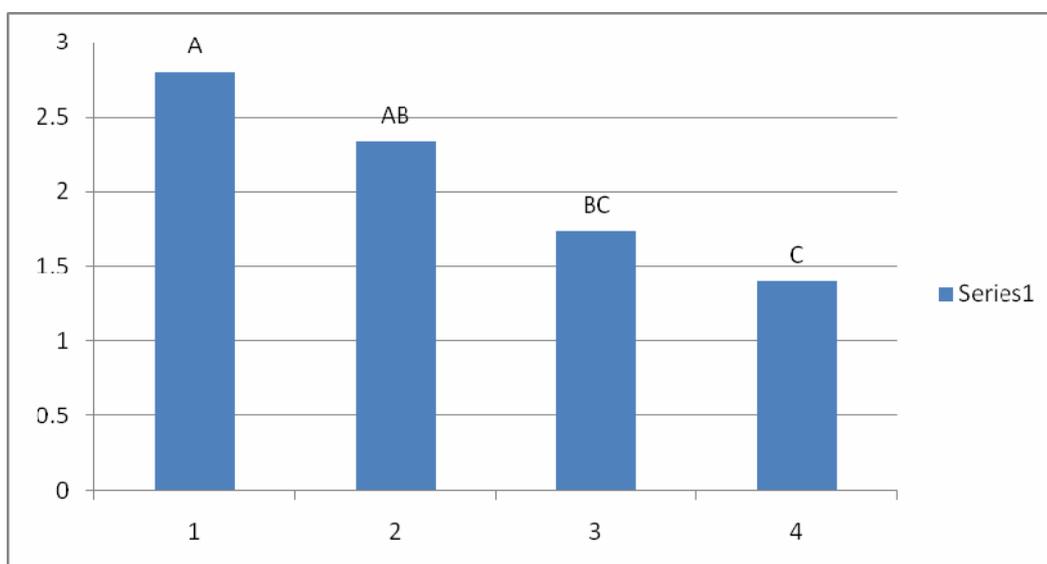
Se encontró además, que conforme se incrementa la dosis asperjada, se reduce la precocidad, al presentar un menor número de flores abiertas. El testigo reporta un valor de 2.8 flores por ciatía, cuando se usó una dosis de 100 ppm, reporta un valor de 2.33 flores, que corresponde al 16.78% menos que el

testigo; la dosis de 200ppm, reporta un valor de 1.73, que corresponde a un diferencia porcentual 38.21% menor que el testigo y de 25.75 % menor que la dosis de 100 ppm; la dosis de 400 ppm reporta un valor de 1.4 50% menos flores abiertas que el testigo, 39.91 % con respecto a la dosis dos y de 19.07% con respecto a la dosis tres. En general el uso de P-Ca reduce el número de flores abiertas con respecto al testigo, provocando que con la aplicación de P-Ca, la madures de las flores de nochebuena, sea más tardía. La respuesta de la nochebuena con respecto a la vida útil de las plantas, el uso de P-Ca es favorable, ya que cuando no se usa este producto, la planta madura más rápidamente las flores y se avejenta mas rápidamente, con la consecuente pérdida del valor decorativo de estas, mientras que, cuando se emplea P-Ca a diferentes dosis, el valor decorativo de esta se alarga proveyendo al consumidor con una planta más duradera, conservando con más tiempo el valor decorativo.

Con respecto a la mejor dosis que fue la de 200 ppm es satisfactoria para el productor aun considerando el gasto, que el uso de este producto implica y para el consumidor final al lograr por más tiempo, valor decorativo y satisfacción visual.



**Figura 4.15** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable número de flores abiertas.



**Figura No.- 4.16** Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable número de flores abiertas.

La respuesta estadística para la variable número de flores abiertas, nos determina que si hubo una diferencia estadística significativa, esto se debe, a que la P-Ca influyó directamente en la variable, a razón de que al aumentar la concentración se reduce el número de flores abiertas por ciatía; llegando a ser la diferencia de la dosis más alta, con respecto al testigo, de un 50%, esto indica que al aplicar P-Ca estamos evitando que el cultivo sea menos precoz y así alargar su proceso de senescencia, probablemente es el porcentaje antes mencionado.

### **NUMERO DE FLORES CERRADAS (NFC)**

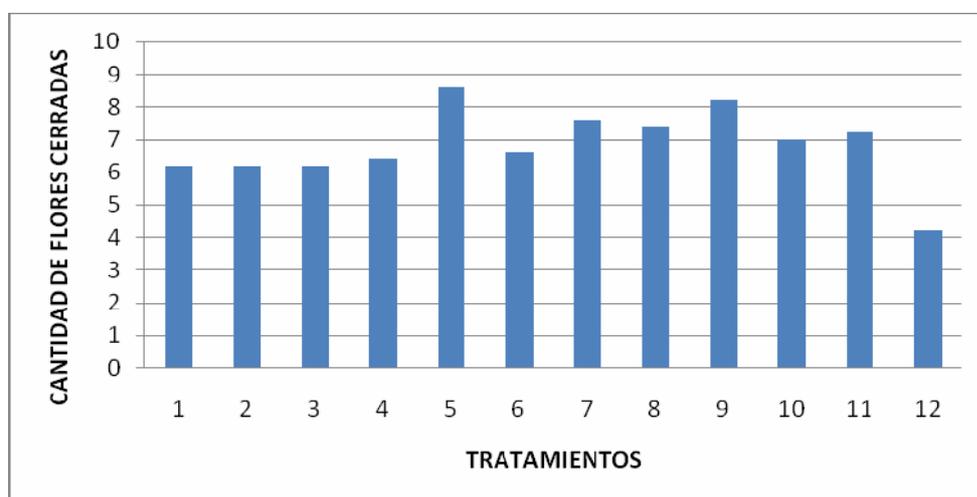
El número de flores cerradas indican el retraso o el acelerado como acelera ó como retrasa el crecimiento de las plantas con respecto a la aplicación exógena de P-Ca.

Al analizar los datos encontramos una respuesta estadística significativa para el factor dosis, y para el factor número de aplicaciones no se encontró una respuesta estadística significativa, esto sugiere que el comportamiento entre factores se da de manera independiente.

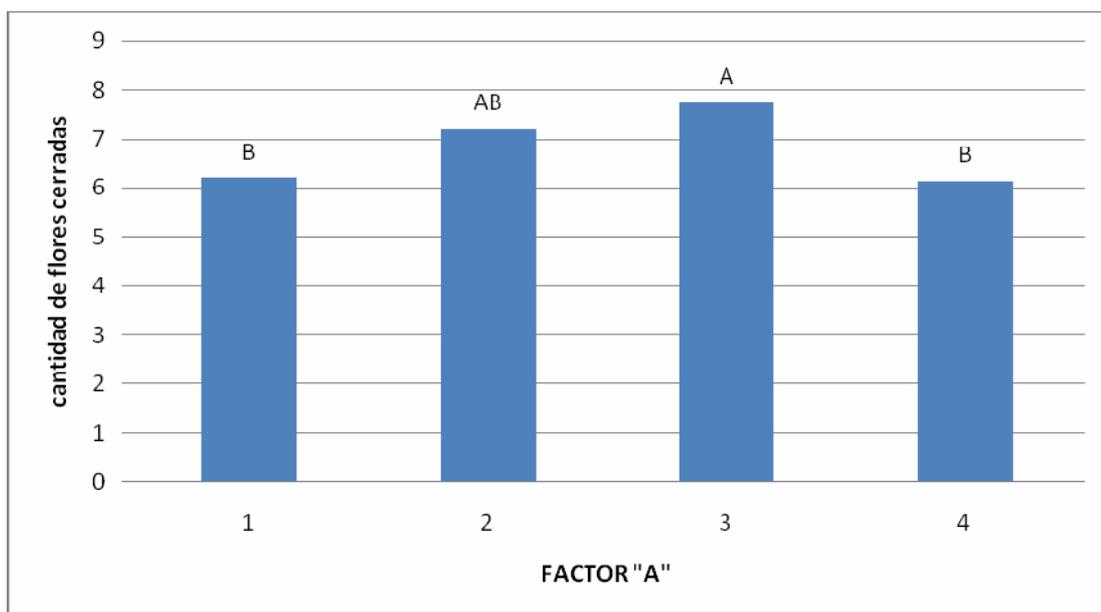
El testigo reportó una media general de 9 flores por ciatía, de las cuales 6.2 flores estaban cerradas, esto indica que es un 68.8 % de flores cerradas, la dosis de 100 ppm reportó una media general de 9.53 flores por ciatía, del total

de flores presento 7.2 flores cerradas, que es un 75.5 % de flores cerradas, la dosis de 200 ppm reporto una media general de 9.46 de flores por ciatia, de las cuales de 7.73 flores estaban cerradas , esto indica un 81.71 % de flores cerradas por ciatia, la dosis de 300 ppm reporto una media general numero de flores por ciatia de 7.53., de el total 6.13 estaban cerradas, que representa un 81.40% de flores cerradas por ciatia. En general el uso de P-Ca, debido a que si se aumenta la dosis tenemos un porcentaje mayor de flores cerradas por ciatia, además de que al productor le conviene que sus plantas no maduren tan rápido y así tenerlas más tiempo en anaquel.

Con respecto a cuál es la mejor dosis para la variable la de 400 ppm, fue la que reporto un porcentaje más alto en cuanto a número de flores cerradas con respecto al número de flores por ciatia.



**Figura 4.17** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable numero flores cerradas.



**Figura No.- 4.18 Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable número de flores cerradas.**

La respuesta estadística para la variable numero de flores cerradas, indica que el uso de P-Ca, influyo en que hubiera más flores cerradas por ciatia, esto explica que la acción la P-Ca influye dentro del proceso de maduración de los órganos de reproductivos de la planta. Esto conlleva a decir que si una planta realiza su proceso reproductivo de una forma un poco más tardía o lenta va a realizar su proceso mejor y de mayor calidad, además de que la planta no tiende a llegar a un estado de senescencia muy rápido.

## **NÚMERO DE HOJAS POR TALLO (NHT)**

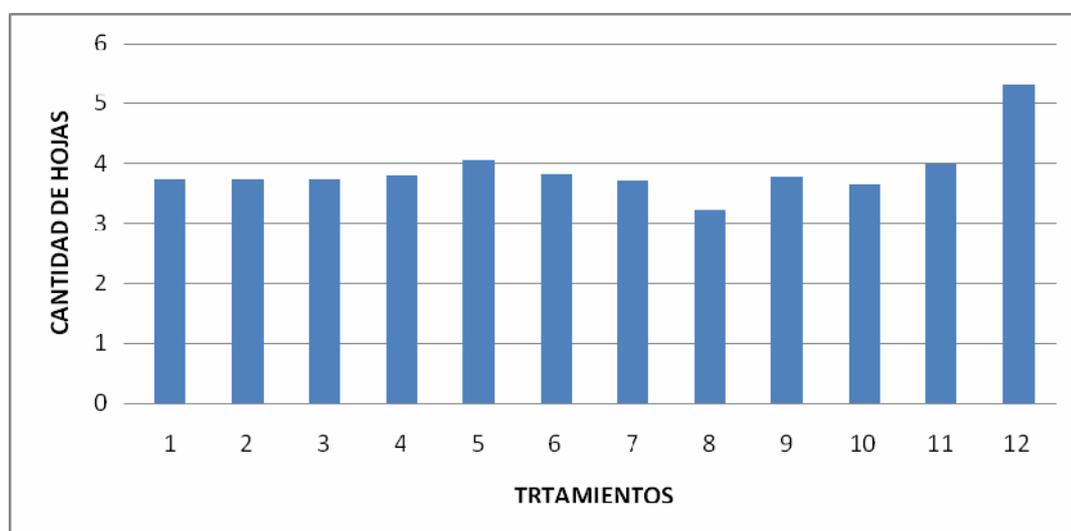
El número de hojas en la planta influye directamente sobre la cantidad de área fotosintética de la misma, debido a que es donde la planta obtiene sus nutrientes para su crecimiento, y entre mayor área fotosintética la planta, este mejor nutrida.

Al analizar los datos encontramos una respuesta estadística significativa para los factores dosis y la interacción dosis por número de aplicaciones, lo que sugiere una dependencia entre factores, por lo que, para obtener el mismo resultado por ejemplo si subimos la concentración del producto tenemos que bajar el número de aplicaciones y viceversa si bajamos la dosis, se tendrá que bajar el número de aplicaciones.

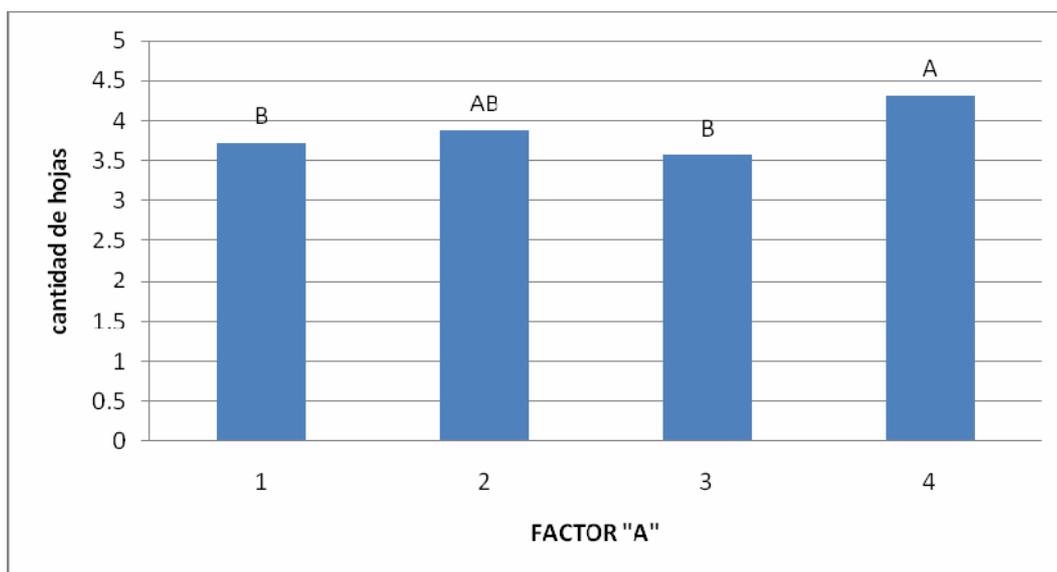
El testigo reporta una media de 3.72 hojas por tallo, la dosis de 100 ppm, reportó una media para la variable de 3.88, lo que es un 4.3 % más hojas con respecto al testigo, la dosis de 200 ppm arrojó una media de 3.57 hojas por planta, que es un 4.03% menor que la media del testigo y un 7.98% menor que la media de la dosis de 100 ppm, la media reportada por la dosis de 400 ppm fue de 4.31 hojas por planta, que es un 15.86% más que la media reportada por el testigo, y un 11.08% más que la media reportada por la dosis de 100 ppm, y un 20.72 % más que la media de la dosis de 200 ppm.

En general el uso de P-Ca nos ayuda a aumentar el número de hojas por planta en las dosis de 100 ppm y la dosis de 400ppm, debido a que la dosis media de 200 ppm en lugar de aumentar el número de hojas con respecto al testigo las reduce en un 4.3% con respecto al testigo.

Para saber cuál es la mejor dosis con respecto a la variable número de hojas por tallo, la de 400 ppm es la que nos dio una planta con mayor número de hojas por planta, esto es benéfico para la planta, productor y consumidor debido a que la planta va a estar mejor vestida de hojas, y esto por consecuencia una mayor área fotosintética, que a la vista del consumidor le va a dar una mejor presentación.



**Figura 4.19** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable número de hojas



**Figura No.- 4.20 Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable número de hojas**

La respuesta significativa para la variable número de hojas por tallo determina que el uso de P-Ca influyó en la conservación de las hojas en algunos tratamientos en los que se les asperjo el achaparrador, es probable que la acción de la P-Ca no favoreció la presencia de ácido abscísico, por esta acción las hojas permanecieron por más tiempo adheridas a la planta en comparación con las plantas del testigo, pero también algunas plantas tratadas con P-Ca presentaron menos hojas que el testigo, la caída de hojas pudo haber pasado también, que las hojas se avejentaron más rápido, y las plantas con dosis altas como se menciona anteriormente es probable que sean menos precoces.

## **LONGITUD DE HOJA (LH)**

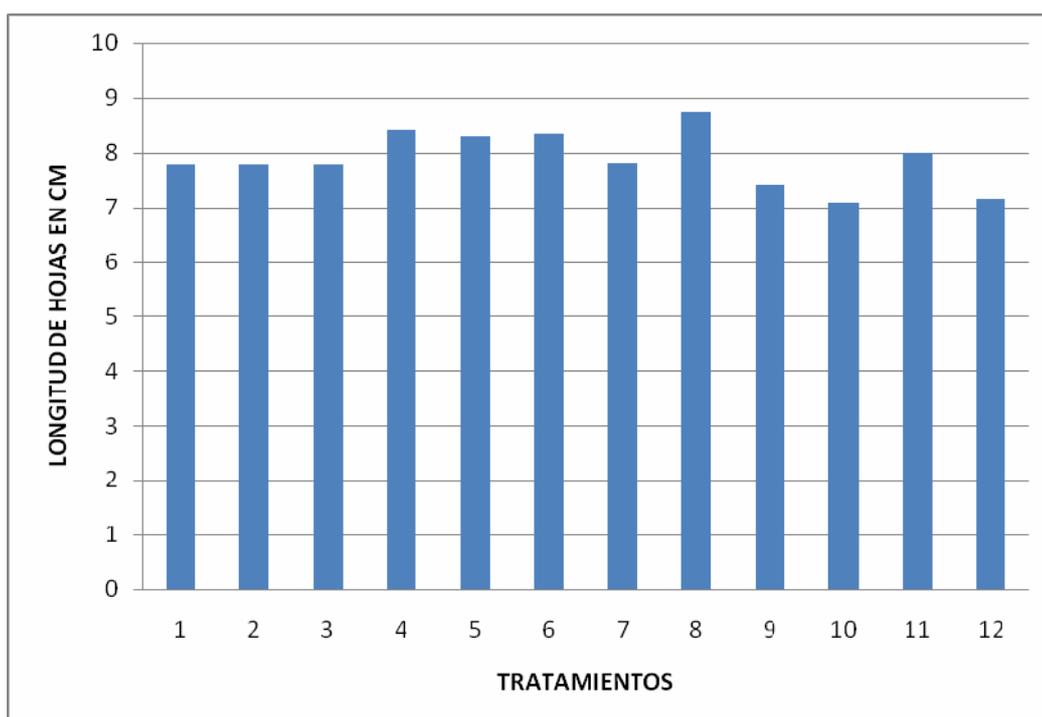
La longitud de hoja está relacionada directamente con la cantidad área foliar que la planta tenga para fotosintetizar, debido a que a más longitud tenga la planta mayor será su área foliar.

Al analizar los datos, encontramos una respuesta estadística significativa para el factor dosis, en cuanto al factor numero de aplicaciones no se encontró una respuesta estadística significativa, lo mismo que para la dosis y numero de aplicaciones, esto indica, que no influye este factor en la variable lo que sugiere un comportamiento independiente entre factores.

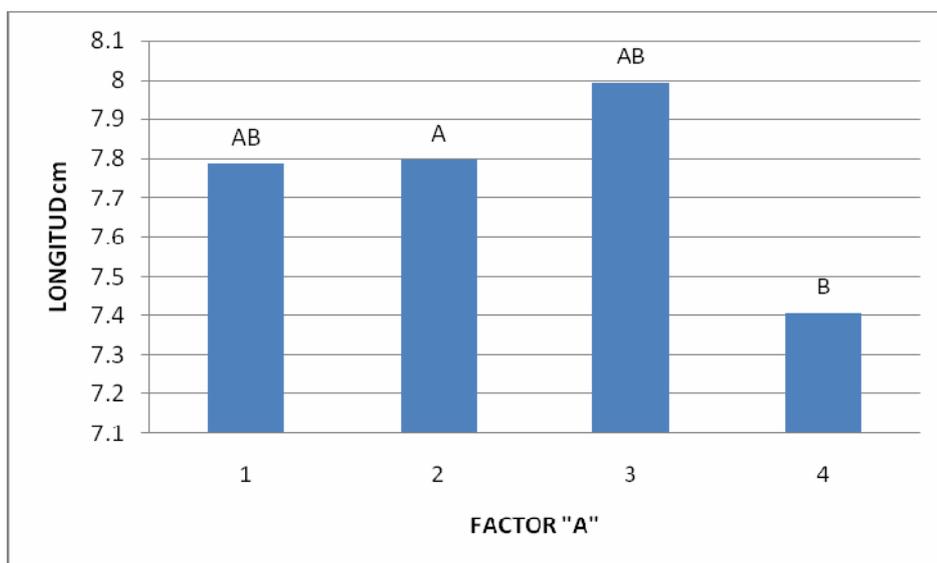
El testigo reportó una media para la variable de 7.78 cm, para la dosis de 100 ppm la media fue de 8.35 cm lo que es un 7.32 %, más que la media reportada por el testigo, la dosis de 200 ppm reportó una media de 7.99 cm lo que es un 2.69 % más que la media del testigo y un 4.3 % menor que la dosis de 100 ppm, La dosis de 300 ppm reporto una media de 7.4 cm, que es 4.88 % menor que la media del testigo y un 11.37 % menor que la dosis de 100 ppm, y un 7.38 % menor que la dosis de 200 ppm, al usar la P-Ca en una dosis baja tenemos un mayor longitud de hoja. En general el uso de P-Ca a una dosis de 100 ppm, nos favorece la longitud de la hoja, debido a que si se usa una concentración alta de P-Ca la respuesta va a ser negativa, y si no se aplica

nada que es el caso de el testigo también la longitud de la hoja es menor que la media de 100 ppm.

Para saber cuál es la mejor dosis, la de 100 ppm es la que reporto una media para longitud de hoja mayor que las medias de todas la demás dosis incluyendo el testigo, esto es benéfico para la planta debido a que se tendrán hojas con mayor área foliar para la planta.



**Figura 4.21** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable longitud de hoja (cm).



**Figura No.- 4.22 Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable longitud de hoja (cm).**

La respuesta estadística para la variable número de hojas, demuestra que al aplicar P-Ca se influye en una forma positiva o negativa, ya que los tratamientos reportaron variación en estos dos sentidos con respecto al testigo, es probable que la influencia de P-Ca para esta variable, se deba a que también existe una dependencia entre factores, es por esto que si queremos tener un mismo resultado, se debe combinar los factores, en el sentido que si queremos aumentar la dosis tenemos que bajar la frecuencia o si queremos aumentar la frecuencia tendremos que bajar la dosis, aunque estadísticamente la tendencia de las dosis al aumentarlas fue disminuir la longitud de la hoja.

## **ANCHO DE HOJAS (AH)**

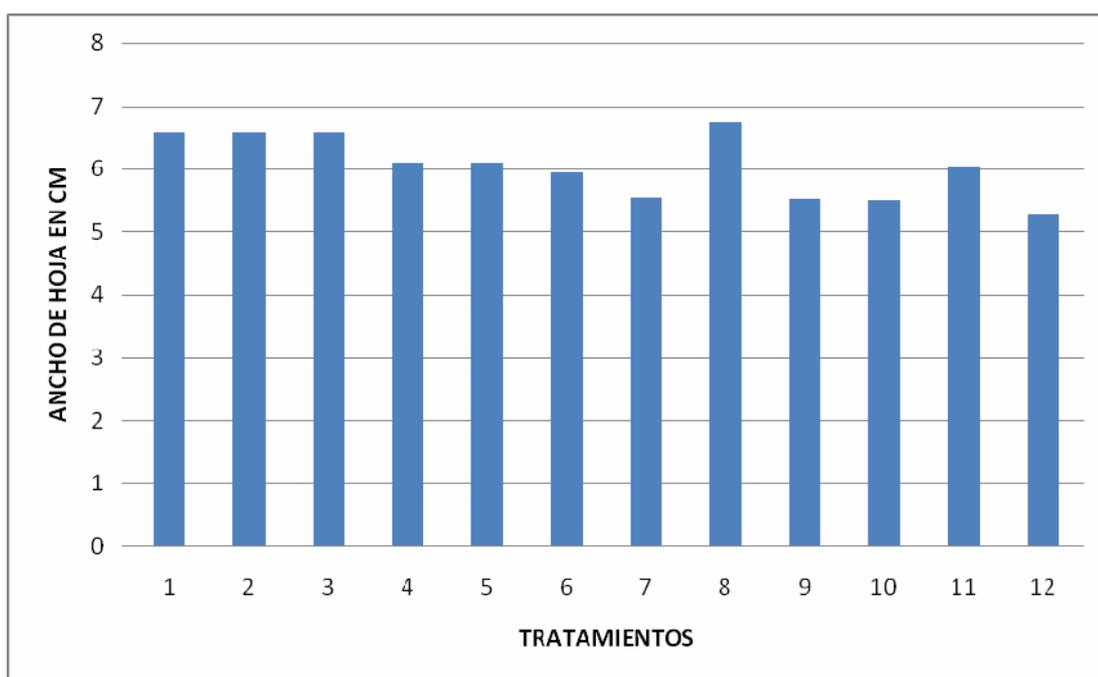
El ancho de hoja de las plantas influye directamente con la cantidad de área foliar que contenga la planta, esto nos indica la capacidad fotosintética que la planta posee, además de que el ancho de las hojas dan una mejor apariencia a la planta.

Al analizar los datos no se encontró una respuesta estadística significativa para los factores dosis y número de aplicaciones lo que indica que no influye estadísticamente el uso de P-Ca en plantas de nochebuena para la variable ancho de hojas.

El testigo reportó para ancho de hoja una media de 6.58 cm, la dosis de 100 ppm reportó una media de 6.04 cm de ancho de hoja que es 8.2 % menor que la media reportada por el testigo, la dosis de 200 ppm reportó una media de 5.93 cm que es 9.87 % menor que la media reportada por el testigo, y un 1.82 % menor que la media de la dosis de 200 ppm, la media para la dosis de 400 ppm fue de 5.60 cm que es 14.89 % menor que la media del testigo, y un 7.28 % menor que la media de la dosis de 100 ppm, y un 5.56 % menor que la dosis de 200 ppm, en general el uso de P-Ca para la variable ancho de hoja nos altera en una forma negativa, debido a que si se aumenta la dosis, el ancho de hoja se va reduciendo en un porcentaje alto, como por ejemplo la media del testigo comparada con la media más baja que fue la de la dosis de 400 ppm,

tiene un 14.89 % menos ancha la hoja, que la del testigo. Aunque estadísticamente no tuvo ningún efecto significativo al comprara las medias encontramos que a mayor concentración de P-Ca, menor es el ancho de hoja.

Para esta variable la mejor recomendación es no aplicar P-Ca debido a que si se aplica nos reduce el ancho de las hojas, esto nos afecta en el área foliar que es con lo que cuenta la planta para fotosintétisar.



**Figura 4.23** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable longitud de brote (cm)

La no respuesta estadística significativa, para la variable ancho de hoja indica que estadísticamente no tuvo efecto sobre esta, pero al comparar los tratamientos, encontramos que si hay una variación en el ancho de hojas, debido a que el testigo reporta una media ligeramente más arriba que la de los demás tratamientos, esto sugiere que el uso de P-Ca puede influir de una forma negativa en lo que es el diámetro de hojas, que en consecuencia afectará directamente a el área foliar, que la planta presentaría al aplicarle P-Ca.

### **ÁREA FOLIAR TOTAL (AFT)**

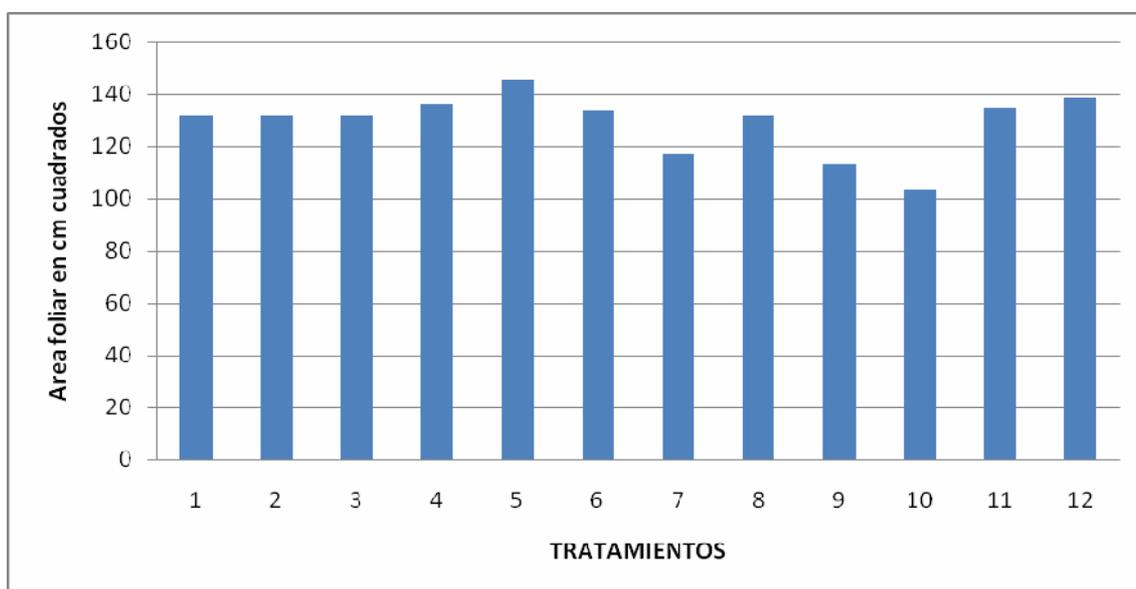
El área foliar total de las plantas de nochebuena está estrictamente relacionada con la capacidad que posee la planta para fotosintetizar esto debido a que es la manera en que las plantas elaboran sus nutrientes.

Al analizar los datos no encontramos respuesta estadística significativa para el área foliar total, lo que indica, que las aplicaciones de P-Ca, no influyen de forma significativa en el área foliar total.

El testigo reportó una media de 132.03 cm<sup>2</sup> de área foliar total, la dosis de 100 ppm reportó una media de 138.48 cm<sup>2</sup> esto equivale a un 4.88 % más que la media reportada por el testigo, la dosis de 200 ppm reportó una media de 120.92cm<sup>2</sup> que es 8.41% menor que la media del testigo, y un 12.68 % menor que la dosis de 100 ppm, la dosis de 400 ppm, reportó una media de 125.47 cm<sup>2</sup>, que es 4.9 % menor que la media reportada por el testigo, y un 9.39 % menor que la media de la dosis de 100 ppm, y un 3.76 % más que la dosis de

200 ppm, en general el uso de P-Ca a una concentración baja nos ayuda a aumentar el área foliar de las plantas de nochebuena pero este efecto solo se tiene en concentraciones bajas ya que si aplicamos una concentración alta, tendremos una alteración negativa, y esto en lugar de beneficiar alteraría a la planta.

Para saber cuál es la mejor dosis, la de 100 ppm fue la que nos reportó una media más alta con respecto al testigo y a las demás dosis, por ejemplo, hay una diferencia de un 12.68 % al comparar la media con el valor más alto y la media con el valor más bajo. Al tener una mayor área foliar tendremos una mayor área fotosintética que proporcionara a la planta los nutrientes necesarios para su óptimo crecimiento.



**Figura 4.24** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable área foliar (cm)

La no respuesta estadística significativa para la variable área foliar total nos sugiere que no hay una respuesta estadística significativa, al utilizar la P-Ca, sin embargo al comparar los tratamientos y al analizarlos con variables como el número de hojas, nos indica que es probable que si afecta el uso del achaparrador en el área foliar total, debido a que en la variable número de hojas nos reportó que con el uso de P-Ca favorecía que las hojas quedaran mayor tiempo adheridas a la planta, esto indicaba que al utilizar la P-Ca tendríamos un número mayor de hojas, esto comparándolo con el área foliar que presentó, nos hace suponer que si afectó al área foliar, porque si se tenía un número mayor de hojas se supone que tendría un número mayor en lo que respecta al área foliar total.

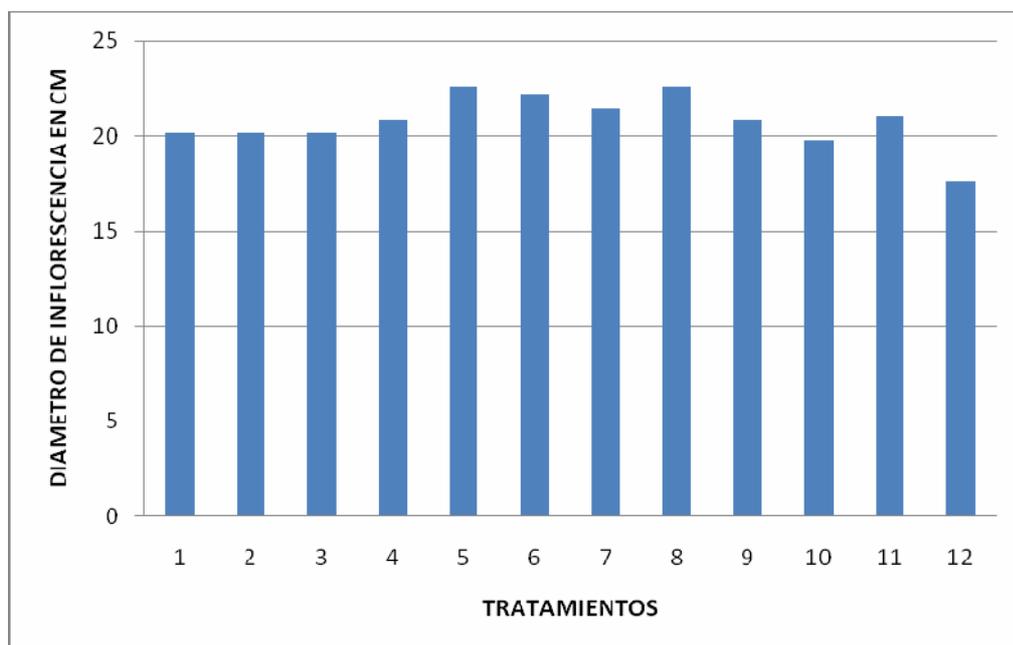
### **DIÁMETRO DE LA INFLORESCENCIA (DI)**

El diámetro de flores está relacionado con la calidad de la inflorescencia entre más grande sea la inflorescencia mayor será la calidad y una planta con mayor calidad tiene mayor aceptación en el mercado.

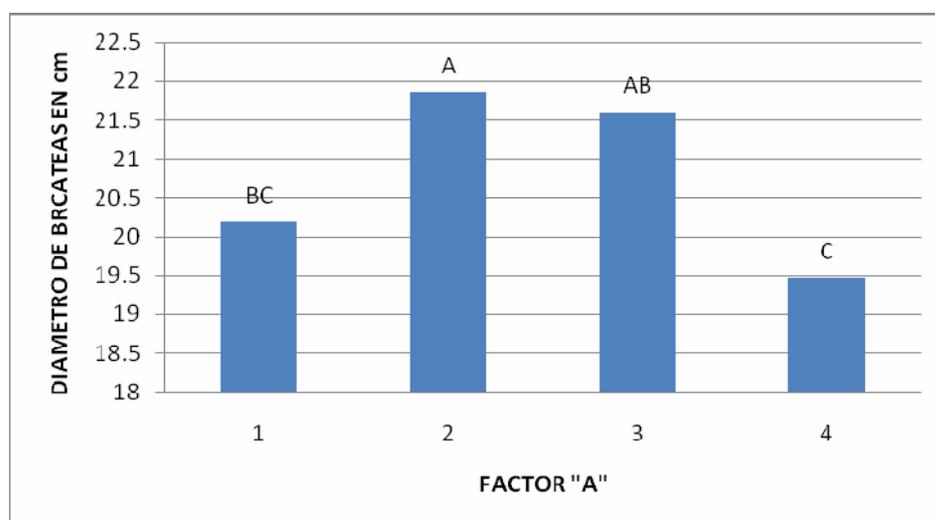
Al analizar los datos no se encontró una diferencia estadística significativa para el factor número de aplicaciones, ni para el factor dosis, lo que sugiere que el uso de P-Ca no altera significativamente el diámetro de la inflorescencia.

El testigo reportó una media de 20.2 cm para la variable de diámetro de la inflorescencia, la dosis de 100 ppm reportó una media de 21.86 cm, esto da un 8.21 % más que la media reportada por el testigo, la dosis de 200 ppm reportó una media de 21.6 cm, que es 6.93 % mayor que la media reportada por el testigo y un 1.18 % menor que la dosis de 100 ppm, la dosis de 400 ppm reportó una media de 19.46 cm, esto es 3.6 % menor que la media reportada por el testigo, y un 10.9 % menor que la media reportada por la dosis de 100 ppm, y un 9.9 % menor que la dosis de 200 ppm., en general el uso de P-Ca no interviene de una manera significativa sobre el diámetro de la inflorescencia y en consecuencia no la afecta de manera negativa.

En cuanto al diámetro de la inflorescencia, pensamos originalmente que iba a estar relacionada con el área foliar total, pero al analizar y comparar los datos reportados por estas dos variables concluimos que no están relacionadas de ningún tipo, debido a que no influye el área foliar total sobre el diámetro de la inflorescencia, como por ejemplo el tratamiento 7 que es una dosis de 200 ppm y con una sola aplicación fue la que reportó la menor área foliar total y esta tuvo un diámetro de la inflorescencia 2.98 % más que la media general, o el tratamiento 12 que es una dosis de 400 ppm y con tres aplicaciones de aplicación, este tratamiento reportó una media para área foliar total de 138.36 cm<sup>2</sup> que es un 7.06 % más que la media general y fue la que tuvo el menor diámetro de inflorescencia, es decir la cantidad de área foliar total no influye sobre el diámetro de la inflorescencia, esta está determinada por una respuesta fotoperiódica.



**Figura 4.25** Respuesta de las plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, para la variable diámetro de la inflorescencia (cm).



**Figura No.- 4.26** Respuesta da la nochebuena al uso de cuatro diferentes dosis de P-Ca como achaparrador para la variable diámetro de inflorescencia (cm).



**Figura 4.27 Aspecto de la respuesta en plantas de nochebuena cv. Petoy a la aplicación exógena de P-Ca como achaparrador, a diferentes dosis, para la Variable diámetro de inflorescencia (cm)**

La respuesta estadística para la variable diámetro de la inflorescencia nos indica que hubo un cierto grado de influencia sobre el diámetro de la inflorescencia al utilizar la P-Ca, esta diferencia comparando la media más alta que fue la de 100 ppm contra la media que fue la de 400 ppm, pero esta diferencia no afecta considerablemente la calidad de la planta de nochebuena con respecto a las medias obtenidas.

## **V.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS**

1. El efecto achaparrador de la P-Ca es efectivo en cultivar petoy de nochebuena e inefectivo cuando se hace un buen manejo de fotoperiodismo. Resulta trascendentalmente importante, para aquellos productores que no manejan de manera adecuada el fotoperiodismo en plantas de nochebuena.
2. La respuesta a la aplicación de P-Ca es rápida y su eficiencia es relativamente corta, debido a que se pierde el efecto días después de que fue aplicado.
3. La respuesta achaparradora de P-Ca se intensifica a medida que se incrementa la dosis del ingrediente activo, presentando un efecto negativo no significativo desde el punto de vista comercial, en el diámetro de los brotes.
4. El uso de p. de calcio, no afecto de manera significativa comercialmente el diámetro de la inflorescencia, a medida de que fue incrementada la concentración del producto.
5. La aplicación exógena de P. de calcio retrasa la maduración de las inflorescencias de nochebuena permitiendo un periodo más largo de plantas con valor decorativo y en consecuencia comercial.

6. La aplicación de P. de calcio, incrementa el número de las hojas en las plantas, debido a que éstas permanecen por más tiempo adheridas a los brotes, retrasando la senescencia de las hojas (amarillamiento y caída) pero no se incrementa el área foliar total.
7. El incremento en la dosis de P. de calcio, tiene como consecuencia un incremento en el número de brotes; consecuencia que es favorable, debido a que la planta presentará un mayor número de flores.
8. Es adecuado, realizar por lo menos tres aplicaciones, para lograr que el efecto de la P. de Ca, sea más notorio, y no se pierda después de transcurrido cierto tiempo.
9. Es efectivo, practico y seguro el uso de P. de calcio como achaparrador en nochebuena, sin afectar la calidad.

Con base a las anteriores conclusiones mencionadas, nos permitimos hacer las siguientes sugerencias. No las hacemos como recomendaciones ya que para esto se requiere de un mayor número de investigaciones.

- Asperjar P. de calcio a una dosis de 200 ppm de i.a., cuando los brotes presenten una longitud de 5 cm y cuidando hacer una cobertura adecuada del producto en las plantas.
- Hacer al menos tres aplicaciones de P. de Ca con un intervalo entre aplicaciones de al menos 10 días.

## REVISION DE LITERATURA

- Basak, A. and Rademacher W. 2000. Growth regulation of pome and stone fruit trees by use of Prohexadione-Ca. *Acta Horticulturae*. 514: 41-50.
- Bryers, R. and Yoder, K. 1999. Prohexadione-Calcium inhibits apple, but not peach, tree growth, but has little influence on apple fruit thinning or quality. *HortScience*. (34): 1205-1209.
- Bryers, R.E; Carbaugh, D and Combs, L. 2004. Prohexadione-calcium suppression apple tree shoot growth as affected by spray additives. *HortScience*. 39 (1):115-119
- Byer, R.E. and Yoder, K.S. 1999. Prohexadione calcium inhibits apple, but not peach, tree growth, but has little influence on apple fruit thinning or quality. *HortScience* 34: 1205-1209.
- Chistian Mauricio Kiessling-davison<sup>1</sup>, Jose Eduardo Magaña-magaña<sup>2,3</sup>, armando segovia-lerma<sup>2</sup>, arturo javier obando-rodriguez<sup>2</sup>, victor hugo villarreal-ramirez<sup>2</sup>, 2007 prohexadione de calcio como regulador de crecimiento en el manzano (*malus domestica borkh.*) "golden delicious", ciudad cuauhtémoc, chihuahua, México
- Costa, G., Sabatini, E., Spinelli, F., Andreotti, C., Bombe, C. and Vizzotto, G. 2004. Two years of application of Prohexadione-Ca on apple: Effect on vegetative and cropping performance, fruit quality, return bloom and residual effect. *Acta Horticulturae*. 653: 35-40.
- Cultivo en invernadero, A Alpi. F. Tognoni .3° EDICION, ED. MUNDI-PRENSA 1999.PP 345
- Elfing, DC., Lang, GA. and Visser, BB. 2003. Prohexadione-Ca and ethephon reduce shoot growth and increase flowering in young, vigorous sweet cherry trees. *HortScience*. 38: 293-298.
- Elfving, D. 2001. Reguladores de crecimiento. IV Simposio Internacional de Cerezo. Pacific Northwest U.S.A.
- Evans, J.R; Evans, R.R; Regusci, C.L and Rademacher, W. 1999. Mode of Action, Metabolism, and Uptake of BAS 125W Prohexadione Calcium. *HortScience* 34 (7): 1200-1201
- Griggs, DH., Hedden, P., Temple-Smith, KE., Rademacher, W. 1991. Inhibition of gibberellins 2 $\beta$ -hydroxylases by acyclohexanedione derivatives. *Phytochemistry*. 30: 2513-2517.
- Guak, S., Beulah, M. and Lonney, N. 2001. Controlling growth of sweetcherries with Prohexadione Calcio and effect on cropping and fruit quality. *Cherry Symposium*. Washington- U.S.A..
- Guak, S., Neilsen, D., Looney, N. 2001. Growth, allocation of N and carbohydrates, and stomatal conductance of greenhouse grown apple

treated with prohexadione-Ca and gibberellins. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 76 (6): 746-752.

Harold, F.M. 1986. *The vital force: A study of bioenergetics*. W.H. Freeman and Co.

Introducción a la floricultura, Roy A Larson , AGT EDITOR, S.A. tercera reimpresión agosto de 2004 MEXICO, 543 PP.

Medjdoub, R., VA L, J., and Blanco, A. 2004. Prohexadione-Ca inhibits vegetative growth of 'Smooth Golden Delicious' apple tree. *Scientia Horticulturae*. 101: 243-253

Producción de flores y plantas ornamentales 2ª EDICION HENRI VIDALIE , 1992 MADRID ESPAÑA, ED. MUNDI PRENSA , PP 310.

Rademacher, W. 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and Other metabolic pathways. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51: 501

Ramírez H.: Peralta Manjarrez R.M : Benavides Mendoza a.: Sánchez López a.: Robledo torres v.: Hernández Dávila j.: efectos de prohexadiona de calcio en tomate y su relación con la variación de la concentración de giberelinas y citicininas, 2005, revista chapingo, serie horticultura, junio/diciembre vol. 11, No 002, 283-290

Ramirez, H.; Hoad, G. V.; Benavides, A.; Rangel, E. 2001. Gibberellins in apple seeds and the transport of [<sup>3</sup>H]-GA<sub>4</sub>. *Revista de la Sociedad Química de México*. 45(2):47-50.

Retamales, J. 2001. Prohexadione Calcio, Gibberellin biosynthesis inhibitor can effectively reduce vegetative growth in Bing sweet cherry trees. *Cherry*

Sugar, D., Elfving, D and Mielke, E. 2002. Effects of Prohexadione-Calcium (Apogee<sup>tm</sup>) on Blossoming, Production and Fruit Quality in Pear. *Acta Horticulturae*. 596: 757-760.

Unrath, CR. 1999. Prohexadione-Ca: a promising chemical for controlling vegetative growth of apple. *HortScience* 34, 1197-2000.

Zeneca agroquímicos, S.A.. 1993 *Cultar*: regulador de crecimiento, para controlar y obtener un desarrollo óptimo de la vegetación. Santiago. 27p.

# APENDICE

## APENDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza para la variable longitud de brote.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	7.590820	2.530273	0.6660	0.581	NS
Factor B	2	11.469727	5.734863	1.5095	0.230	NS
Interacción	6	12.760742	2.126790	0.5598	0.762	NS
Error	48	182.364258	3.799255			
Total	59	214.185547				
C.V.	16.05%					

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, NS= No significativo.

Cuadro A2. Análisis de varianza para la variable diámetro de brote.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	0.067302	0.022434	7.8472	0.000	**
Factor B	2	0.005036	0.002518	0.8808	0.576	NS
Interacción	6	0.005295	0.000882	0.3087	0.929	NS
Error	48	0.137225	0.002859			
Total	59	0.214858				
C.V.	11.64%					

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \*\* Altamente significativo, NS= No significativo.

Cuadro A3. Comparación de medias para el factor dosis de la variable diámetro de brote.

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	0.5170	A
3	0.4470	B
2	0.4387	B
4	0.4352	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A4. Análisis de varianza para la variable numero de brotes.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	3	9.200073	3.066691	2.8092	0.048 *
Factor B	2	0.133423	0.066711	0.0611	0.941 NS
Interacción	6	1.599976	0.266663	0.2443	0.958 NS
Error	48	52.399902	1.091665		
Total	59	63.333374			

C.V. 22.39%

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \* Significativo NS= No significativo.

Cuadro A5. Comparación de medias del factor dosis para la variable numero de brotes.

TRATAMIENTO	MEDIA	
3	5.0000	A
2	4.8667	A
4	4.8000	A
1	4.0000	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A6. Análisis de varianza para la variable Longitud de bráctea principal.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	14.624023	4.874674	4.0575	0.012	*
Factor B	2	7.606934	3.803467	3.1659	0.050	NS
Interacción	6	6.810547	1.135091	0.9448	0.527	NS
Error	48	57.666992	1.201396			
Total	59	86.708496				
C.V.	12.02%					

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \* Significativo NS= No significativo.

Cuadro A7. Comparación de medias para el factor dosis (A) de la variable longitud de bráctea principal.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	
3	9.8000	A
2	9.3700	A B
1	8.6960	B
4	8.6000	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A8.- Comparación de medias para el factor frecuencia (B) de la variable longitud de bráctea principal.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	
2	9.6180	A
3	8.9055	B
1	8.8260	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A9. Análisis de varianza para la variable diámetro de bráctea principal.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	12.960938	4.320313	6.4284	0.001	**
Factor B	2	2.883789	1.441895	2.1455	0.126	NS
Interacción	6	6.546631	1.091105	1.6235	0.161	NS
Error	48	32.259277	0.672068			
Total	59	54.650635				
C.V.	13.13%					

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \* \* Altamente significativo NS= No significativo.

Cuadro A10. Comparación de medias para el factor dosis (A) de la variable diámetro de bráctea principal.

TRATAMIENTO	MEDIA	
3	7.0280	A
4	6.1280	B
2	5.9773	B
1	5.8380	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A11. Análisis de varianza para la variable numero de brácteas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	36.333008	12.111003	2.0498	0.118	NS
Factor B	2	21.233398	10.616699	1.7969	0.175	NS
Interacción	6	65.166992	10.861165	1.8383	0.111	NS
Error	48	283.599609	5.908325			
Total	59	406.333008				
C.V.	17.57%					

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, NS= No significativo.

Cuadro A12. Análisis de varianza para la variable numero de flores cerradas por Ciatia.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Factor A	3	27.516602	9.172200	2.9588	0.041 *
Factor B	2	11.033447	5.516724	1.7796	0.178 NS
Interacción	6	33.633301	5.605550	1.8082	0.117 NS
Error	48	148.800049	3.100001		
Total	59	220.983398			
C.V.	25.83%				

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \* Significativo NS= No significativo.

Cuadro A13. Comparación de medias para el factor dosis (A) de la variable numero de flores cerradas por Ciatia

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	
3	7.7333	A
2	7.2000	A B
1	6.2000	B
4	6.1333	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A14. Análisis de varianza para la variable numero de flores por ciatia.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Factor A	3	38.716797	12.905599	2.3149	0.086 NS
Factor B	2	15.699707	7.849854	1.4080	0.254 NS
Interacción	6	27.633301	4.605550	0.8261	0.557 NS
Error	48	267.600098	5.575002		
Total	59	349.649902			

---

C.V. 26.68%

---

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, NS= No significativo.

Cuadro A15. Análisis de varianza para la variable numero de flores abiertas por ciatia.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	17.466675	5.822225	3.9251	0.014	*
Factor B	2	0.933350	0.466675	0.3146	0.736	NS
Interacción	6	8.133331	1.355555	0.9139	0.506	NS
Error	48	71.199982	1.483333			
Total	59	97.733337				

---

C.V. 58.93%

---

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \* Significativo NS= No significativo.

Cuadro A16. Comparación de medias para el factor dosis (A) de la variable número de flores abiertas por ciatia.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	
1	2.8000	A
2	2.3333	A B
3	1.7333	B C
4	1.4000	C

---

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A17. Análisis de varianza para la variable numero de hojas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	4.524719	1.508240	3.4349	0.024	*
Factor B	2	2.373901	1.186951	2.7032	0.075	NS
Interacción	6	6.364197	1.060699	2.4156	0.040	*
Error	48	21.076599	0.439096			

---

Total	59	34.339417
C.V.	17.11%	

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \* Significativo NS= No significativo.

Cuadro A18. Comparación de medias para el factor dosis (A) de la variable número de hojas.

TRATAMIENTO	MEDIA	
4	4.3107	A
2	3.8827	AB
1	3.7240	B
3	3.5767	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A19. Comparación de medias para el factor B (frecuencias) dentro del nivel 1 del factor A (dosis).

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	3.7240	A
2	3.7240	A
3	3.7240	A

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A20. Comparación de medias para el factor B (frecuencias) dentro del nivel 2 del factor A (dosis).

TRATAMIENTO	MEDIA	
2	4.0420	A
3	3.8100	A
1	3.7960	A

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A21. Comparación de medias para el factor B (frecuencias) dentro del nivel 3 del factor A (dosis).

TRATAMIENTO	MEDIA	
3	3.7860	A
1	3.7200	A
2	3.2240	A

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A22. Comparación de medias para el factor B (frecuencias) dentro del nivel 4 del factor A (dosis).

TRATAMIENTO	MEDIA	
3	5.2980	A
2	3.9880	B
1	3.6460	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A23. Comparación de medias para el factor A (dosis) dentro del nivel 1 del factor B (frecuencias).

TRATAMIENTO	MEDIA	
2	3.7960	A
1	3.7240	A
3	3.7200	A
4	3.6460	A

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A24. Comparación de medias para el factor A (dosis) dentro del nivel 2 del factor B (frecuencias).

TRATAMIENTO	MEDIA	
2	4.0420	A
4	3.9880	A
1	3.7240	A
3	3.2240	A

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A25. Comparación de medias para el factor A (dosis) dentro del nivel 3 del factor B (frecuencias).

TRATAMIENTO	MEDIA	
4	5.2980	A
2	3.8100	B
3	3.7860	B
1	3.7240	B

Significancia =0.05

Cuadro A26. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	3	6.980469	2.326823	3.1736	0.032 *
Factor B	2	3.188965	1.594482	2.1747	0.123 NS
Interacción	6	4.055938	0.680990	0.9288	0.516 NS
Error	48	35.192871	0.733185		
Total	59	49.448242			
C.V.		10.86%			

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \* Significativo NS= No significativo.

Cuadro A27. Comparación de medias del factor A (dosis) de la variable longitud de hoja.

TRATAMIENTO	MEDIA	
2	8.3473	A
3	7.9887	AB
1	7.7840	AB
4	7.4047	B

Nivel de significancia =0.05

Cuadro A28. Análisis de varianza para la variable Ancho de hoja.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	7.413086	2.471029	2.5009	0.069	NS
Factor B	2	3.185059	1.592529	1.6118	0.209	NS
Interacción	6	3.224365	0.537394	0.5439	0.774	NS
Error	48	47.427246	0.988068			
Total	59	61.249756				
C.V.	16.47%					

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, NS= No significativo.

Cuadro A29. Análisis de varianza para la variable área foliar.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	401.343750	133.781250	2.0076	0.124	NS
Factor B	2	318.835938	159.417969	2.3923	0.100	NS
Interacción	6	270.882813	45.147137	0.6775	0.670	NS
Error	48	3198.578125	66.637047			
Total	59	4189.640625				
C.V.	24.12%					

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, NS= No significativo.

Cuadro A30. Análisis de varianza para la variable área foliar total.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	
Factor A	3	2646.562500	882.187500	0.7645	0.522	NS
Factor B	2	1962.000000	981.000000	0.8501	0.563	NS
Interacción	6	3164.437500	527.406250	0.4570	0.837	NS
Error	48	55390.000000	1153.958374			
Total	59	63163.000000				
C.V.	26.29%					

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, NS= No significativo.

Cuadro A31. Análisis de varianza para la variable diámetro de inflorescencia.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Factor A	3	58.718750	19.572916	3.8129	0.016 *
Factor B	2	21.234375	10.617188	2.0683	0.136 NS
Interacción	6	25.830078	4.305013	0.8386	0.547 NS
Error	48	246.400391	5.133341		
Total	59	352.183594			
C.V.	10.90%				

FV= Fuentes de variable, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM.= Cuadrados medios, F= Calculada, \* Significativo NS= No significativo.

Cuadro A32. Comparación de medias para el factor A (dosis) de la variable diámetro de inflorescencia.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	
2	21.8667	A
3	21.6000	AB
1	20.2000	BC
4	19.4667	C

Nivel de significancia =0.05



Cuadro A33. Medias de los tratamientos para todas las variables

Tratamientos	LB	DB	NB	LBrP	DBrP	NBr	NFCt	NFA	NFC	NH	LH	AH	AF	AFT	DI
T1	12.05	0.52	4.00	8.70	5.84	13.80	9.00	2.80	6.20	3.73	7.79	6.58	35.95	132.03	20.20
T2	12.05	0.52	4.00	8.70	5.84	13.80	9.00	2.80	6.20	3.73	7.79	6.58	35.95	132.03	20.20
T3	12.05	0.52	4.00	8.70	5.84	13.80	9.00	2.80	6.20	3.73	7.79	6.58	35.95	132.03	20.20
T4	12.79	0.46	5.20	8.79	5.69	13.60	9.20	2.80	6.40	3.80	8.41	6.09	35.92	136.10	20.80
T5	13.29	0.45	4.60	9.71	5.11	17.00	11.20	2.60	8.60	4.04	8.29	6.10	36.51	145.62	22.60
T6	12.14	0.41	4.80	9.62	6.08	14.20	8.20	1.60	6.60	3.81	8.34	5.95	34.66	133.72	22.20
T7	13.20	0.46	4.80	9.28	6.57	14.00	9.00	1.40	7.60	3.72	7.82	5.54	31.19	117.29	21.40
T8	12.46	0.43	5.20	10.64	7.59	13.20	9.80	2.40	7.40	3.22	8.74	6.73	41.64	132.13	22.60
T9	10.41	0.45	5.00	9.48	6.93	14.40	9.60	1.40	8.20	3.79	7.41	5.52	29.88	113.36	20.80
T10	12.08	0.45	4.80	8.55	6.58	13.60	8.40	1.40	7.00	3.65	7.09	5.51	28.02	103.21	19.80
T11	11.73	0.44	4.60	9.43	6.57	14.40	8.20	1.00	7.20	3.99	7.99	6.03	34.12	134.86	21.00
T12	11.50	0.42	5.00	7.83	5.23	10.20	6.00	1.80	4.20	5.31	7.14	5.27	26.42	138.36	17.60