



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

---

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**EFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN  
CALIDAD Y POSCOSECHA DE NOCHEBUENA (*Euphorbia  
pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch)**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**

**PRESENTA:**

**I.H. EMILIANO CLEOFAS MARQUINA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**Dr. Irán Alia Tejacal**



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

**Cuernavaca, Morelos, febrero 2026**

**EFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN, CALIDAD Y POSCOSECHA DE  
NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch)**

Tesis realizada por Emiliano Cleofas Marquina bajo la dirección del Comité Revisor  
indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de  
la:

Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural

---

Director: Dr. Iran Alia Tejacal

---

Revisor: Dra. Gloria Alicia Pérez Arias

---

Revisor: Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar

---

Revisor: Dr. Porfirio Juárez López

---

Revisor: Dr. Víctor López Martínez

## *Agradecimientos*

*A la beca otorgada (1311118) por CONAHCYT para la realización de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural en la Universidad Autónoma Del Estado de Morelos incluida en el Padrón Nacional de Posgrado.*

*A ti, que no fuiste una distracción en el camino, sino parte de él, que fuiste refugio del cansancio, el estrés y alegría de la vida, fuiste y serás mi compañera, mi mejor amiga y el amor de mi vida, no sé hasta donde, pero sé que no quiero llegar si es demasiado pronto, te amo D. Michelle R, R,*

*A mi madre, que estuvo antes de que yo supiera a donde llegar, que con tu silencio expresabas más de mil amores, fuiste una guía y apoyo incondicional, de esos que no existen, esto también es tuyo, porque también está hecho al mirarte. Gracias por sostenerme cuando ni siquiera lo note, te amo Elizabeth M. D.*

*A mis abuelos V. Arturo M. A. y A. Juana D. B. que no me guiaron en el camino con palabras, si no con hechos, quienes fueron pilares en todos los sentidos para guiarme y culminar esto, quienes a pesar de las dudas me apoyan y creen en mi ideal. Gracias por sostener sin exigir, mi amor hacia ustedes es enorme.*

*A mis hermanos, quienes me enseñan a compartir, a pelear, a reír, a querer, quienes han forjado parte de lo que soy, quienes me han visto en lo mejor y en lo peor, quienes se enorgullecen de cada logro que obtenemos y que son motor para todos los días, los amo incondicionalmente J. Eduardo M. D., U. Santiago R, M., R, Isabella R, M.*

*A mi padrastro, que siempre esta, cuyo apoyo nunca faltó. Gracias por estar sin imponer, por ayudar sin hacer ruido, gracias por ese respaldo silencioso, que en los momentos importantes siempre fue certeza, gracias por estar A. Ulises R, A.*

*A mi director de tesis y amigo, Dr. Iran A. T. gracias por las conversaciones que incluso fueron más allá de lo académico, por la confianza constante y el acompañamiento sincero a lo largo de este proceso.*

*A mi amiga H. Valeria V. R, por el apoyo constante y la disposición sincera, a Samuel C. L. mi amigo y compañero incluso en las diferencias, por estar incluso cuando no fue sencillo, a Héctor C. G. por su apoyo incondicional y su siempre tan puntual ayuda, gracias, amigos por su apoyo en este proceso.*

*A mis asesores, Dres. G. Alicia P. A., Víctor L. M., Porfirio J. L., L. Alonso V. A.*

*A mis amigos, Arantxa, Mauricio, y a todos aquellos que estuvieron en el proceso, por su compañía y comprensión.*

## **Dedicatoria**

*A mi madre Elizabeth M.D. Por ser mi fiel amiga acompañante y consejera, por su invaluable amor, cariño y comprensión.*

*A mi mejor amiga y pareja Daniela M. R. R. por estar en las buenas y en las malas además de ser mi compañera incondicional.*

*A mis abuelos Antelma J. Demesa B., V. Arturo Marquina A. Por haberme ayudado en todo momento brindándome su confianza y apoyo incondicional.*

*A mis hermanos Eduardo, Santiago y Renata y mi padrastro Aldo. Que siempre estuvieron ahí cuando yo lo necesite.*

*A mi director y amigo Dr. Irán Alía Tejacal por su gran apoyo y motivación para la elaboración de esta tesis.*

*A mis amigos, Hannya, Samuel (Mayito), Héctor, Arantxa y Mauricio por siempre estar ahí.*

*A los Doctores. Dra. Gloria Alicia Pérez Arias, Dr. Víctor López Martínez, Dr. Porfirio Juárez López, Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar.*

*A Dios. Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad.*

## ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	4
3. HIPÓTESIS	4
4. MATERIALES Y MÉTODOS	4
4.1 Localización del experimento	4
4.2 Material Vegetal	4
4.3 Organización Experimental	5
4.4 Manejo agronómico	6
4.5 Diseño experimental	7
4.6 Variables evaluadas	7
4.6.1 Desarrollo del cultivo y calidad de venta	7
4.6.2 Fase poscosecha	8
4.7 Análisis de datos	9
5. RESULTADOS	10
5.1 'Prestige red' 2023	
5.1.1 Condiciones ambientales	10
5.1.2 Altura, área foliar y de bráctea y número de brotes	11

5.1.3	Peso fresco	13
5.1.4	Peso seco	15
5.1.5	Parámetros de color (L*, C* y h), SPAD y firmeza	16
5.1.6	Aparición de bráctea de transición y cuantificación de antocianinas.	18
5.1.7	Evaluación poscosecha	20
5.1.7.1	Apariencia y SPAD	20
5.1.7.2	Parámetros de color (L*, C* y h)	21
5.2	‘Primero red’ 2023	22
5.2.1	Condiciones ambientales	22
5.2.2	Altura, área foliar y de bráctea y número de brotes	24
5.2.3	Peso fresco	26
5.2.4	Peso seco	27
5.2.5	Parámetros de color (L*, C* y h), SPAD y firmeza	28
5.2.6	Aparición de bráctea de transición y cuantificación de antocianinas.	29
5.2.7	Evaluación poscosecha	31
5.2.7.1	Apariencia y SPAD	31
5.2.7.2	Parámetros de color (L*, C* y h)	32
5.3	‘Prestige red’ 2024	33
5.3.1	Condiciones ambientales	33
5.3.2	Altura, área foliar y de bráctea y número de brotes	35
5.3.3	Peso fresco	37
5.3.4	Peso seco	38

5.3.5	Parámetros de color ( $L^*$ , $C^*$ y $h$ ), SPAD y firmeza	39
5.3.6	Aparición de bráctea de transición y cuantificación de antocianinas.	40
5.3.7	Evaluación poscosecha	41
5.3.7.1	Apariencia y SPAD	41
5.3.7.2	Parámetros de color ( $L^*$ , $C^*$ y $h$ )	43
6.	CONCLUSIONES	44
7.	LITERATURA CITADA	45

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Organización de tratamientos evaluados año 2023.	10
Cuadro 2. Organización de tratamientos evaluados año 2024.	
Cuadro 3. Dimensiones de las plantas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación. 2023	13
Cuadro 4. Peso fresco de órganos de la planta de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.	14
Cuadro 5. Características morfológicas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en dosis durante a inducción y floración.	15
Cuadro 6. Características morfológicas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en dosis durante a inducción y floración.	17
Cuadro 7. Tiempo promedio de aparición de brácteas de transición en nochebuena ‘Prestige Red’ 2023 con aplicación de PBZ en dosis y fechas distintas.	18
Cuadro 8. Cuantificación de antocianinas en brácteas de transición nochebuena ‘Prestige red’ 2023 con aplicación de PBZ en dosis y fechas distintas.	19
Cuadro 9. Evaluación del comportamiento poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.	20
Cuadro 10. Evaluación de parámetros de color en poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.	21
Cuadro 11. Dimensiones de plantas de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.	25
Cuadro 12. Peso fresco de los diferentes órganos de la planta de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.	26
Cuadro 13. Peso seco de los diferentes órganos de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.	27

Cuadro 14. Componentes del color en brácteas y firmeza del tallo en ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.	28
Cuadro 15. Tiempo promedio de aparición de brácteas de transición en nochebuena ‘Primero Red’ con aplicación de PBZ en dosis y fechas distintas.	29
Cuadro 16. Contenido de antocianinas totales en brácteas de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas.	30
Cuadro 17. Evaluación del comportamiento poscosecha de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.	31
Cuadro 18. Evaluación del comportamiento poscosecha de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.	33
Cuadro 19. Dimensiones de la planta de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en diferentes dosis y fechas de aplicación.	36
Cuadro 20. Características morfológicas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en dosis durante a inducción y floración.	37
Cuadro 21. Peso seco de los diferentes órganos de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en dosis y fechas de aplicación diferentes.	38
Cuadro 22. Características morfológicas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en dosis durante a inducción y floración.	39
Cuadro 23. Tiempo promedio de aparición de brácteas de transición en nochebuena ‘Prestige Red’ 2024 con aplicación de PBZ en dosis y fechas distintas.	40
Cuadro 24. Cuantificación de antocianinas en brácteas de transición nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en dosis y fechas distintas.	41
Cuadro 25. Evaluación del comportamiento poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.	42
Cuadro 26. Evaluación de parámetros de color en poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura promedio durante el ciclo de producción 2023 de nochebuena ‘Prestige Red’.	10
Figura 2. Humedad relativa promedio durante el ciclo de producción 2023 de nochebuena ‘Prestige Red’.	11
Figura 3. Temperatura promedio durante el ciclo de producción 2023 de nochebuena ‘Primero Red’.	23
Figura 4. Humedad relativa promedio durante el ciclo de producción 2023 de nochebuena ‘Primero Red’.	24
Figura 5. Temperatura promedio durante el ciclo de producción 2024 de nochebuena ‘Prestige Red’.	34
Figura 6. Humedad relativa promedio durante el ciclo de producción 2024 de nochebuena ‘Prestige Red’.	35

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de diferentes dosis (0, 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup>) y fechas de aplicación (12 y 26 de septiembre, y 10 de octubre de 2023) de paclobutrazol (PBZ) sobre el crecimiento, desarrollo, pigmentación, biomasa, contenido de antocianinas y comportamiento poscosecha de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) de las variedades 'Prestige Red' y 'Primero Red', cultivadas durante el ciclo productivo 2023 y 2024 bajo condiciones de invernadero en Cuernavaca, Morelos, México. Durante el ciclo de cultivo, las condiciones ambientales presentaron temperaturas promedio entre 16 y 23 °C y una humedad relativa elevada (>80 %), con fluctuaciones marcadas durante octubre. Estas condiciones influyeron directamente en el crecimiento vegetativo y en la respuesta de las plantas al regulador de crecimiento. En ambas variedades, el incremento en la dosis de PBZ redujo significativamente la altura de planta y el área foliar, confirmando el efecto inhibitorio del PBZ sobre la elongación celular asociado a la reducción en la biosíntesis de giberelinas. La fecha de aplicación tuvo un efecto determinante en la magnitud de la respuesta al PBZ. Las aplicaciones realizadas antes del inicio de los días cortos generaron plantas más compactas, con menor altura y mayor firmeza del tallo. Asimismo, se observó que la fecha de aplicación influyó significativamente en la acumulación de antocianinas, registrándose mayores concentraciones cuando el PBZ se aplicó previo a la inducción floral para 'Prestige red' 2023, aunque este efecto no estuvo presente en la variedad 'Primero red' y 'Prestige red' 2024. En conjunto, los resultados de los dos años de evaluación indican que el paclobutrazol es una herramienta eficaz para el control del tamaño y arquitectura de la nochebuena, siendo la fecha y la dosis de aplicación un factor importante para modular la respuesta fisiológica, así como determinante en la aceleración o retraso en la pigmentación y floración de la planta y mantener la calidad poscosecha.

**PALABRAS CLAVE:** nochebuena, paclobutrazol, dosis, fechas, pigmentación, regulador de crecimiento, antocianinas, calidad poscosecha.

## ABSTRACT

This study examined how paclobutrazol (PBZ) doses (0, 2, 4, and 6 mg L<sup>-1</sup>) and application timing (12 and 26 September, and 10 October 2023) influenced growth, development, bract pigmentation, biomass accumulation, anthocyanin content, and postharvest performance of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) cultivars ‘Prestige Red’ and ‘Primero Red’. Plants were grown under greenhouse conditions in Cuernavaca, Morelos, Mexico, during the 2023 and 2024 production cycles. Across both seasons, environmental conditions were characterized by mean temperatures between 16 and 23 °C and consistently high relative humidity (>80%), with notable fluctuations during October. These conditions strongly affected vegetative growth and plant responsiveness to PBZ. In both cultivars, increasing PBZ doses led to a clear and consistent reduction in plant height and leaf area, reflecting the well-known inhibitory effect of PBZ on cell elongation through reduced gibberellin biosynthesis. Application timing played a more decisive role than dose in determining the magnitude of the PBZ response. When PBZ was applied before the onset of short-day conditions, plants were more compact, with reduced height and improved stem firmness. Anthocyanin accumulation increased when PBZ was applied prior to floral induction in ‘Prestige Red’ during the 2023 cycle; however, this response was not observed in ‘Primero Red’ or in ‘Prestige Red’ during the 2024 cycle. Overall, results from both years indicate that PBZ is an effective tool for managing poinsettia plant size and architecture. Both application timing and dose are key factors for shaping physiological responses, influencing the timing of bract pigmentation and flowering, and maintaining postharvest quality.

**KEY WORDS:** poinsettia, paclobutrazol, doses, application timing, pigmentation, growth regulator, anthocyanins, postharvest quality.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch), también conocida como flor de pascua, es una de las plantas ornamentales más importantes a nivel nacional e internacional por ser representante de la época de fiestas decembrinas; en 2023, México produjo 26,179,741 plantas, de las cuales 6,997,662 plantas se cultivaron en Morelos, consolidándose como el segundo productor de nochebuena con 27 % de la producción a nivel nacional, esta producción tuvo un valor de 299, 389.96 millones de pesos (SIAP, 2025). Las plantas de nochebuena están disponibles en varios colores de brácteas y hojas, formas y tamaños de contenedor durante la Navidad (Posadas *et al.*, 2023). Durante el cultivo de nochebuena se utilizan reguladores de crecimiento principalmente para inhibir la elongación del tallo y reducir el tamaño de la planta (Blanchard y Runkle, 2008), ya que si no se realiza esta actividad las plantas crecen muy altas en el invernadero y puede ser difícil su manejo y transporte o ser poco comercializables (Niu *et al.*, 2002).

Los reguladores de crecimiento vegetal (RCV) son sustancias orgánicas producidas naturalmente por las plantas superiores, controlan el crecimiento u otras funciones fisiológicas en un sitio remoto diferente de su lugar de síntesis y es activo en bajas dosis; estas moléculas afectan el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos, además que pueden ser importantes para la protección contra el estrés (Desta y Amare, 2021). Los RCV son generalmente utilizados durante la etapa vegetativa de la producción de nochebuena para controlar la elongación del tallo y para mejorar la ramificación de la planta (Ecke *et al.*, 2004). Existen varias opciones para el control de la altura de la planta, mezclas de B-nine/Cycocel y Bonzi aplicadas en 'drench' o aspersiones de Bonzi o Piccolo pueden utilizarse para controlar el crecimiento vegetativo vigoroso; es necesario que se realicen pruebas para determinar las recomendaciones para cada zona de producción y el tiempo de aplicación de los RCV debe estar basado en el tiempo de desarrollo de los brotes laterales no en un calendario (Ecke *et al.*, 2004).

Otro RCV utilizado en la nochebuena es el paclobutrazol (PBZ), que pertenece a la familia de triazoles; esta molécula tiene la propiedad de regular el crecimiento, es un químico extremadamente activo y afecta a casi todas las especies de plantas, ya sea que se aplique

asperjado o en 'drench' (Desta y Amare, 2021). El PBZ presenta efecto a dosis muy bajas, utilizado principalmente para disminuir la altura de las plantas (Desta y Amare, 2021).

McDaniel (1986) reporta que la aplicación de PBZ controla la altura de las plantas de nochebuena a dosis de 0.5 mg por maceta cuando se aplica en drench y a dosis de 25 a 50 mg L<sup>-1</sup> cuando es aplicado en aspersión foliar. Bailey y Miller (1990) indican que el tamaño de la inflorescencia y el diámetro de la bráctea en nochebuena tienen una reducción no deseable, lo que resulta en un menor impacto visual y una menor calidad de la planta. McDaniel *et al.* (1990) mencionan que el PBZ afecta de manera negativa el desarrollo normal del floema, sin embargo, no se ha profundizado en el estudio de este efecto.

Cuando se aplica de manera foliar, los pecíolos y tallos absorben PBZ y se traslada a través del xilema a los puntos de crecimiento, cuando se aplica en riego se absorbe a través de las raíces y luego se traslada a través del xilema a los meristemas apicales. El riego con PBZ puede ser más efectivo que las aspersiones foliares, dependiendo de la especie de planta, el PBZ puede retrasar o promover la floración (Desta & Amare, 2021). McDaniel (1986) reportan que el incremento de la dosis de PBZ de 0, 0.125, 0.250, 0.250, 0.50 y 1 mg por maceta incrementa los días para alcanzar la antesis al aumentar las dosis.

Willfret y Bell (1998) evaluaron la aplicación de PBZ (Bonzi) en ocho variedades de nochebuena bajo las condiciones de Florida, Estados Unidos, indicando que en todas las variedades se redujo la altura, pero que la aplicación de las dosis de PBZ fueron diferentes en dependencia de su vigor, así, las variedades más cortas requirieron 0.7 mg L<sup>-1</sup>, las variedades de tamaño intermedio requirieron 1 mg L<sup>-1</sup> y las variedades de tamaño mayor fue necesario entre 1.3 y 1.7 mg L<sup>-1</sup>, sugiriendo que la dosis mínima requerida de PBZ para cada variedad de nochebuena debe determinarse considerando las condiciones ambientales.

Faust *et al.* (2001) indican que la aplicación de PBZ (1 mg L<sup>-1</sup>) en la segunda semana de octubre reduce la altura y el área foliar, pero cuando se aplica a finales de octubre o inicios de noviembre ayuda a reducir eficientemente el problema de crecimiento tardío en nochebuena 'Freedom red'. Niu *et al.* (2002) sugieren realizar aplicaciones de PBZ (Bonzi) en dosis mayores de 1-2 mg L<sup>-1</sup> inmediatamente después de los días cortos y hasta la aparición de la bráctea para favorecer la disminución de la altura de planta entre 30 y 40 % con respecto a las plantas testigo, aunque se tiene disminución del tamaño de la bráctea, sugiriendo realizar

la aplicación por subirrigación. En general se recomienda la aplicación de PBZ debe hacerse a dosis de entre 4 mg L<sup>-1</sup> y 10 mg L<sup>-1</sup> (SYNGENTA, 2019).

En Tepoztlán, Morelos, México las plantas de nochebuena comienzan a ser tapadas con plásticos negros a mediados de septiembre para inducir la pigmentación de la bráctea y posteriormente a partir del 10 de octubre se realiza aplicación de PBZ (Bonzi; 2.3 mg L<sup>-1</sup>) para detener el crecimiento de la nochebuena. En Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México, la aplicación del PBZ (Cultar) se realiza a inicios del mes de septiembre a una dosis de 4 mg L<sup>-1</sup> para detener el crecimiento y se ha observado que acelera la pigmentación de bráctea y floración y no se realiza el tapado o inducción de pigmentación. Actualmente no se tiene una recomendación derivada de algún experimento para las condiciones de manejo agronómico en Morelos.

Por otra parte, los productores de nochebuena deben considerar cual es el efecto de la aplicación de PBZ en la vida poscosecha de esta especie. Ahmad *et al.* (2015) mencionan que el PBZ aplicado en riego a dosis de 0, 1, 2 ó 4 mg de i.a. por maceta de 15.2 cm para girasol, produce plantas de menor altura y menor diámetro, muestran un tono verde más oscuro en el follaje y un aumento en su vida postcosecha comparado con las plantas testigo. La aplicación de PBZ no solo controla el crecimiento excesivo de las plantas, sino que también retrasa el marchitamiento y prolonga la longevidad poscosecha (Ahmad *et al.*, 2015). Sin embargo, el uso de PBZ genera paredes celulares más delgadas (McDaniel *et al.*, 1990), que pudiera afectar la calidad y vida poscosecha.

A nivel comercial y en la literatura científica se sugieren algunas dosis y fechas de aplicación de PBZ, sin embargo, en Morelos con la amplitud de condiciones climáticas en las zonas de producción, aun no se tiene determinada con certeza las fechas y dosis; además, tampoco se ha realizado una evaluación del efecto en la pigmentación, calidad y vida poscosecha después de aplicar el PBZ. Considerando lo anterior, en el presente trabajo se realizaron evaluaciones para determinar el efecto de PBZ sobre el crecimiento, floración y vida poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ y ‘Primero red’.

## **2. OBJETIVO**

Evaluar el efecto de dosis y distintas fechas de aplicación de PBZ en la calidad y vida poscosecha de dos variedades de nochebuena para proponerlo en un paquete tecnológico.

## **3. HIPÓTESIS**

La dosis óptima de PBZ estará en función de la variedad y fecha de su aplicación, afectando el tamaño y la velocidad de floración en plantas de nochebuena

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Localización del experimento**

El estudio se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (18° 58' 52.87'' N, 99° 13' 57.92'' O, 1867 msnm), la clasificación del clima indica que es un clima semicálido (A(C)). Los experimentos se desarrollaron bajo cubierta plástica tipo vertitunnel con ventilación cenital de un ancho de 8 m por 6.20 m de altura, cubierto por un plástico pigmentado blanco lechoso de calibre 720 y una capacidad de sombreo del 50 %.

### **4.2 Material Vegetal**

Los experimentos se realizaron en el año 2023 con dos variedades de nochebuena: 'Prestige Red' y 'Primero Red', mientras que en 2024 solamente con 'Prestige Red'. Se adquirieron esquejes de 25 días de enraizados de la empresa Floramundo®. Los esquejes se enraizaron en macetas de 6 pulgadas (15.2 cm) conteniendo una mezcla de sustrato de tierra de hoja/tezontle/fibra de coco/agrolita (60:15:15:10) como lo indica Vargas-Domínguez *et al.* (2020).

### 4.3 Organización experimental

El experimento se realizó en dos años consecutivos, 2023 y 2024, en cada año estos experimentos se dividieron en dos fases: la fase de invernadero y la fase de poscosecha. Se evaluaron dos variedades de nochebuena, con aplicación de PBZ Cultar® 25 SC (PBZ) en riego, en 4 diferentes dosis y 3 diferentes fechas.

Durante el primer año de evaluación se estudiaron dos variedades de nochebuena, ‘Primero Red’ y ‘Prestige Red’. El experimento incluyó la aplicación de cuatro dosis del regulador de crecimiento Cultar® 25SC (PBZ: 0, 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup>), aplicadas en tres fechas distintas: 12 de septiembre, 26 de septiembre y 10 de octubre de 2023. Esta combinación dio lugar a un total de 12 tratamientos por variedad (Cuadro 1). El diseño experimental fue uno completamente al azar con arreglo de tratamientos factorial, los efectos principales fueron la dosis de aplicación (cuatro niveles) y la fecha de aplicación del PBZ (tres niveles).

Cuadro 1. Organización de tratamientos evaluados (2023).

12 de septiembre 2023	26 septiembre 2023	10 de octubre 2023
0 mg L <sup>-1</sup>	0 mg L <sup>-1</sup>	0 mg L <sup>-1</sup>
2 mg L <sup>-1</sup>	2 mg L <sup>-1</sup>	2 mg L <sup>-1</sup>
4 mg L <sup>-1</sup>	4 mg L <sup>-1</sup>	4 mg L <sup>-1</sup>
6 mg L <sup>-1</sup>	6 mg L <sup>-1</sup>	6 mg L <sup>-1</sup>

En el segundo año del estudio, el experimento se realizó únicamente en la variedad ‘Prestige Red’. Se mantuvo el mismo diseño experimental en cuanto a la aplicación del regulador de crecimiento Cultar® 25SC (PBZ: 0, 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup>). Las aplicaciones se realizaron en riego el 1 y 20 de septiembre, y 10 de octubre de 2024. Esta combinación de dosis y fechas de aplicación generó un total de 12 tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Organización de tratamientos evaluados (2024).

12 de septiembre 2023	26 septiembre 2023	10 de octubre 2023
	0 mg L <sup>-1</sup>	
2 mg L <sup>-1</sup>	2 mg L <sup>-1</sup>	2 mg L <sup>-1</sup>
4 mg L <sup>-1</sup>	4 mg L <sup>-1</sup>	4 mg L <sup>-1</sup>
6 mg L <sup>-1</sup>	6 mg L <sup>-1</sup>	6 mg L <sup>-1</sup>

#### 4.4 Manejo agronómico

Se establecieron en macetas de 15.2 cm (6”) y se realizó una poda después de 20-25 días de establecidas, dejando seis hojas, posteriormente se regaron cada dos a tres días con nutrición o agua de la llave. La nutrición se realizó aplicando solución Steiner al 80% (Steiner, 1984) durante el desarrollo radicular (25 días a partir del establecimiento del cultivo, junio) y durante la etapa de pigmentación (finales de septiembre a mediados de noviembre). La fórmula Steiner al 120 % se aplicó durante la etapa de desarrollo vegetativo (mediados de junio a mediados de septiembre). Estas aplicaciones se realizaron cada tercer día. En la tercera etapa o de pigmentación se utilizaron productos foliares como Dolce® (mono-di-tri-polisacáridos: 2 mL L<sup>-1</sup>), Megafol® (nitrógeno, K<sub>2</sub>O, carbono: 2 mL L<sup>-1</sup>) y Peka® (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, microelementos: 2 mL L<sup>-1</sup>) para favorecer en el proceso de floración y pigmentación de bráctea. También se utilizó Ridomil gold® 480SL (metalaxil: 0.3 mL L<sup>-1</sup>) como preventivo. Al día siguiente de la poda se hizo la aplicación de Cystar® (benciladenina: 40 mg L<sup>-1</sup>) para promover la generación de brotes.

Durante el ciclo de cultivo se realizaron aplicaciones de fungicidas e insecticidas, para los casos de mayor importancia como mosca negra se utilizaron cintas amarillas y Vydate® (oxamil: 0.5 mL L<sup>-1</sup>); para araña roja Pyranica® (tebufenpyrad: 0.4 mL L<sup>-2</sup>) y Thor® (abamectina: 0.2 mL L<sup>-1</sup>). Para la prevención de hongos de mayor importancia dentro del manejo agronómico se utilizaron productos comerciales como Interguzan 30-30 (quintoseno + thiram: 1 mL L<sup>-1</sup>), Amistar® Gold (azoxystrobin + difeconazol: 0.5 mL L<sup>-1</sup>), Ridomil

Gold® Bravo (metalaxil + clorotalonil: 1 mL L<sup>-1</sup>) Previcur® (propamocarb + fosetil: 0.5 mL L<sup>-1</sup>), Mastercop® (sulfato de cobre pentahidratado: 0.75 mL L<sup>-1</sup>).

Se colocó un data logger (Hobo®, EUA) para cuantificar las temperaturas mínimas, máximas y promedio, además de las condiciones de humedad relativa

#### **4.5 Diseño experimental**

El diseño experimental fue uno completamente al azar con arreglo de tratamientos de tipo factorial 4x3. La unidad experimental fue una planta y se tuvieron 12 repeticiones. La combinación de los factores indicó que se tuvieron 12 tratamientos conformados por 12 plantas, en total se obtuvieron 288 plantas para 2023 y 120 plantas para 2024. Al final de la fase de invernadero del experimento se evaluaron seis plantas para destrucción y se colocaron seis para evaluar en la fase de poscosecha. En la fase poscosecha se mantuvo el diseño experimental de campo, aunque en condiciones de oficina, es decir se dejaban 12 h en oscuridad y 12 horas bajo condiciones de iluminación de una oficina (20  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ).

#### **4.6 Variables evaluadas**

##### **4.6.1 Desarrollo del cultivo y calidad de venta**

El ciclo de cultivo fue de 24 semanas aproximadamente (13 de junio en 2023 y 23 mayo en 2024 y 24 de noviembre en 2023 y 26 de noviembre de 2024), después de la aplicación o inicio de los días cortos (21-23 de septiembre) diariamente se evaluó el momento de aparición de la bráctea de transición y se contabilizaron los días que transcurren hasta que la planta estuvo totalmente pigmentada, en el segundo año también se evaluó diariamente el momento de emergencia de los ciatios.

Posteriormente se seleccionaron seis plantas para evaluar variables como altura, peso fresco y seco de hoja, bráctea, tallo y raíz, área de bráctea y hoja, número de brotes, color de bráctea, SPAD y cuantificación de antocianinas presentes en brácteas de transición. A continuación, se describen con mayor detalle las variables a evaluadas:

Al momento de determinar el punto de venta de la planta se evaluó la **altura** utilizando una regla y tomando como referencia la base de la planta hasta la última hoja de la nochebuena. La medición de **unidades SPAD** se realizó con ayuda de un medidor de clorofilas SPAD (Minolta®, Japón), se tomó como referencia el promedio de dos lecturas en 3 hojas maduras por planta.

Las plantas se seccionaron en sus estructuras y se evaluó el **peso fresco** de hoja, bráctea, flor, tallo y raíz utilizando una balanza digital (Ohaus®, EUA), estas estructuras fueron colocadas en una estufa de secado (Luzeren®, EUA) a 70 °C por cuatro días y posteriormente se determinó el **peso seco**.

Previamente antes de colocarlas en la estufa se determinó el **área foliar** y **área de bráctea** de toda la planta con ayuda de un medidor de área de foliar (LICOR®, 2300, Estados Unidos). Las hojas se introdujeron en el medidor de área foliar, separándose de las brácteas. Se cuantificó el **número de brotes** que generó la planta durante el ciclo de cultivo. El **color de bráctea** se determinó utilizando un espectrofotómetro manual (X-Rite®, Estados Unidos), obteniendo lecturas de luminosidad (L\*), cromaticidad (C\*) y matiz (h\*) (Vargas-Domínguez *et al.*, 2020). Se realizó tomando 3 brácteas de cada planta y se tomaron dos mediciones por bráctea.

La **firmeza del tallo** se cuantificó con ayuda de un texturometro (Chatillon®, Estados Unidos), se determinó colocando en un plato de acero un tallo de forma horizontal y en la parte media del tallo se obtuvo la fuerza necesaria para que un puntal de acero tipo cincel de 5 mm de diámetro penetre el tallo en 5 mm, las unidades fueron expresadas en N.

#### 4.6.2 Fase poscosecha

Las restantes 6 plantas de cada tratamiento fueron colocadas bajo una condición de oficina, con luz artificial durante el día y oscuridad por la noche. Cada 15 días se evaluó la **apariencia** con ayuda de una escala hedónica, en donde 5 representó una planta excelente y 1 para una planta senescente, se tomó en cuenta la abscisión de hojas. El **color de bráctea** utilizando un espectrofotómetro manual (X-Rite®, EUA) y obteniendo lecturas de luminosidad (L\*), cromaticidad (C\*) y matiz (h\*). Se realizó tomando 3 brácteas de cada

planta y se tomaron dos mediciones por bráctea. Las **unidades SPAD** se determinaron como se indicó anteriormente en las hojas maduras de las plantas.

#### **4.7 Análisis de datos**

Los datos se analizaron con ayuda el programa Sigma Plot V.14.0, se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de acuerdo con la prueba de Tukey con un 5 % de probabilidad.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 'Prestige red' 2023

#### 5.1.1 Condiciones ambientales

Durante el desarrollo del cultivo de nochebuena de la variedad 'Prestige red' en el ciclo 2023, la temperatura promedio entre finales del mes de agosto y mediados de octubre estuvo entre 19 y 23 °C, posteriormente, desde mediados de octubre a mediados de noviembre, las temperaturas promedio fueron entre 16 a 22 °C (Figura 1). La temperatura tiene un efecto directo en el crecimiento, desarrollo y morfología de las plantas (Blanchard y Runkle, 2011, Kristoffersen, 1969, Vaid y Runkle, 2013, Olberg y Lopez, 2016). La tasa de desarrollo está directamente relacionada con la temperatura media diaria (TMD) (Blanchard y Runkle, 2011, Vaid y Runkle, 2013). Ecke et al. (2004) mencionó que la temperatura óptima para el desarrollo de nochebuena se encuentra entre 23 a 26 °C; en este experimento la temperatura promedio se situó en 20.20 °C.

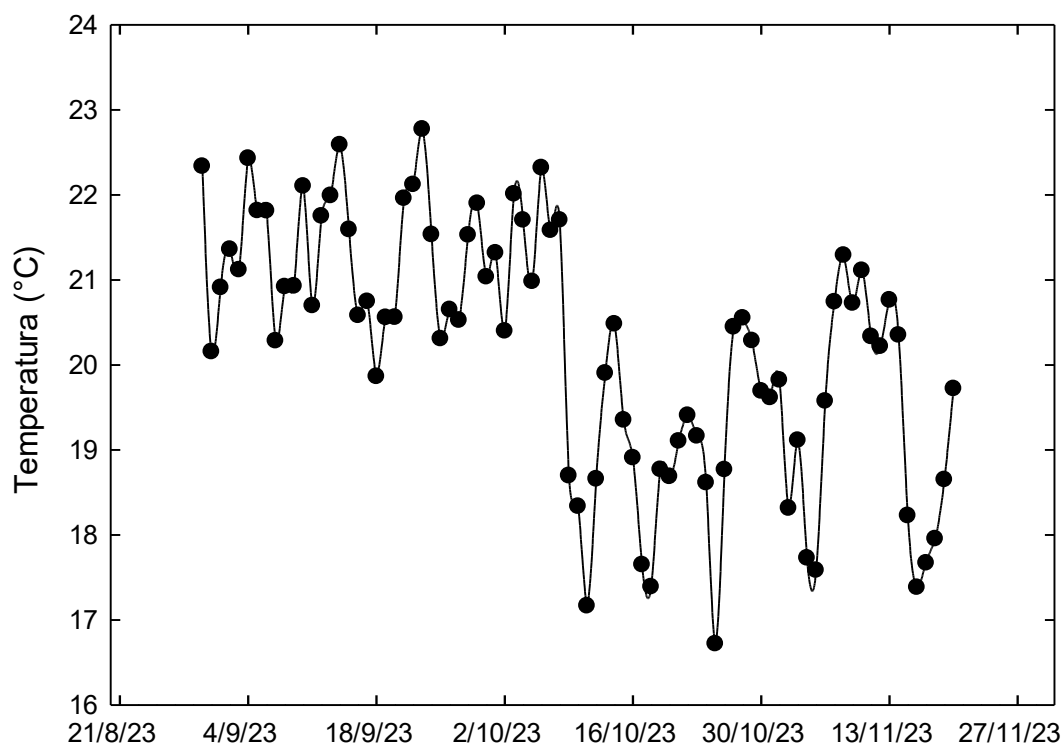


Figura 1. Temperatura promedio durante el ciclo de producción 2023 de nochebuena 'Prestige Red'.

Durante el ciclo de cultivo 2023 de la nochebuena ‘Prestige Red’, la humedad relativa (HR) se mantuvo en un promedio de 83.16% durante todo el experimento (Figura 2). Estos valores indican un ambiente con alta disponibilidad de vapor de agua.

Se detectaron variaciones de humedad a lo largo del mes de octubre. El registro mínimo ocurrió el 15 de octubre con un 73.30%, mientras que el punto máximo se alcanzó el día 25 de octubre, llegando al 97.21% (Figura 2). Este cambio representó un incremento de 23.91 puntos porcentuales en un periodo de diez días, siendo este el nivel de saturación hídrica más alto registrado durante todo el ciclo de cultivo.

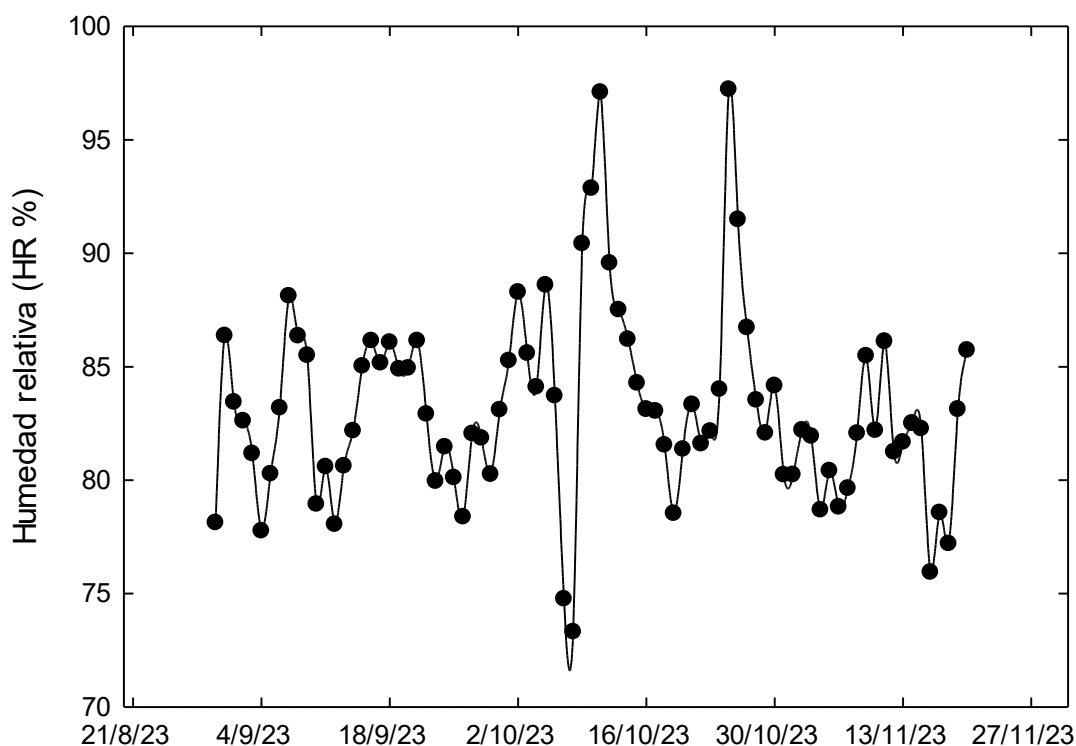


Figura 2. Humedad relativa promedio durante el ciclo de producción 2023 de nochebuena ‘Prestige Red’.

### 5.1.2 Altura, área foliar y de bráctea y número de brotes

El análisis de varianza no detectó interacción entre los factores dosis y fecha de aplicación del PBZ en la altura de planta, área foliar y número de brotes, a excepción de la variable área foliar (Cuadro 3).

Al incrementar la dosis de aplicación de PBZ de 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup> la altura disminuyó en 11.7, 17.3 y 22.7 %, respectivamente con respecto al testigo (Cuadro 3). Diversos autores indican que la aplicación de PBZ (1 a 2 mg L<sup>-1</sup>) aplicado en riego o drench reduce el tamaño de la planta (entre 23 y 66 %) (Faust *et al.*, 2001; Niu *et al.*, 2002). Maeshwari *et al.* (2024) indican el PBZ inhibe la biosíntesis de giberelinas al afectar la síntesis de ent-kaureno en la vía de producción de giberelinas, lo que resulta en niveles más bajos de giberelinas activas, inhibiendo así la elongación del tallo.

La dosis de 6 mg L<sup>-1</sup> disminuyó el área foliar en 20 % con respecto al testigo, pero fue similar estadísticamente con respecto a las plantas donde se aplicó 2 ó 4 mg L<sup>-1</sup> (Cuadro 3). Aunque no se ha reportado en nochebuena, el área de la hoja es reducida por la aplicación de PBZ en otras especies como *Lilium longiflorum*, *Solanum tuberosum*, *Catharatus roseus*, *Helianthus annus L.* y del género *Zinnia*, el efecto se explica debido a la limitación de la elongación y expansión celular (Desta y Amare, 2021; Velasco-Lara *et al.*, 2024).

No se detectó un efecto significativo de la dosis de aplicación de PBZ en el área de bráctea, a pesar de que hubo una disminución en 1.2, 8 y 14 % cuando se aplicó 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup> con respecto al testigo (Cuadro 3). Se ha reportado que la aplicación de PBZ en dosis de 1-2 mg L<sup>-1</sup> disminuyen el área de bráctea en 12 a 23 % con respecto a plantas testigo, sin afectar la apariencia comercial (Faust *et al.*, 2001; Niu *et al.*, 2002). No se observaron diferencias significativas en el número de brotes por la aplicación de diferentes dosis de PBZ, estuvieron entre 7.60 y 7.88 (Cuadro 3).

La fecha de aplicación del PBZ no afectó significativamente el área de bráctea, pero si la altura, área foliar y número de brotes (Cuadro 3). Al aplicar PBZ el 12 de septiembre se tuvo la menor altura y área de foliar (Cuadro 3). Se ha reportado que la aplicación de 1 mg L<sup>-1</sup> lo más cercano al inicio de los días cortos el efecto del PBZ se observa una reducción de hasta 40 % en la altura con respecto a plantas donde no se aplica el PBZ, y conforme se realiza la aplicación del PBZ a la fecha de aparición de la bráctea o inicio de la floración el efecto disminuye o es nulo (Niu *et al.*, 2002). En Chamilpa, Morelos la fecha de inicio de días cortos en 2023 inició el 23 de septiembre (SMN, 2025), lo que sugiere que la aplicación del PBZ antes del inicio de los días cortos tiene un efecto mayor en las dimensiones de la planta. El área de bráctea no mostró ningún efecto por la fecha de aplicación del PBZ (Cuadro 3),

contrario a lo reportado por otros autores que indican que la aplicación de PBZ cercano a los días cortos disminuye hasta en 23 % el área de brácteas, sin embargo, las condiciones climáticas y la genética de las variedades debe considerarse en las respuestas (Niu *et al.*, 2002, Wilfret y Bell, 1998).

Se cuantificó mayor número de brotes cuando el PBZ se aplicó el 26 de septiembre que al aplicarlo el 10 de octubre o en cualquier fecha de septiembre (Cuadro 3). No se reconoce que el PBZ esté relacionado con la brotación.

Cuadro 3. Dimensiones de las plantas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación. 2023

Factor <i>Nivel</i>	Altura (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Área de bráctea (cm <sup>2</sup> )	Brotes (Núm.)
Dosis (D)				
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	44.68 a <sup>z</sup>	3530.2 a	3280.0 a	7.88 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	39.61 b	3275.8 ab	3242.8 a	7.75 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	37.10 c	3150.2 ab	3018.5 a	7.60 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	34.80 c	2855.6 b	2814.6 a	7.78 a
Fecha (F)				
<i>12 septiembre</i>	37.56 b	2793.2 b	3071.1 a	7.66 ab
<i>26 septiembre</i>	40.45 a	3459.9 a	3128.8 a	8.13 a
<i>10 octubre</i>	40.63 a	3531.5 a	3121.6 a	7.41 b
D*F	ns	*	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.1.3 Peso fresco

El análisis de varianza no detectó interacciones entre la dosis y fecha de aplicación del PBZ en el peso fresco de bráctea, hoja, tallo, flor y raíz (Cuadro 4). En las plantas donde no se aplicó PBZ se tuvo significativamente mayor peso fresco de hoja y tallo (Cuadro 4). Esto se

atribuye a que el efecto del PBZ es disminuir la elongación o tamaño de las células, por lo que se sugiere que exista una menor acumulación de agua que es lo que proporciona la mayor parte del peso fresco. Por otra parte, cuando se aplica el PBZ en ‘drench’, es tomado a través de la raíz y translocado a través a los meristemas apicales (Desta y Amare, 2021).

No se detectaron diferencias en el peso fresco de área de bráctea debidas a la dosis de PBZ, sin embargo, se observó una tendencia a disminuir en una proporción de peso fresco entre 5 y 7 % en las plantas donde se aplicó el PBZ comparadas con las plantas testigo (Cuadro 4). No se observaron diferencias en el peso fresco de flor y raíz (Cuadro 4).

La fecha de aplicación del PBZ afectó el peso fresco de la bráctea, hoja, tallo y raíz (Cuadro 4). Así, el área de bráctea fue significativamente mayor en las plantas cuando se aplicó el 12 de septiembre, mientras que el menor peso fresco de hoja, tallo y raíz se obtuvo en las plantas donde se aplicó el PBZ el 12 de septiembre (Cuadro 4). No se obtuvieron diferencias significativas para el peso fresco de flor (Cuadro 4).

Cuadro 4. Peso fresco de órganos de la planta de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.

Factor	Peso fresco (g)				
	Bráctea	Hoja	Flor	Tallo	Raíz
Dosis (D)					
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	92.56 a <sup>z</sup>	97.02 a	13.92 a	69.95 a	80.68 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	87.92 a	83.26 b	13.59 a	59.16 b	71.62 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	85.99 a	83.76 b	14.68 a	57.62 b	74.51 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	87.83 a	77.98 b	13.48 a	55.68 a	74.18 a
Fecha (F)					
<i>12 septiembre</i>	94.43 a	75.97 b	13.35 a	55.74 b	72.69 b
<i>26 septiembre</i>	88.01 ab	90.86 a	13.62 a	65.25 a	71.55 b
<i>10 octubre</i>	87.45 b	94.37 a	15.11 a	63.31 a	84.45 a
D*F	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.1.4 Peso seco

El análisis de varianza determinó interacción de los factores dosis y fecha de aplicación de PBZ en las variables de peso seco de flor y tallo (Cuadro 5).

No se observaron diferencias significativas en el peso seco de la bráctea y la raíz por efecto de las dosis y fechas de aplicación de PBZ (Cuadro 5). Los valores del peso seco de la hoja, flor y del tallo donde no se realizó aplicación de PBZ mostraron los valores mayores, la aplicación de PBZ redujo la materia seca entre 12-13 % menos en hoja, 74.7-76 % menos en flor y 66.3-65.2 % menos en tallo (Cuadro 4). En nochebuena se ha observado que la aplicación de PBZ en forma foliar disminuye el desarrollo de fibras y paredes celulares en xilema, tallo y hojas, lo cual pudiera contribuir a la disminución de la materia seca, sin embargo, se requieren hacer estudios asociadas a estas observaciones (McDaniel *et al.*, 1990).

Las fechas de aplicación afectaron significativamente el peso seco de la hoja, flor y tallo (Cuadro 5). Se observó un gradiente de disminución de peso seco de la hoja, flor y tallo conforme la aplicación de PBZ fue más tardía: 12 septiembre > 26 de septiembre > 10 de octubre, en el tallo fue más evidente este gradiente (Cuadro 5). La aplicación del 12 de septiembre redujo significativamente en 11 % el peso de la hoja, en 75 % el peso seco de flor y en 64 % el peso seco del tallo con respecto a la aplicación del 10 de octubre (Cuadro 5). El peso seco de las brácteas y raíz no fue afectado por la fecha de aplicación del PBZ (Cuadro 5). Lo anterior sugiere que la aplicación de PBZ cercano a los días cortos incrementa su efecto en las plantas de nochebuena, principalmente en el tallo y hojas, y en menor proporción en brácteas y raíz.

Cuadro 5. Características morfológicas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en dosis durante a inducción y floración.

Factor	Peso seco (g)				
	Bráctea	Hoja	Flor	Tallo	Raíz
Dosis (D)					
0 mg L <sup>-1</sup>	13.09 a <sup>z</sup>	18.37 a	6.83 a	34.27 a	18.18 a
2 mg L <sup>-1</sup>	12.25 a	16.15 ab	1.65 b	13.68 b	15.13 a

<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	12.12 a	16.16 ab	1.73 b	13.25 b	15.25 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	12.21 a	16.00 b	1.67 b	13.50 b	16.11 a
Fecha (F)					
<i>12 septiembre</i>	12.92 a	15.59 b	1.66 b	12.47 c	15.47 a
<i>26 septiembre</i>	12.47 a	17.50 a	2.15 b	15.33 b	15.59 a
<i>10 octubre</i>	11.76 a	17.52 a	6.57 a	34.52 a	18.20 a
D*F	ns	ns	***	***	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.1.5 Parámetros de color (L\*, C\* y h), SPAD y firmeza

El análisis de varianza no determinó interacción en los factores dosis y fecha de aplicación de PBZ en las características de color, concentración de clorofilas y la firmeza del tallo (Cuadro 6).

Las dosis aplicadas de PBZ no afectaron significativamente la luminosidad (L\*), cromaticidad (C\*) y matiz (h) en las brácteas de la nochebuena, el color se mantuvo con tendencia al rojo (h= 25.48-25.90), con baja intensidad de la pureza (C\*= 38.52-38.94) y luminosidad (L\*= 31.65 -31.94) del color (Cuadro 6). Estos resultados confirman el poco efecto de la aplicación del PBZ en las brácteas y sus características cromáticas.

En forma similar, la firmeza del tallo y valores SPAD o contenido relativo de clorofilas no fue afectado por las dosis de PBZ evaluadas (Cuadro 6). Este resultado contrasta con lo reportado por Liu *et al.* (2025) quienes observaron en *Citrus reticulata*, incrementos temporales en parámetros fotosintéticos (SPAD) en aplicaciones de PBZ, atribuidos a una mayor eficiencia en el uso de recursos. La ausencia de efecto en este estudio podría deberse a diferencias en especie, el cultivar o las condiciones ambientales al momento de la aplicación.

La fecha de aplicación del PBZ afectó de manera significativa los parámetros del color (Cuadro 6). Las plantas donde se aplicó el PBZ el 12 de septiembre tuvieron un color más tendiente al rojo púrpura opaco, pero con mayor luminosidad (Cuadro 6). En forma similar

la firmeza de los tallos fue significativamente mayor cuando se aplicó el 12 de septiembre (Cuadro 6). Santos *et al.* (2025) indican que la aplicación de PBZ en dosis de 0 a 500 mg L<sup>-1</sup> en drench no afectaron los parámetros de luminosidad y el parámetro b\* (dimensión azul-amarillo), sin embargo, el parámetro a\* (dimensión verde-rojo) si fue afectado. Por lo que las respuestas del color a la aplicación de PBZ se pueden atribuir a la especie vegetal. Lo anterior indica que la aplicación de PBZ afecta el color de brácteas y la firmeza del tallo cuando se aplica antes de los días cortos o que se inicie la inducción floral, estos mecanismos no se ha estudiado a mayor detalle.

No se observó efecto de la fecha de aplicación de PBZ en el contenido relativo de clorofilas o unidades SPAD (Cuadro 6).

Cuadro 6. Características morfológicas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en dosis durante a inducción y floración.

Factor <i>Nivel</i>	Luminosidad (L*)	Cromaticidad (C*)	Matiz (h)	SPAD	Firmeza (N)
Dosis (D)					
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	31.65 a <sup>z</sup>	38.52 a	25.52 a	55.80 a	41.57 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	31.85 a	38.53 a	25.48 a	55.78 a	41.11 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	31.94 a	39.05 a	25.90 a	57.28 a	41.53 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	31.68 a	38.94 a	25.73 a	55.45 a	42.43 a
Fecha (F)					
<i>12 septiembre</i>	32.14 a	38.68 b	25.34 b	56.69 a	43.42 a
<i>26 septiembre</i>	31.35 b	38.16 ab	25.58 ab	54.52 a	42.54 a
<i>10 octubre</i>	31.82 ab	39.59 a	26.17 a	57.20 a	37.94 b
D*F	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.1.6 Aparición de bráctea de transición y cuantificación de antocianinas.

La aparición de la bráctea de transición en la variedad ‘Prestige Red’ del ciclo de cultivo mostró un retraso proporcional al incremento de la dosis de PBZ en las tres fechas de aplicación evaluadas (Cuadro 7). En la primera fecha de aplicación (12 de septiembre de 2023), el tratamiento testigo y la dosis de 2 mg L<sup>-1</sup> registraron un periodo de 44 días para la aparición de la bráctea, mientras que las concentraciones de 4 mg L<sup>-1</sup> y 6 mg L<sup>-1</sup> prolongaron este proceso en 2 y 4 días adicionales, respectivamente (Cuadro 7). Para la aplicación del 26 de septiembre de 2023, se observó un incremento en los días transcurridos para la inducción de la planta entre el testigo y la dosis máxima de PBZ, con una diferencia de 8 días entre tratamientos (Cuadro 7). Finalmente, en la aplicación del 10 de octubre, los valores mostraron un comportamiento similar al de la primera fecha de aplicación, habiendo aproximadamente 3 días de diferencia entre el testigo y el tratamiento de mayor concentración de PBZ, el tiempo de aparición de la bráctea tras la aplicación del regulador de crecimiento demoró entre los 16 y 19 días (Cuadro 7).

Estos resultados pueden sugerir que el PBZ, como inhibidor de la síntesis de GA, tiene efecto en los procesos hormonales que regulan el cambio de etapa fenológica en la nochebuena. El retraso en la aparición de brácteas de transición aumenta con la dosis, ya que concentraciones más altas (hasta 6 mg L<sup>-1</sup>) provocarían una menor concentración de GA, lo cual puede reducir el alargamiento celular y esto a su vez se reflejaría en el tiempo de aparición de brácteas de transición.

McDaniel (1986) indica que la aplicación de PBZ asperjado en dosis de 0.125 a 1 mg por maceta o aspersiones en dosis de 12.5 a 100 mg L<sup>-1</sup> una semana antes del inicio de los días cortos, retrasan la floración entre 6 y 9 días comparadas con plantas testigo.

Cuadro 7. Tiempo promedio de aparición de brácteas de transición en nochebuena ‘Prestige Red’ 2023 con aplicación de PBZ en dosis y fechas distintas.

	12/sept/2023	26/sept/2023	10/oct/2023
Testigo	44 d	31 d	16 d

2 mg L <sup>-1</sup>	44 d	36 d	17 d
4mg L <sup>-1</sup>	45 d	35 d	17 d
6 mg L <sup>-1</sup>	47 d	39 d	19 d

---

No se detectó interacción entre la dosis y fecha de aplicación de PBZ en la variable antocianinas totales (Cuadro 8). La dosis de aplicación no afectó el contenido de antocianinas totales, ya que al aplicar entre 0 y 6 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, la concentración se mantuvo entre 5.6 y 6.6. mg EC3G 100g<sup>-1</sup> (Cuadro 8). Sin embargo, la fecha de aplicación si afectó la concentración de antocianinas totales, ya que la aplicación de PBZ antes del inicio de los días cortos (12 de septiembre) mostró 30 % más que cuando se aplicó cercano a los días cortos (26 de septiembre) y 73 % más cuando la aplicación fue cercana a la aparición de la bráctea (10 de octubre) (Cuadro 8). Lo anterior sugiere que la aplicación del PBZ afecta de manera diferencial a los diferentes órganos de la planta de nochebuena, en este caso favorece una mayor pigmentación de la bráctea cuando la aplicación es anterior al inicio de la inducción floral o puede inducir a que la floración se adelante (Desta y Amare, 2021). Al haber mayor efecto en el tamaño de las brácteas cuando las aplicaciones se hacen más temprano podría provocar una diferencia en la concentración de antocianinas

Cuadro 8. Cuantificación de antocianinas en brácteas de transición nochebuena ‘Prestige red’ 2023 con aplicación de PBZ en dosis y fechas distintas.

<b>Factor</b>	<b>Antocianinas</b>
<i>Nivel</i>	(mg EC3G 100g <sup>-1</sup> )
<b>Dosis (D)</b>	
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	5.68 a <sup>z</sup>
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	6.67 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	5.82 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	5.79 a
<b>Fecha (F)</b>	
<i>12 septiembre</i>	9.09 a
<i>26 septiembre</i>	6.36 b
<i>10 octubre</i>	2.51 c
<b>D*F</b>	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). C.V.= Coeficiente de variación. EC3G: Equivalentes de cianidina 3 glucósido.

## 5.1.7 Evaluación poscosecha

### 5.1.7.1 Apariencia y SPAD

La apariencia en poscosecha de ‘Prestige red’ fue afectada por la aplicación de PBZ durante el cultivo (Cuadro 9). Durante los primeros 15 d de evaluación la aplicación de 4 mg L<sup>-1</sup> mostró una apariencia buena, en contraste el resto de los tratamientos mostró una calidad excelente; sin embargo, después de 30 d no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos observándose una calidad entre regular y buena (Cuadro 9).

Por otra parte, las plantas donde se aplicó PBZ el 10 de octubre la calidad fue calificada ligeramente menor a excelente de las plantas cuando se aplicó el 12 o 26 de septiembre, el efecto no se mantuvo durante los muestreos a los 15 y 30 d (Cuadro 9).

En las lecturas SPAD no se observó efecto por la dosis o fecha de aplicación, a excepción del día 30 de evaluación donde se detectó que en las plantas donde se realizó la aplicación de

PBZ el 10 de octubre el promedio de valores fue entre 4.0 y 12.3 % menores comparado con las otras fechas de aplicación (Cuadro 9).

Cuadro 9. Evaluación del comportamiento poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en distintas dosis y fechas.

Factor	Apariencia			SPAD		
<i>Nivel</i>						
Dosis (D)	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	5.00 a <sup>z</sup>	4.86 a	3.81 a <sup>z</sup>	57.25 a	56.50 a	53.46 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	5.00 a	5.00 a	3.38 a	54.83 a	54.96 a	52.63 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	4.76 b	4.84 b	3.57 a	55.62 a	54.79 a	45.57 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	5.00 a	4.53 a	3.50 a	55.57 a	53.10 a	53.67 a
Fecha						
<i>12 de septiembre</i>	5.00 a	4.95 a	3.70 a	56.93 a	54.69 a	51.08 ab
<i>26 de septiembre</i>	5.00 a	4.66 a	3.42 a	55.73 a	55.55 a	56.32 a
<i>10 de octubre</i>	4.80 b	4.80 a	3.45 a	54.72 a	54.08 a	49.39 b
D*F	***	***	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.1.7.2 Parámetros de color (L\*, C\* y h)

En los parámetros de color se detectó que la dosis de aplicación de 6 mg L<sup>-1</sup> afectó significativamente la L\* y C\* de las brácteas de las plantas, ya que en ambos parámetros siguió la misma tendencia, es decir a los 0 y 15 d, fueron los de menor y mayor valor, comparada con las plantas de los otros tratamientos (Cuadro 10). Este comportamiento no se mantuvo a los 30 d de evaluación, ya que no se detectaron diferencias significativas. A pesar de estas diferencias significativas, el brillo y pureza del color fue similar durante el periodo de evaluación (Cuadro 10).

La fecha de aplicación también tuvo un efecto en la L\* y C\*, donde las plantas que se aplicó el 26 de septiembre al inicio del experimento y aquellas donde se aplicó el 10 de octubre tuvieron menor luminosidad a los 15 d de evaluación (Cuadro 10). En las plantas

donde se aplicó el 12 de septiembre, mostraron significativamente menor pureza del color independientemente de la fecha de muestreo, a los 15 y 30 d de evaluación (Cuadro 10).

El color o matiz de las brácteas mostró ligeramente mayor tendencia al naranja al inicio de las evaluaciones cuando se aplicó 4 mg L<sup>-1</sup>, sin embargo, este efecto no se mantuvo en los días posteriores (Cuadro 10). Finalmente, el efecto más consistente en el matiz fue la fecha de aplicación donde el 12 de septiembre mantuvo con mayor tendencia el color hacia el rojo purpura comparada con las plantas donde se aplicó en fechas posteriores (Cuadro 10). Los resultados sugieren un efecto en el color por la fecha de aplicación haciendo que las brácteas tengan un color con mayor tendencia al rojo purpura opaco (Cuadro 10). Wu et al. (2022) indican que el efecto observado por aplicar PBZ durante algunas etapas de la floración de *Paeonia lactiflora* es a disminuir el color o hacerse más pálido por la disminución de las antocianinas. Sin embargo, otros investigadores reportan que la aplicación de PBZ causa diversas respuestas en plantas ornamentales, en algunas plantas como azalea, fuchsia y nochebuena el color se intensifica, pero en otras especies como *Rhododendron simsii* o *Dianthus caryophyllus* el color es afectado negativamente (Mansuroglu et al., 2009)

Cuadro 10. Evaluación de parámetros de color en poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.

Factor	Luminosidad			Cromaticidad			Matiz o ángulo matiz		
	(L*)			(C*)			(h)		
Nivel									
Dosis (D)	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d
0 mg L <sup>-1</sup>	31.43 a <sup>z</sup>	30.98 b	31.20 a	39.47 a	38.18 b	37.85 a	25.70 b	27.99 a	25.03 a
2 mg L <sup>-1</sup>	30.44 ab	31.10 b	33.43 a	38.84 ab	38.18 b	37.81 a	25.94 b	25.63 a	25.48 a
4 mg L <sup>-1</sup>	30.20 ab	30.72 b	31.13 a	38.54 ab	37.79 b	37.81 a	29.80 a	25.04 a	24.62 a
6 mg L <sup>-1</sup>	29.44 b	31.89 a	30.92 a	38.01 b	39.77 a	36.20 a	26.32 b	26.57 a	24.66 a
Fecha									
12 de septiembre	31.05 a	31.08 ab	32.44 a	38.77 a	36.79 b	35.33 b	25.44 c	24.35 b	23.90 b
26 de septiembre	29.87 b	31.52 a	31.05 a	38.61 a	39.50 a	38.78 a	28.91 a	26.84 ab	25.58 a
10 de octubre	30.27 ab	30.90 b	31.87 a	38.84 a	39.79 a	40.49 a	26.48 b	28.79 a	26.57 a
D*F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	***	**

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

## 5.2 'Primero red' 2023

### 5.2.1 Condiciones ambientales

Los registros térmicos para el cultivo de nochebuena 'Prestige Red' durante el ciclo 2023 presentaron variaciones según la etapa del calendario evaluada. Entre finales de agosto y mediados de octubre, la temperatura promedio osciló en un rango de 20 a 23 °C. De mediados de octubre a mediados de noviembre, se observó una disminución en los valores, registrándose temperaturas promedio situadas entre los 16 y 22 °C (Figura 3). Estos datos reflejan la fluctuación de las condiciones ambientales durante el desarrollo del experimento.

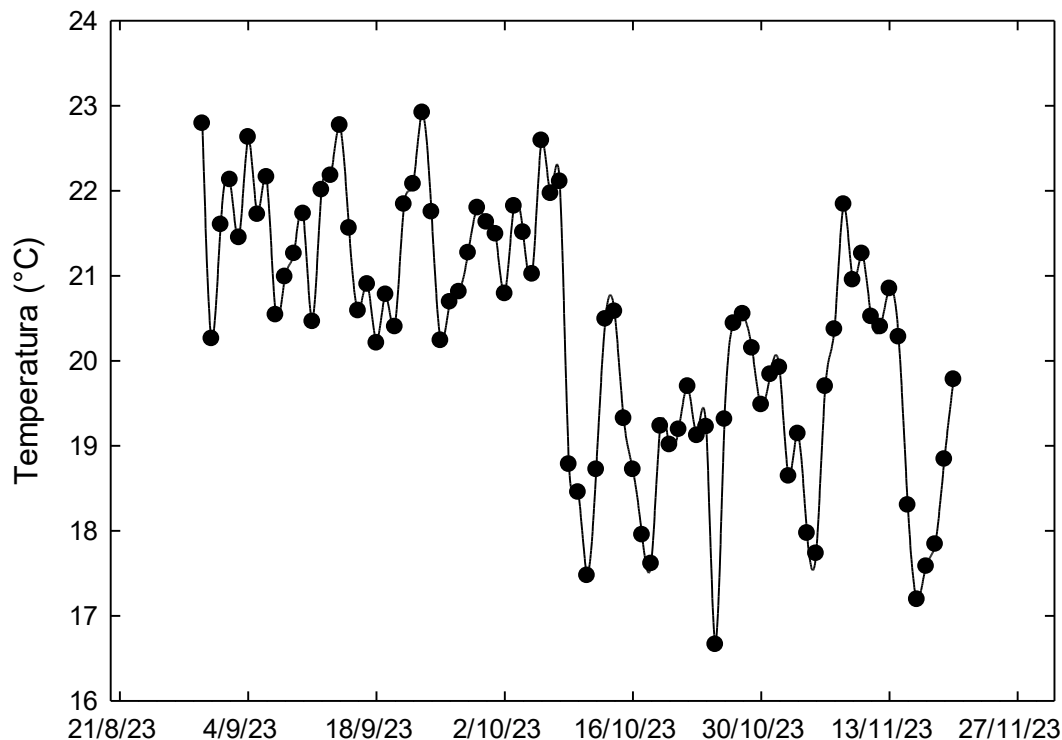


Figura 3. Temperatura promedio durante el ciclo de producción 2023 de nochebuena 'Primero Red'.

Respecto a las oscilaciones de humedad relativa en el mes de octubre, se identificaron fluctuaciones marcadas en un intervalo de diez días. El valor mínimo se presentó el día 08 de octubre con un 73.49 %, a diferencia del máximo registrado el día 25 de octubre cuyo valor fue de 96.37 % (Figura 4). Esta diferencia promedio un incremento de 22.88 %, siendo este valor el que mayores puntos porcentuales presento durante todo el ciclo de cultivo para esta variedad.

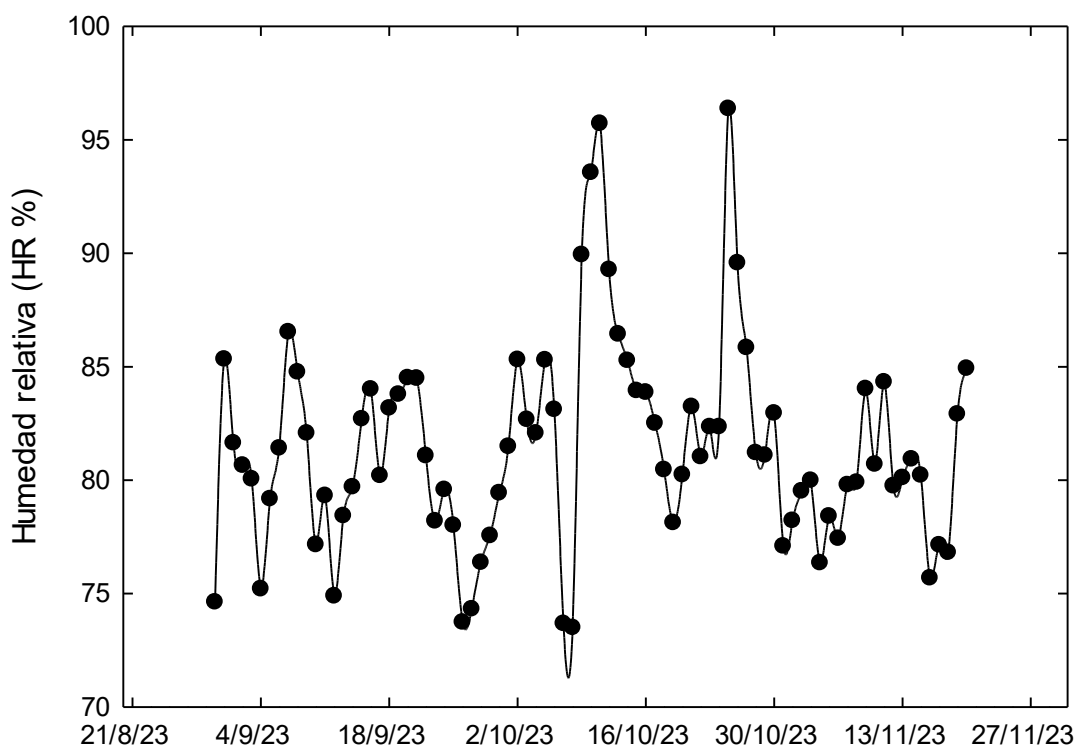


Figura 4. Humedad relativa promedio durante el ciclo de producción 2023 de nochebuena ‘Primero Red’.

### 5.2.2 Altura, área foliar y de bráctea y número de brotes

El análisis de varianza no detecto interacción de los factores principales evaluados, Dosis y Fecha de aplicación de PBZ, pero si determino efectos por la Dosis de aplicación o la Fecha

de aplicación (Cuadro 11). Así, la aplicación de las distintas dosis de PBZ afectaron significativamente la altura y área foliar de las plantas (Cuadro 11). Al incrementar la dosis de PBZ de 2 a 6 mg L<sup>-1</sup>, las plantas tuvieron entre 13 y 18.1 % menos altura comparada con las plantas testigo y entre 12.8 y 17.6 % menos área foliar (Cuadro 11). Estos resultados son similares a los obtenidos con la variedad ‘Prestige red’, y se atribuye al efecto a las propiedades del PBZ de evitar la síntesis de giberelinas y evitar la elongación de las células (Desta y Amare, 2021).

El área de bráctea y número de brotes no presentaron diferencias significativas debidas a las dosis de aplicación (Cuadro 11). A pesar de que al igual que en la variedad ‘Prestige red’ la tendencia del área de bráctea fue a disminuir en 1.7, 7.2 y 8.2 % cuando se aplicó 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup>, no se detectaron diferencias significativas (Cuadro 11).

La fecha de aplicación afectó significativamente a la altura, área foliar y área de bráctea (Cuadro 11). La aplicación del PBZ el 10 de octubre generó una planta entre 9-15 % más alta, entre 19 y 23 % con mayor área foliar y entre 2-15 % mayor área de bráctea con respecto a la aplicación del PBZ el 26 de septiembre o 10 de octubre, lo que sugiere que al igual que en ‘Prestige red’, el efecto del PBZ es mayor cuando aún no se inician los días cortos o la inducción a la floración (Cuadro 11). El número de brotes no fue afectado por la fecha de aplicación del PBZ (Cuadro 11).

Cuadro 11. Dimensiones de plantas de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.

Factor <i>nivel</i>	Altura (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Área de bráctea (cm <sup>2</sup> )	Brotes (Núm.)
<i>Dosis (D)</i>				
0 mg L <sup>-1</sup>	42.11 a <sup>z</sup>	2877.4 a	2958.1 a	7.61 a
2 mg L <sup>-1</sup>	36.65 b	2370.4 b	2910.1 a	7.16 a
4 mg L <sup>-1</sup>	35.68 bc	2509.5 ab	2750.8 a	7.44 a
6 mg L <sup>-1</sup>	34.46 c	2424.4 ab	2719.0 a	7.27 a
<i>Fecha (F)</i>				
12 septiembre	34.26 c	2209.3 b	2958.4 ab	7.50 a

<i>26 septiembre</i>	37.00 b	2554.4 ab	2540.3 b	7.20 a
<i>10 de octubre</i>	40.41 a	2872.7 a	3004.8 a	7.41 a
<i>D*F</i>	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.2.3 Peso fresco

El análisis de varianza detectó interacción entre los factores Dosis y Fecha de aplicación de PBZ en las variables peso fresco de la hoja, flor y raíz, no así en las variables peso fresco de bráctea y tallo (Cuadro 12). No se detectaron diferencias estadísticas significativas en el peso fresco de la bráctea, hoja, tallo y raíz debido a las dosis aplicadas de PBZ (Cuadro 12). La flor fue la única estructura que mostró diferencias significativas, donde la nula aplicación de PBZ incremento entre 42 y 68 % más peso fresco comparado con las plantas donde se aplicó el PBZ en diferentes dosis (Cuadro 12). Wu *et al.* (2022) observaron que el peso fresco de la flor de *Paeonia lactiflora* fue significativamente menor cuando se aplicó PBZ comparado con plantas testigo sin aplicación, atribuyéndole este comportamiento a que el PBZ reduce o inhibe el crecimiento longitudinal de las partes terminales y se requiere más nutrientes para el crecimiento longitudinal.

La fecha de aplicación no mostro efecto significativo en el peso fresco del tallo, pero si en el peso fresco de bráctea, hoja, flor y raíz (Cuadro 12). La bráctea y hoja presentaron el valor menor cuando el PBZ se aplicó el día 26 de septiembre, mientras que el peso fresco de la flor y la raíz fue menor cuando se aplicó el 12 de septiembre (Cuadro 12). Lo anterior confirma que la aplicación antes o cercano a los días cortos tiene un mayor efecto del PBZ en la planta.

Cuadro 12. Peso fresco de los diferentes órganos de la planta de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.

Factor	Peso fresco (g)				
	Bráctea	Hoja	Flor	Tallo	Raíz
Dosis (D)					
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	77.89 a	61.77 a	36.69 a	68.37 a	68.29 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	76.03 a	70.85 a	15.35 b	59.68 a	67.35 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	75.42 a	74.20 a	17.00 b	60.55 a	65.72 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	72.98 a	72.57 a	17.28 b	62.26 a	73.33 a
Fecha (F)					
<i>12 septiembre</i>	80.07 a	65.71 b	17.18 b	61.96 a	59.27 b
<i>26 septiembre</i>	67.40 b	59.91 b	28.62 a	61.87 a	70.94 a
<i>10 octubre</i>	79.28 a	83.92 a	18.94 b	64.31 a	75.81 a
D*F	ns	***	***	ns	**

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

#### 5.2.4 Peso seco

El análisis de varianza determinó interacción debidas a la Dosis y Fecha de aplicación de PBZ en las variables peso seco de hojas, tallo y raíz (Cuadro 13). En particular no se detectaron diferencias significativas en el peso seco de la bráctea, hoja, flor, tallo y raíz debido a las distintas dosis de aplicación de PBZ (Cuadro 13). Las fechas de aplicación afectaron significativamente el peso seco de la bráctea, hoja, flor, tallo y raíz, donde la aplicación del PBZ el 10 de octubre mostró los valores mayores (Cuadro 13). Estos resultados son muy similares a los obtenidos en ‘Prestige red’ y confirma que la aplicación de PBZ antes o cercana a los días cortos es más efectiva que la aplicación cercana a la floración.

Cuadro 13. Peso seco de los diferentes órganos de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.

Factor	Peso seco (g)				
	Nivel	Bráctea	Hoja	Flor	Tallo
Dosis (D)					
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	12.15 a	12.20 a	2.92 a	15.93 a	15.53 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	11.63 a	14.16 a	2.27 a	14.03 a	15.57 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	11.63 a	15.44 a	2.47 a	15.48 a	12.60 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	11.53 a	15.23 a	2.89 a	15.83 a	15.87 a
Fecha (F)					
<i>12 septiembre</i>	11.55 ab	13.09 b	2.36 ab	13.44 b	12.47 b
<i>26 septiembre</i>	10.88 b	15.42 a	2.22 b	15.54 ab	14.56 b
<i>10 octubre</i>	12.77 a	17.25 a	3.33 a	16.98 a	17.65 a
D*F	ns	*	ns	*	*

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.2.5 Parámetros de color (L, C\* y h), SPAD y firmeza

No se detectaron interacciones entre la Dosis y Fecha de aplicación del PBZ en las variables del componente del color en brácteas, el contenido relativo de clorofilas (SPAD) y la firmeza del tallo (Cuadro 14).

La dosis de aplicación de PBZ no afectaron significativamente los parámetros de color de luminosidad (L\*), cromaticidad (C\*) y matiz (h) el SPAD o contenido relativo de clorofilas (Cuadro 14). La firmeza del tallo fue afectada significativamente cuando la dosis de PBZ incremento a 6 mg L<sup>-1</sup> mostrando entre 6.23 y 2.67 N más el valor de la fuerza para romper el tallo (Cuadro 14). Esto probablemente se atribuye a una mayor compactación de las células cuando se aplicó mayor dosis de PBZ, ya que se ha reportado que no se detiene la división celular, sino que es la elongación celular atribuida a las giberelinas es la que se inhibe en el

tallo, sin embargo, la elongación radial no es afectada, este comportamiento puede ofrecer una mayor resistencia al corte (Desta y Amare, 2021).

La fecha de aplicación no mostró efecto en la cromaticidad (C\*), el matiz (h), el contenido relativo de clorofilas y la firmeza del tallo (Cuadro 11). Solo la luminosidad fue afectada, ya que las plantas donde se aplicó el PBZ el 12 de septiembre mostraron una luminosidad mayor en el color de las brácteas (Cuadro 14).

Cuadro 14. Componentes del color en brácteas y firmeza del tallo en ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas de aplicación.

Factor	L*	C*	h	SPAD	Firmeza (N)
<i>Nivel</i>					
Dosis (D)					
0 mg L <sup>-1</sup>	35.52 a	40.84 a	24.92 a	54.75 a	33.11 b
2 mg L <sup>-1</sup>	33.85 a	41.18 a	26.80 a	57.17 a	36.37 ab
4 mg L <sup>-1</sup>	34.27 a	41.84 a	26.03 a	57.66 a	35.65 ab
6 mg L <sup>-1</sup>	34.10 a	41.81 a	26.01 a	57.61 a	39.34 a
Fecha (F)					
12 septiembre	34.56 a	41.65 a	25.41 a	57.51 a	36.61 a
26 septiembre	33.61 b	40.86 a	25.42 a	55.44 a	34.60 a
10 octubre	33.63 b	41.74 a	26.97 a	57.45 a	37.14 a
D*F	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.2.6 Aparición de bráctea de transición y cuantificación de antocianinas.

En las dos primeras fechas de aplicación (12 y 26 de septiembre de 2023), se observó que el incremento en la dosis de PBZ redujo el número de días transcurridos hasta la aparición de la bráctea de transición (Cuadro 15). El tratamiento con dosis de 6 mg L<sup>-1</sup> registró el menor tiempo de respuesta en ambos casos, para la primera fecha de aplicación, la inducción ocurrió

12 días antes en comparación con el testigo, mientras que, para la aplicación del 26 de septiembre, la inducción fue de 6 días en comparación al testigo (Cuadro 15).

No así, para la fecha del 10 de octubre de 2023, la aparición de la bráctea de transición ocurrió antes de la aplicación del PBZ. En el tratamiento testigo, la inducción se registró 5 días antes de la aplicación, mientras que, en las dosis de 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup>, dicho aparición se presentó 1 día antes de la aplicación de PBZ (Cuadro 15).

Cuadro 15. Tiempo promedio de aparición de brácteas de transición en nochebuena ‘Primero Red’ con aplicación de PBZ en dosis y fechas distintas.

Tratamiento	12/sept/2023	26/sept/2023	10/oct/2023
Testigo	33 d	21 d	-05 d
2 mg L <sup>-1</sup>	24 d	17 d	-01 d
4 mg L <sup>-1</sup>	22 d	20 d	-01 d
6 mg L <sup>-1</sup>	21 d	15 d	-01 d

El análisis de varianza no presentó interacción entre los factores de evaluación Dosis y Fecha de aplicación de PBZ (Cuadro 16). La dosis de 6 mg L<sup>-1</sup> incrementó en 35 % la concentración de antocianinas con respecto al testigo, el resto de los tratamientos mostraron similares valores que las plantas testigo (Cuadro 16).

En ‘Primero Red’ la aplicación de PBZ el 10 de octubre favoreció una mayor acumulación de antocianinas comparada con las fechas de aplicación de septiembre, esta diferencia fue significativamente mayor y fue de entre 69 y 74 % (Cuadro 16).

Cuadro 16. Contenido de antocianinas totales en brácteas de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de PBZ en diferentes dosis y fechas.

Factor	Antocianinas
<i>Nivel</i>	(mg EC3G 100g <sup>-1</sup> )
<b>Dosis (D)</b>	
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	15.36 bc <sup>z</sup>
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	14.94 c
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	16.45 b
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	20.85 a
<b>Fecha (F)</b>	
<i>12 septiembre</i>	10.01 b
<i>26 septiembre</i>	8.36 c
<i>10 octubre</i>	32.33 a
D*F	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

## 5.2.7 Evaluación poscosecha

### 5.2.7.1 Apariencia y SPAD

El análisis de varianza no detectó diferencias significativas en la apariencia y lecturas SPAD debidas a la dosis o fecha de aplicación del PBZ en las fechas de muestreo realizadas (0 d a 30 d), a excepción de la fecha de evaluación a los 30 d (Cuadro 17). Así, las plantas testigo mostraron el menor contenido de lecturas SPAD y las mayores lecturas cuando se aplicó el 12 de septiembre (Cuadro 17). Sugiriendo que la aplicación de PBZ favoreció un mayor contenido de clorofilas y la aplicación antes de la fecha de inicio de los días cortos. Wilfret (1984) reporta que las plantas de nochebuena ‘Gutbier’s V-14 Glory’ y ‘Annete Hegg Diva’ donde se aplicó PBZ en dosis de 1.67 mg L<sup>-1</sup> tuvieron un color verde más oscuro que el resto de las plantas donde se aplicó Ancymidol o las plantas testigo. Xia et al. (2018)

reportan que a la aplicación de PBZ en dosis de 100 mg L<sup>-1</sup> de manera foliar incremento el contenido de clorofila a, clorofila b, clorofilas totales y lecturas SPAD en plantas de *Paeonia lactiflora* Pall, atribuyéndolo a una mayor síntesis de citocininas que favorece mayor diferenciación de cloroplastos y síntesis de clorofilas, además de prevenir la degradación de clorofila, sugiriendo que se retrasa la senescencia, sin embargo es necesaria más investigación ya que en el presente experimento no fue consistente en las variedades evaluadas.

Cuadro 17. Evaluación del comportamiento poscosecha de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.

Factor <i>Nivel</i>	Apariencia			SPAD		
	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d
Dosis (D)						
0 mg L <sup>-1</sup>	5.00 a <sup>z</sup>	5.00 a <sup>z</sup>	3.47 a <sup>z</sup>	57.35 a	54.81 a	51.22 b
2 mg L <sup>-1</sup>	5.00 a	4.94 a	3.94 a	58.01 a	56.84 a	56.30 a
4 mg L <sup>-1</sup>	5.00 a	4.94 a	3.64 a	57.92 a	56.31 a	57.07 a
6 mg L <sup>-1</sup>	5.00 a	4.88 a	3.58 a	58.85 a	56.68 a	57.51 a
Fecha						
12 de septiembre	5.00 a	4.95 a	3.70 a	58.15 a	55.77 a	56.89 a
26 de septiembre	5.00 a	4.91 a	3.86 a	58.82 a	57.47 a	56.08 ab
10 de octubre	5.00 a	4.95 a	3.43a	57.13 a	55.23 a	53.60 b
D*F	ns	ns	ns	*	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.2.7.2 Parámetros de color (L\*, C\* y h)

La luminosidad en las brácteas de la nochebuena ‘Primero red’ fue afectada significativamente, ya que al aplicar el PBZ en las dosis de 2 a 6 mg L<sup>-1</sup> este componente del color fue menor comparado con las plantas testigo, y este comportamiento se mantuvo durante todo el periodo de evaluación, entre los 0 y 30 d (Cuadro 18). Las plantas donde se

aplicó el PBZ el 12 de septiembre mostraron valores significativamente mayores de luminosidad comparada con las fechas posteriores al inicio de los días cortos (Cuadro 18).

La cromaticidad de las plantas testigo fue menor con las plantas donde se aplicó PBZ, solo el día inicial de evaluación, ya que después de 15 o 30 d, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 18). Las nochebuenas donde se aplicó el 12 de septiembre mostraron la mayor pureza de color comparada con las otras dos fechas de evaluación, las posteriores fechas de evaluación el efecto antes mencionado no se mantuvo (Cuadro 18).

Finalmente, la aplicación de PBZ en dosis de 2 a 6 mg L<sup>-1</sup> favoreció un color con mayor tendencia al rojo en los días 0 y 15 de evaluación, ya en el día 30 se observa este comportamiento numéricamente similar, pero el análisis de varianza no detectó diferencias significativas (Cuadro 18). Finalmente, el ángulo de matiz durante los días 0 y 15 de evaluación mostraron mayor tendencia al rojo cuando se aplicó el PBZ después de los días cortos (Cuadro 18). Los resultados sugieren que el PBZ favoreció un color mas tenue o menos tendiente al rojo purpura y opaco, y cuando la aplicación se realiza después de los días cortos. Esto debido probablemente a un efecto del PBZ en la síntesis o concentración de antocianinas, de hecho, se tuvo una fuerte correlación entre la concentración de antocianinas y el ángulo matiz en las dosis evaluadas ( $r= 0.71^*-0.98^{**}$ ). Este comportamiento de reducir la concentración de antocianinas y ángulo de matiz se ha reportado en *Paeonia lactiflora* y otras especies ornamentales *Chrysanthemum morifolium* y *Rosa hybrida* con otros reguladores de crecimiento (Wu et al., 2022), sin embargo, aún no se ha determinado el posible mecanismo de este efecto.

Cuadro 18. Evaluación del comportamiento poscosecha de nochebuena ‘Primero red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.

Factor	Luminosidad			Cromaticidad			Matiz		
	(L*)			(C*)			(h)		
Nivel	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d
0 mg L <sup>-1</sup>	32.61 b <sup>z</sup>	33.18 b	33.27 b	39.58 b	39.88 a	39.44 a	24.90 c	24.63 b	24.65 a
2 mg L <sup>-1</sup>	33.62 a	33.74 b	33.67 ab	40.56 a	39.93 a	39.52 a	25.24 bc	24.75 b	24.98 a
4 mg L <sup>-1</sup>	33.33 ab	33.98 b	34.40 a	40.72 a	40.30 a	39.81 a	25.69 ab	25.00 ab	24.88 a

<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	33.06 ab	35.22 a	34.54 a	40.88 a	40.99 a	41.08 a	25.75 a	25.75 a	26.60 a
Fecha									
<i>12 de septiembre</i>	34.41 a	34.22 a	34.57 a	41.23 a	40.10 a	39.74 a	25.08 b	24.53 b	24.34 a
<i>26 de septiembre</i>	32.52 b	33.96 a	33.74 b	39.78 b	40.52 a	40.47 a	25.37 b	25.48 a	25.11 a
<i>10 de octubre</i>	32.53 b	33.92 a	33.55 b	40.30 b	40.20 a	39.68 a	25.74 a	25.08 ab	26.40 a
D*F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.3 ‘Prestige Red’ 2024

#### 5.3.1 Condiciones ambientales

En el ciclo de cultivo 2024 las temperaturas máximas se registraron desde mediados hasta finales de junio, manteniéndose entre 21.6 a 26.6 °C, posteriormente la temperatura mínima fue de 16.23 °C el día 11 de octubre (Figura 5). La temperatura promedio obtuvo un valor de aproximadamente 20.86 °C durante todo el cultivo, es decir entre junio y noviembre (Figura 5). Dole y Gibson (2006) mencionan que después de la propagación las temperaturas utilizadas para el desarrollo de la mayoría de los cultivares es entre 18 y 20 °C, temperaturas mayores a 21 °C pueden retrasar la iniciación de la flor, y aún mayores de 24 °C retrasan el desarrollo de la flor, temperaturas frías menores de 16 °C retrasan el tamaño de la planta y temperaturas menores de 10 °C incrementan el potencial de desarrollo de pudriciones radiculares. Las condiciones de temperatura en el presente experimento promedian valores similares, por lo que esta pudo influenciar en el correcto desarrollo de la planta de nochebuena.

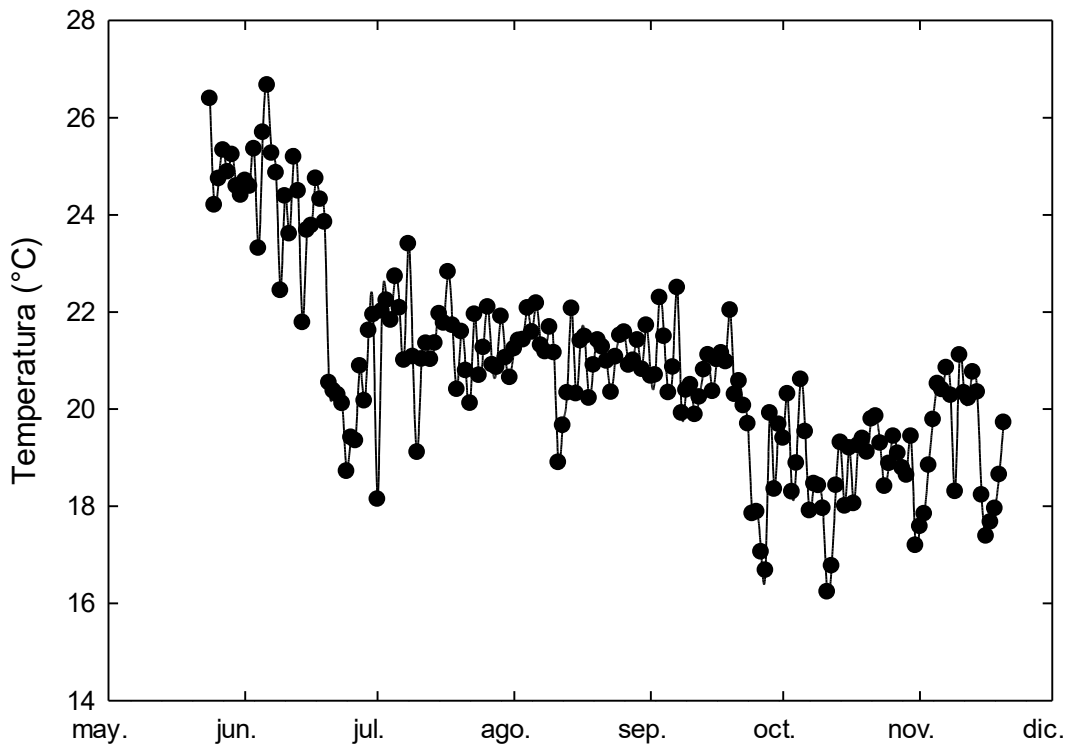


Figura 5. Temperatura promedio durante el ciclo de producción 2024 de nochebuena ‘Prestige Red’.

La humedad relativa promedio fue de 77.30 % durante todo el ciclo de cultivo (Figura 6). El día 2 de junio se promedió la humedad relativa mínima que fue de 38.13 % mientras que la humedad relativa máxima fue de 95.28 % el día 27 de septiembre (Figura 2). De finales de mayo a principios de junio se registró un incremento en esta variable. Mortensen (2000) en la variedad ‘Lilo’ indican que la humedad relativa no afecta el periodo de crecimiento, aunque disminuyendo la humedad relativa de 93 a 70 % se incrementa la altura, longitud de entrenudo, número de flores, peso seco de hoja y tamaño de las plantas, el color de las hojas no es afectado. En relación con lo anterior, los niveles promedio registrados en este experimento (77.30 %) se aproximan al rango óptimo señalado por el autor para favorecer el desarrollo estructural de la planta, sugiriendo que las condiciones de humedad del ciclo 2024 fueron adecuadas para promover el crecimiento en la variedad ‘Prestige red’.

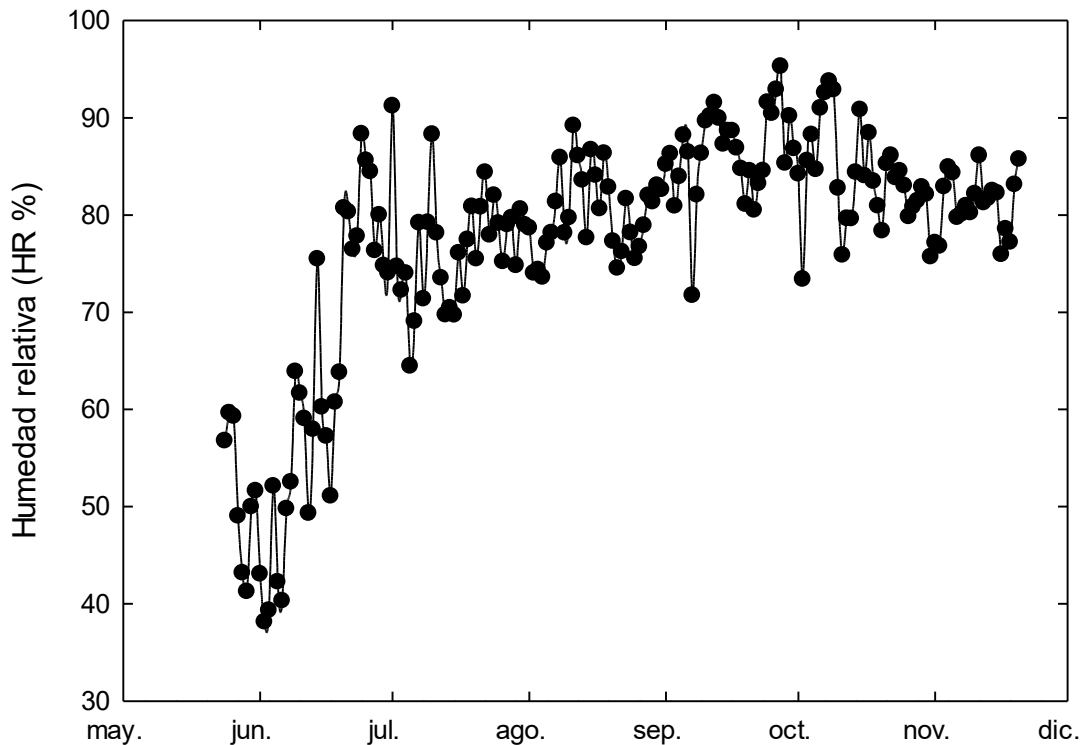


Figura 6. Humedad relativa promedio durante el ciclo de producción 2024 de nochebuena ‘Prestige Red’.

### 5.3.2 Altura, área foliar y de bráctea y número de brotes

El análisis de varianza no determinó interacción entre los dos factores de evaluación, Dosis y Fechas de Aplicación de PBZ para las variables altura, área foliar, área de bráctea y número de brotes (Cuadro 19).

La dosis de PBZ mostró efectos significativos en la altura y el área foliar de las plantas estudiadas. En particular, se observó que las plantas testigo presentaron los valores mayores en comparación a las dosis de 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup>. El porcentaje de disminución de la altura fue entre 5 y 7 % y del área de bráctea entre 4 y 15 % (Cuadro 19). Estos resultados confirman el comportamiento de ‘Prestige Red’ y ‘Primero Red’ en 2023, aunque el porcentaje de disminución fue menor.

El área de bráctea y el número de brotes no mostraron diferencias significativas en respuesta a las diferentes dosis aplicadas de PBZ (Cuadro 19).

La fecha de aplicación tuvo un efecto notable en la altura de las plantas, donde los valores mayores se detectaron en las plantas más cercanas a las fechas de floración, y los valores menores cuando la aplicación se realizó antes de los días cortos (1 de septiembre) o cercano al inicio de los días cortos (20 de septiembre). El área de bráctea mostró los valores menores cuando se aplicó cercano a la pigmentación, lo que confirma que las aplicaciones de PBZ en nochebuena se deben de realizar antes del inicio de los días cortos o cercano a ellas para un menor efecto en la altura de la planta, ya que si se pasa de esas fechas o la aplicación es cercana a la floración el efecto negativo en el área de la bráctea es más acentuado (Cuadro 19).

En este experimento a diferencia de los realizados en un ciclo anterior, no se determinaron diferencias significativas en el área foliar y el número de brotes (Cuadro 19).

Cuadro 19. Dimensiones de la planta de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en diferentes dosis y fechas de aplicación.

Factor <i>Nivel</i>	Altura (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Área de bráctea (cm <sup>2</sup> )	Número de brotes
Dosis (D)				
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	45.51a <sup>z</sup>	4988.7 a	2555.9 a	9.00 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	43.10 ab	4866.4 ab	2647.0 a	8.33 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	42.77 b	4832.9 ab	2623.5 a	8.94 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	42.88 b	4263.8 b	2693.1 a	8.66 a
Fecha (F)				
<i>01 septiembre</i>	41.35 b	4531.2 a	2592.2 ab	8.66 a
<i>20 septiembre</i>	44.45 a	4868.4 a	2863.8 a	8.91 a
<i>10 octubre</i>	44.90 a	4814.4 a	2433.7 b	8.62a
D*F	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.3.3 Peso fresco

El análisis de varianza no determinó interacción entre los dos factores de evaluación, Dosis y Fechas de Aplicación de PBZ para las variables peso fresco de los diferentes órganos de la planta (Cuadro 20).

La dosis de aplicación de PBZ no determinó diferencias significativas en el peso fresco de bráctea, flor y tallo. Sin embargo, al incrementar la dosis el peso fresco de la hoja disminuyó 5%, 6.8 % y 9.8 % respectivamente (Cuadro 20). Este efecto en el peso fresco de las hojas puede atribuirse a la inhibición de la síntesis de giberelinas, lo que limita el crecimiento celular y la acumulación de biomasa (Desta y Amare, 2021). En la raíz también se observó que al incrementar la dosis en 4 mg L<sup>-1</sup> de aplicación el peso fresco fue mayor (Cuadro 20).

La fecha de aplicación de PBZ no afectó ninguna de las variables del peso fresco de los órganos (Cuadro 20).

Cuadro 20. Características morfológicas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en dosis durante a inducción y floración.

Factor	Peso fresco (g)				
	<i>Nivel</i>	Bráctea	Hoja	Flor	Tallo
Dosis (D)					
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	89.15 a <sup>z</sup>	163.00 a	22.61 a	121.52 a	133.41 b
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	95.61 a	156.31 ab	22.48 a	147.45 a	145.80 ab
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	97.01 a	151.84 ab	24.59 a	124.63 a	172.66 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	102.86 a	147.60 b	28.53 a	123.93 a	154.48 ab
Fecha (F)					
<i>01 septiembre</i>	154.23 a	154.23 a	22.49 a	122.25 a	157.83 a
<i>20 septiembre</i>	149.77 a	149.75 a	24.69 a	117.30 a	150.99 a

<i>10 octubre</i>	160.05 a	160.05 a	26.48 a	148.59 a	146.44 a
D*F	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

#### 5.3.4 Peso seco

El análisis de varianza no detectó efecto de la Dosis y Fecha de aplicación del PBZ en el peso seco de los diferentes órganos evaluados, así como no se determinó una interacción entre los factores estudiados (Cuadro 21).

Cuadro 21. Peso seco de los diferentes órganos de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de PBZ en dosis y fechas de aplicación diferentes.

Factor	Peso seco (g)				
<i>Nivel</i>	Bráctea	Hoja	Flor	Tallo	Raíz
Dosis (D)					
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	11.36 a <sup>z</sup>	29.01 a	2.5 a	29.20 a	31.93 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	12.46 a	26.93 a	2.7 a	27.18 a	33.57 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	12.13 a	27.41 a	2.7 a	28.57 a	36.38 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	12.82 a	26.26 a	3.7 a	27.05 a	31.25 a
Fecha (F)					
<i>01 septiembre</i>	11.25 a	27.04 a	2.5 a	26.84 a	33.38 a
<i>20 septiembre</i>	12.81 a	26.92 a	3.05 a	27.27 a	35.42 a
<i>10 octubre</i>	12.53 a	28.25 a	3.26 a	28.89 a	31.05 a
D*F	ns	*	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

#### 5.3.5 Parámetros de color (L, C\* y h), SPAD y firmeza

El análisis estadístico detectó, para el caso de las brácteas de nochebuena, diferencias significativas en las variables de luminosidad y matiz. En particular, las brácteas correspondientes a las plantas testigo mostraron mayor luminosidad y un color con mayor tendencia al rojo (Cuadro 22). No se detectaron diferencias en la intensidad del color, el color verde de las hojas y la firmeza del tallo (Cuadro 22).

Sin embargo, en la dosis de aplicación la firmeza fue la única variable donde las fechas de aplicación del 10 de octubre mostraron valores significativamente mayores, confirmando que aquellas plantas donde se aplicó con mayor cercanía a la fecha de floración mostraron tallos más cortos y resistentes al corte (Cuadro 22).

Cuadro 22. Características morfológicas de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en dosis durante a inducción y floración.

Factor Nivel	Luminosidad (L*)	Cromaticidad (C*)	Matiz (h)	SPAD	Firmeza
Dosis (D)					
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	35.05 a <sup>z</sup>	51.55 a	22.87 a	50.86 a	37.91 b
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	33.64 b	50.41 a	22.14 b	51.91 a	45.21 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	34.16 b	50.28 a	22.15 b	51.38 a	42.40 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	33.66 b	50.28 a	22.01 b	51.85 a	44.02 a
Fecha (F)					
<i>01 septiembre</i>	34.45 a	50.42 a	22.24 a	51.5 a	41.55 b
<i>20 septiembre</i>	33.89 a	50.38 a	22.14 a	51.76 a	41.18 b
<i>10 octubre</i>	34.04 a	50.42 a	22.46 a	51.21 a	44.42 a
D*F	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.3.6 Aparición de bráctea de transición y cuantificación de antocianinas.

En el ciclo de cultivo 2024, la aparición de la bráctea de transición para la primera fecha de aplicación (01 de septiembre) ocurrió a los 36, 32, 31 y 26 días para las dosis de 0, 2, 4 y 6 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. En cuanto a la aplicación del 20 de septiembre, los tiempos registrados fueron de 16, 15, 12 y 12 días respectivamente tras la aplicación del PBZ (Cuadro 23). En ambos periodos, la dosis de mayor concentración de PBZ promedió el menor número de días para la aparición de la bráctea de transición después de la aplicación de PBZ (Cuadro 23).

Por lo contrario, para la fecha de aplicación del 10 de octubre el proceso de inducción ocurrió antes la aplicación del PBZ, apareciendo la bráctea de transición entre 9 y 13 antes de realizar la aplicación de PBZ (Cuadro 23).

Cuadro 23. Tiempo promedio de aparición de brácteas de transición en nochebuena ‘Prestige Red’ 2024 con aplicación de PBZ en dosis y fechas distintas.

	01/sept/2024	20/sept/2024	10/oct/2024
Testigo	36 d	16 d	-13 d
2 mg L <sup>-1</sup>	32 d	15 d	-09 d
4 mg L <sup>-1</sup>	31 d	12 d	-09 d
6 mg L <sup>-1</sup>	26 d	12 d	-09 d

Finalmente, las antocianinas no mostraron interacción entre los factores estudiados (Cuadro 24).

La extracción y cuantificación de antocianinas en las brácteas de nochebuena no reveló diferencias estadísticamente significativas asociadas a la dosis ni a la fecha de aplicación (Cuadro 24).

Cuadro 24. Cuantificación de antocianinas en brácteas de transición nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en dosis y fechas distintas.

Factor Nivel	Antocianinas
Dosis (D)	
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	10.28 a <sup>z</sup>
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	8.51 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	8.44 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	9.69 a
Fecha (F)	
<i>12 septiembre</i>	8.58 a
<i>26 septiembre</i>	9.47 a
<i>10 octubre</i>	9.64 a
D*F	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.3.7 Evaluación poscosecha

#### 5.3.7.1 Apariencia y SPAD

La apariencia en las plantas de nochebuena donde se aplicó dosis entre 2 y 4 mg L<sup>-1</sup> fue buena aun después de 15 d, posteriormente a los 30 d todos los tratamientos mostraron una calidad regular (Cuadro 25). La fecha de aplicación después de los días cortos mostro una apariencia regular, mientras que las plantas con aplicación antes de los días cortos mostro una apariencia buena a los 15 d de evaluación, posteriormente a los 30 d no se observaron diferencias y la apariencia fue buena (Cuadro 25).

No se detectaron diferencias en las lecturas SPAD durante poscosecha, debidas a las diferentes dosis de PBZ aplicadas (Cuadro 25). Pero al aplicar después de los días cortos las lecturas SPAD fueron significativamente menores en los días de muestreo 15 y 30 (Cuadro 25). Lo anterior sugiere que las plantas de nochebuena mantuvieron mejor apariencia cuando

la aplicación de PBZ se realizó después del 26 de septiembre y que el PBZ retrasa la pérdida de una buena apariencia. Lo anterior probablemente a un efecto de evitar la senescencia.

Cuadro 25. Evaluación del comportamiento poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.

Factor <i>Nivel</i>	Apariencia			SPAD		
	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d
Dosis (D)						
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	5.00 a <sup>z</sup>	2.83 b	2.66 a	53.08 a	49.71 a	50.13 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	5.00 a	3.83 a	2.88 a	53.99 a	52.31 a	47.78 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	5.00 a	4.16 a	2.72 a	52.08 a	49.61 a	47.62 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	5.00 a	4.00 a	2.83 a	53.69 a	51.54 a	48.68 a
Fecha						
<i>12 de septiembre</i>	5.00 a	4.00 a	2.83 a	53.87 a	52.85 a	50.79 a
<i>26 de septiembre</i>	5.00 a	3.62 b	2.69 a	52.34 a	48.75 b	46.10 b
<i>10 de octubre</i>	5.00 a	3.50 b	2.79 a	53.42 a	50.78 ab	48.70 ab
D*F	ns	*	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

### 5.3.7.2 Parámetros de color (L\*, C\* y h)

Los parámetros de color, luminosidad, cromaticidad y matiz solo mostraron valores menores el día inicial en las plantas testigo comparadas con las plantas donde se aplicó el PBZ en dosis de 2 a 6 mg L<sup>-1</sup>, posteriormente no se detectaron diferencias significativas (Cuadro 26).

Las plantas de nochebuena donde se aplico el 10 de octubre mostraron valores mayores de luminosidad comparadas con aquellas que se aplicaron antes o poco después del inicio de los días cortos, con mayor evidencia en el ángulo matiz, donde las plantas con la aplicación más tardía tuvieron un color con mayor tendencia al rojo, mientras que las plantas donde se aplico antes el color mostro mayor tendencia al rojo purpura (Cuadro 26).

Cuadro 26. Evaluación de parámetros de color en poscosecha de nochebuena ‘Prestige red’ con aplicación de paclobutrazol en distintas dosis y fechas.

Factor <i>Nivel</i>	Luminosidad (L*)			Cromaticidad (C*)			Ángulo de matiz (h)		
	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d	0 d	15 d	30 d
Dosis (D)									
<i>0 mg L<sup>-1</sup></i>	32.98 b <sup>z</sup>	34.73 a	34.73 a	50.84 b	51.2 a	50.61 a	22.46 b	22.72 a	22.45 a
<i>2 mg L<sup>-1</sup></i>	34.16 a	34.79 a	34.41 a	52.27 a	51.3 a	49.82 a	22.97 a	22.71 a	22.12 a
<i>4 mg L<sup>-1</sup></i>	34.66 a	35.22 a	34.51 a	52.17 a	50.80 a	49.69 a	23.07 a	22.77 a	22.22 a
<i>6 mg L<sup>-1</sup></i>	34.94 a	35.15 a	34.65 a	52.23 a	51.2 a	49.45 a	22.93 a	23.21 a	22.21 a
Fecha									
<i>12 de septiembre</i>	33.80 b	35.09 a	34.43 a	50.91 b	50.2 a	49.35 b	22.17 b	22.45 a	22.01 b
<i>26 de septiembre</i>	34.68 a	34.99 a	34.47 a	52.32 a	51.0 a	49.66 b	23.12 a	23.11 a	22.17 b
<i>10 de octubre</i>	34.08 ab	34.83	34.56 a	52.40 a	51.5 a	50.66 a	23.29 a	23.00 a	22.58 a
D*F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns

<sup>z</sup>: Letras diferentes entre cada nivel dentro de cada factor indica diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

## 6. CONCLUSIONES

En 2023, ambas variedades mostraron alta sensibilidad al PBZ. En ‘Prestige Red’, el aumento en dosis redujo la altura y el área foliar, especialmente cuando el regulador se aplicó antes del inicio de los días cortos, sin afectar el área de bráctea ni el número de brotes. En ‘Primero Red’, el PBZ también disminuyó la altura y área foliar; sin embargo, el peso fresco de la flor fue el parámetro más sensible, con mayor respuesta a dosis altas y aplicaciones tardías.

Las aplicaciones de PBZ en septiembre de 2024, especialmente con dosis de 6 mg L<sup>-1</sup>, aceleraron la pigmentación de brácteas sin reducir la concentración de antocianinas. Siendo las dosis de 2 y 4 mg L<sup>-1</sup> las que mejoraron la estructura de la planta, mientras que la de 0 mg L<sup>-1</sup> presentó brácteas más brillantes.

Las dosis de 2 y 6 mg L<sup>-1</sup> aplicadas el 10 de octubre conservaron mejor la calidad poscosecha a los 45 días, sin embargo, para ambos ciclos de cultivo, el uso de PBZ no favorece ni empeora la senescencia de las plantas.

Se recomienda realizar aplicaciones de PBZ en un rango de 2 a 6 mg L<sup>-1</sup> durante el mes de septiembre, estableciendo como fecha límite el 30 de septiembre, con el fin de evitar retrasos en la pigmentación de las plantas. Entre las dosis evaluadas, la aplicación de 4 mg L<sup>-1</sup> resultó la más adecuada para obtener plantas con porte óptimo para la comercialización, alta calidad ornamental y buena durabilidad en vida poscosecha.

## 7. LITERATURA CITADA

- Ahmad, I., Whipker, B.E., Dole, J.M. (2015). Paclobutrazol or ancymidol effects on postharvest performance of potted ornamental plants and plugs. *Hortscience*, 50(9), 1370-1374. <https://doi.org/10.21273/hortsci.50.9.1370>
- Bailey, D. A., & Miller, W. R. (1990). Poinsettia Developmental and Postproduction Responses to Growth Retardants and Irradiance. *Hortscience*, 26(12), 1501-1503. <https://doi.org/10.21273/hortsci.26.12.1501>
- Blanchard, M. G., E. S. Runkle. (2008). Increasing stem elongation and bract size of poinsettia 'Freedom Red' with gibberellins and benzyladenine. *Acta Horticulturae*, 774: 209-216. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.774.26>
- Desta, B., Amare, G. (2021). Paclobutrazol as a plant growth regulator. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1): 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00199-z>
- Dole, J.M., Gibson, J.L. (2006). Cutting propagation. A guide to propagating and producing floriculture crops. Ball Publishing. 385 p.
- Ecke, P., J. Faust E., J. Williams, & Higgins, A. (2004). The Ecke Poinsettia Manual. Ball Publishing. Illinois, USA. 287 p.
- Faust, J. E., Korczynski, P. C., Klein, R. (2001). Effects os paclobutrazol drench application date on poinsettia height and flowering. *HortTechnology*, 11(4): 557-560.
- Liu, W., Tang, Y., Xie, Z., Zheng, G., Wu, T., Liu, J., & Lin, Z. (2025). Optimizing paclobutrazol application for regulation dwarfing in Ougan (*Citrus reticulata* cv. Suavissima): comprehensive insights from growth, photosynthesis, and physiological responses. *Plants*, 15(5), 763.

- Maheshwari, C., Garg, N. K., Singh, A., & Tyagi, A. (2024). Ameliorative effects of paclobutrazol via physio-biochemical and molecular manifestation in rice under water deficit stress. *Rice Science*, 31(5), 603-616. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2024.03.004>
- Mansuroglu, S., Karaguzel, O., Ortacesme, V., Sayan, S.M. (2009). Effect of paclobutrazol on flowering, leaf and flower colour of *Consolida orientalis*. *Pakistan Journal of Botany*, 41, 5, 2323-2332.
- McDaniel, G. L. (1986). Comparison of paclobutrazol, flurprimidol, and tetcyclasis for controlling poinsettia height. *HortScience*, 21(5): 1161-1163.
- McDaniel, G., Graham, E. T., & Maleug, K. R. (1990). Alteration of poinsettia stem anatomy by growth-retarding chemicals. *Hortscience*, 25(4): 433-435. <https://doi.org/10.21273/hortsci.25.4.433>
- Mortensen, L.M. (2000). Effects of air humidity on growth, flowering, keeping quality and wáter relations of four short-day greenhouse species. *Scientia Horticulturae* 86: 299-310.
- Niu, G., Heins, R., Carlson, W. (2002) Using paclobutrazol to control height of poinsettia 'Freedom'. *HortTechnology*, 12(2): 232-236.
- Olberg, M. W., & Lopez, R. G. (2016). Growth and development of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) finished under reduced air temperature and bench-top root-zone heating. *Scientia Horticulturae*, 210, 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.017>
- Posadas, B. C., Coker, C. E. H., Jackson, C., Knight, P. R., DelPrince, J. M., Langlois, S. A., & Ryals, J. B. (2023). Online survey of consumer preferences for poinsettia cultivars. *Horticulturae*, 9(4), 449. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9040449>

- Santos, S. M.E., Carvahlo, L.M., Nascimento, A.M.P., Mota, G.S., Carvalho, G.M.P., Vasconcelos, P.R., Reis, S.N., Nery, F.C. (2025). Use of paclobutrazol as a growth reduction strategy for ‘Vincet’s Choice’ ornamental flower. *Ornamental Horticulture*, 31: e313006.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2025). Cierre Agrícola por cCultivo. En línea. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado el 14 de mayo de 2025.
- SYNGENTA AGRO S.A. (2019). Bonzi ¡Esculpe tus sueños! Ribera de Loira, 8-10 – 28042 Madrid. [https://iclsf.com/uploads/IBERIA/General\\_Downloads/Ornamental%20Horticulture/CATALOGUES/bonzi\\_a4\\_8pp\\_brochure\\_esp\\_3.pdf](https://iclsf.com/uploads/IBERIA/General_Downloads/Ornamental%20Horticulture/CATALOGUES/bonzi_a4_8pp_brochure_esp_3.pdf). Recuperado el 13 de abril de 2023.
- Vargas-Domínguez, G., Alia-Tejacal, I., López-Martínez, V., Valdez-Aguilar, L.A., Juárez-López, P., Guillén-Sánchez, D., Pérez-Arias, G.A., Colinas-León, M.T. (2020). Reguladores de crecimiento en la calidad de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). *Acta Agrícola y Pecuaria*, 6: E0061010
- Velasco-Lara, D., De la Cruz-Guzmán, G.H., Mandujano-Piña, M., Arriaga-Frías, A., & Ramírez-Santiago, D. (2024). Dosis de paclobutrazol para modificar el aspecto visual de *Lilium* cv. Litouwen. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(3): e3662.
- Wilfret, G. J. (1984). Effect of planting date and growth regulators on poinsettia height. *Proceedings of Florida state Horticultural Society*, 97: 289-291.
- Wilfret, G.J. & Bell, M.L. (1998) Effect of paclobutrazol drenches on height of nine poinsettia cultivars. *Proc. Fla. State Hort Soc.* 111: 17-19.

Wu, Y., Liu, J., Zhao, D., Tao, J. (2022) Effect of paclobutrazol application on plant growth and flower quality in herbaceous peony. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 91(9): 2017-2032.

Xia, X., Tang, Y., Wei, M., & Zhao, D. (2018). Effect of paclobutrazol application on plant photosynthetic performance and leaf greenness of herbaceous peony. *Horticulture*, 4, 5, doi: 10.3390/horticulturae4010005



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Dirección

Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de febrero de 2026

**Asunto:** voto aprobación de tesis

**DR. LUIS PASTOR LARRACILLA JIMÉNEZ**  
**Encargado de Despacho de Dirección**  
**de la Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **EFFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN CALIDAD Y POSCOSECHA DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch)** que presenta el estudiante **Emiliano Cleofas Marquina**, mismo que fue desarrollado bajo mi dirección y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

**Atentamente**  
***Por una humanidad culta***

**DR. IRAN ALIA TEJACAL**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

#### Sello electrónico

IRAN ALIA TEJACAL | Fecha:2026-02-15 15:43:20 | FIRMANTE

Pvul3vOTgjQNLZAaBOYz3iWlpsaXHX/6OCrkHIHJt9qHY2+rEPJajQV1DMfKnk9vZR4S/N/ua+ZX/5Mxn5DKQUyYJHSTbKXUtRA8DxOrGfnnJsc1BQX3EkFeK+AixtME9q7y4CbC  
NI91bywgUEeSZ5aSyGFV0kNPKdbIOsp/tclEvUN4m4j2/HlvNK9NiqkexTmcNHUfrkOilsNAOm4Z6fwFLQQvYaCY83yi/OyBHdWWvZyISIBty0q0NMrvsPyB74MI3GQO9zv0A6y  
MLTct3j5p14OecfU2fRXvVWORaKy+JEhMqMJTHx8W1/1NDyv63Fjm5llgBprknoKnessw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[sG0mvCESR](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/LHXpXzdRnNxlwovvDISAb5QJK6ASZ9ak>



UAEM  
RECTORÍA  
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Dirección

Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de febrero de 2026

**Asunto:** voto aprobación de tesis

**DR. LUIS PASTOR LARRACILLA JIMÉNEZ**  
Encargado de Despacho de Dirección  
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **EFFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN CALIDAD Y POSCOSECHA DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch)** que presenta el estudiante **Emiliano Cleofas Marquina**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Iran Alia Tejacal** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

**Atentamente**  
*Por una humanidad culta*

**DRA. GLORIA ALICIA PÉREZ ARIAS**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

#### Sello electrónico

**GLORIA ALICIA PEREZ ARIAS** | Fecha:2026-02-16 13:52:59 | FIRMANTE

XU3a1VS2l0K+6Xef6fY+1z6wjvp0JO26V/NzELHFxchjMCGqY8SjmEWZQGYhHftrGiLvdn8GaYhcN4V1BXfpXdT87Q2uv6U3D7rv3AHifaWb0dQtmoMpc368FmJ3PFz7mG0ghQoyqNP6/6OIZNI4BKVyxQOyxJ8xn0m5HkASee5BHVDaFZTl8T8HaRb545OWGEEs4wxDR40mAAZ4Gq2544rJOWT+2ad4ucsSwKFTTY0JroLV9o4I4nBwQACw2SFbokSrPrpfgq+Dw4K5vKej6dS/rXK6o1oaarObztiXTgaZ28t1W5Mc2vxApZCPs6uN/Z2NDDl5sj3pML0B/BLA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[7elCD18ZI](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/3Sg3HWikPN1nRSLffPAOexhpqnlItSv>



UAEM  
RECTORÍA  
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Dirección

Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de febrero de 2026

**Asunto:** voto aprobación de tesis

**DR. LUIS PASTOR LARRACILLA JIMÉNEZ**  
**Encargado de Despacho de Dirección**  
**de la Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **EFFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN CALIDAD Y POSCOSECHA DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch)** que presenta el estudiante **Emiliano Cleofas Marquina**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Iran Alia Tejacal** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

**Atentamente**  
***Por una humanidad culta***

**DR. LUIS ALONSO VALDEZ AGUILAR**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

#### Sello electrónico

**LUIS ALONSO VALDEZ AGUILAR | Fecha:2026-02-14 11:10:16 | FIRMANTE**

QS5t0pseLWjk8lhjyKL9atfQNohO41N/zaH8ad8DcamZ5sLsSDVrfMrwczq2C/4aEQybNX0R6kpXbiZ6mEbrgS4WS7pNRWcTtYxRMexDAM5PoMijfLnD444tkbaVqbphay3RdzYZyW7GTQ+ijU+XMe/YUO0SA2++6iogCUh0ZB/k8DSpm7ZsR2cN3KEss4KmdZ2WMm/e+vp0OWxDQeCS7W1tXtuh2xInbGhYSwa8xncSQNx96kU18bgfYpFJ06OKBemUXywnPTZ4Cp3tI8C1YWpgK/3ONXYeeFYq05BIEB98unt/9lrx49KBcfZfeQU6Xh9MzN/aWgkhcq8eMdCuaA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[XrnNgcUk2](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/tRjyjvIFgCl7Djx0HXU1hN98uU3cpMX5>



UAEM  
RECTORÍA  
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Dirección

Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de febrero de 2026

**Asunto:** voto aprobación de tesis

**DR. LUIS PASTOR LARRACILLA JIMÉNEZ**  
**Encargado de Despacho de Dirección**  
**de la Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **EFFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN CALIDAD Y POSCOSECHA DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch)** que presenta el estudiante **Emiliano Cleofas Marquina**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Iran Alia Tejacal** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

**Atentamente**  
***Por una humanidad culta***

**DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

#### Sello electrónico

**PORFIRIO JUAREZ LOPEZ** | Fecha:2026-02-15 11:15:55 | **FIRMANTE**

NNw+UwzYi0R8ZsX//HtUdrf0npBi8KrUCaESdlko+W33gjfLZzYM+t6tKYlJqZX0zQuYJirJJvW6pSK/7+1FoQu14lhERqe+aJJZlf2ZUKqMHYV4yrbqtm7vR55begx/ByhUP1JGVtoRZtAFswy5d0IefneDj/gilMvSGhKQoR4YU8nVLKm1KGhop7y17ht4CzMe6WbtkVpbhgilUT9YcT57dFYZi5UL+eZxg1EiKLDHomi8TAi1Tl9gUTODkytHWacLM4JjEtqR+zdxok2rQqRnEZfi0h2eePmJgLUAgNLhSCimllzBlpsB+YicYZcr9/amQmVJXgIfkP37r807ahQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[rWNB9FsJi](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/vMEedXhPHFKR2MeKhpIRL8ZaqGaChc>



UAEM  
RECTORÍA  
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Dirección

Jefatura de Programas Educativos de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 12 de febrero de 2026

**Asunto:** voto aprobación de tesis

**DR. LUIS PASTOR LARRACILLA JIMÉNEZ**  
**Encargado de Despacho de Dirección**  
**de la Facultad de Ciencias Agropecuarias**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente le informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado **EFFECTO DEL PACLOBUTRAZOL EN CALIDAD Y POSCOSECHA DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch)** que presenta el estudiante **Emiliano Cleofas Marquina**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **Dr. Iran Alia Tejacal** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la estudiante continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

**Atentamente**  
***Por una humanidad culta***

**DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

#### Sello electrónico

**VICTOR LOPEZ MARTINEZ | Fecha:2026-02-17 08:14:14 | FIRMANTE**

kDHd8lBxXaRR0hz535FrBNp4+Ppz11zmuM9bPkSvko08cUeqGpgfM/mZJhfDHgszSxAo0ZQBURmejiuiF1nWsWXDkMVdPdzTmRQv1IU6uv5eCM5lGnqeb1S/sXuvkmoOi9/P38R8O+mNupwUp93vnVmP5jpk0gpV2pryyGRfLVhvCqwPOyjyLMz5ohvmGnlOm67r2/8xSiYu+xl7aFCT1sTxXle1GzKY1CLlGw69MjxGMMlIG7gvyYU+ztKEUHEzCSHY1O6wTghuchFbZbh3lvMs0dUAMXfVcx2ShUSXXRoLxh8vLcoaN1+amD0psQr0yfUjv0TprQEcZTsakJTLA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[T5fEn0ewh](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/JJHpPwDoaalC0s3d4bsdWamXJwf3X88o>



UAEM  
RECTORÍA  
2023-2029