



"Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre".

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

MANEJO POSTCOSECHA DE MARACA (*Zingiber spectabile*)

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA



**PRESENTA:
JULIO CÉSAR VÁZQUEZ HERNÁNDEZ**

CHAPINGO, MÉXICO, DICIEMBRE 2013



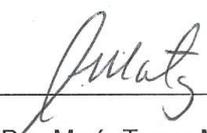
MANEJO POSTCOSECHA DE MARACA (*Zingiberspectabile*)

Tesis realizada por el C. Julio César Vázquez Hernández, bajo la dirección de la Dra. Sweetia Ramírez Ramírez y asesorada por la Dra. María Teresa Colinas León y la Dra. María Teresa Martínez Damián. Ha sido revisada y aprobada por el jurado examinador abajo indicado como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

Director: 
Dra. Sweetia Ramírez Ramírez

Secretario: 
Dra. María Teresa Colinas León

Vocal: 
Dra. María Teresa Martínez Damián

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor del presente trabajo, Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia JULIO CÉSAR VÁZQUEZ HERNÁNDEZ, es originario de Entabladero, Espinal Veracruz.

Realizó estudios de Educación Superior en la Universidad Autónoma Chapingo, en Texcoco, Estado de México, donde cursó la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo por permitirme continuar con mi superación profesional.

Al Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia, por el talento, la buena voluntad y la solidaridad de las personas que lo integran.

A la Dra. Sweetia Ramírez Ramírez, Directora del presente trabajo de investigación, por su apoyo, consejos y recomendaciones para que este proceso culminara exitosamente.

A la Dra. María Teresa Colinas León por su valiosa cooperación y asesoría en la realización del presente trabajo.

A la Dra. María Teresa Martínez Damián por su disponibilidad y colaboración en la realización de la tesis.

A todas aquellas personas con las que compartí buenos momentos durante mi estancia en la Maestría, gracias por su tiempo y por su amistad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico recibido para el cumplimiento de mis estudios de Maestría

DEDICATORIA

A la persona a la que dedico todos y cada uno de mis logros, a la persona a la que más admiro y respeto, Griselda Vázquez Hernández, mi madre.

Al padre que no me dio la vida pero que sí me mostro como vivirla y cómo afrontarla, a la persona que siempre ha sido ejemplo de valores y perseverancia, Agustín Cruz Santiago.

A mis hermanas, Mony y Paty, por quererme, soportarme y apoyarme en todo momento.

A quien ha estado a mi lado en todo momento, apoyándome, ayudándome, queriéndome, inspirándome, a ti Olivia.

A toda aquellas personas a las que tuve la fortuna de conocer estos años y aquellos amigos que han estado presentes alegrando los días y compartiendo buenos y grandes momentos. Sura, Oscar, Andrés, César; gracias por todo.

Índice general

Índice general.....	i
Índice de cuadros	iii
Índice de figuras	v
Índice de anexos	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
Objetivo general:.....	2
Objetivo particular	2
Metas	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos generales	3
2.2 Origen y distribución de <i>Zingiber spectabile</i>	3
2.3 Características botánicas.....	4
2.4 Requerimientos del cultivo.....	4
2.5 Requerimientos climáticos	4
2.6 Fisiología postcosecha en ornamentales tropicales	5
2.7 Punto de cosecha en flores de corte	5
2.7.1 Cosecha en <i>Zingiber spectabile</i>	6
2.8 Manejo postcosecha de flores cortadas.....	6
2.8.1 Manejo postcosecha en <i>Zingiber spectabile</i>	7
2.8.2 Respiración	7
2.8.3 Temperatura.....	8
2.8.4 Preenfriamiento	10
2.9 Disminución en la absorción de agua	11
2.10 Pérdida de peso.....	11
2.11 Senescencia en flores.....	12
2.12 Tratamientos para postcosecha en flores de corte	13

2.13	Carbohidratos	14
2.14	Reguladores de crecimiento	14
2.15.1	Citocininas.....	15
2.15.2	Giberelinas	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1	Localización	17
3.2	Material vegetal	17
3.3	Establecimiento del experimento	17
3.4	Diseño de experimental	18
3.5	Variables respuesta evaluadas.....	19
3.5.1	Variables físicas	20
3.5.2	Variables fisiológicas.....	20
3.6	Análisis de datos.....	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1	Variables físicas.....	24
4.1.1	Peso fresco	24
4.1.2	Consumo de agua.....	31
4.2	Variables fisiológicas	37
4.2.1	Carbohidratos.....	37
4.2.2	Clorofila	43
4.2.3	Carotenos.....	55
4.2.4	Etileno	61
4.2.5	Respiración (CO ₂)	65
V.	CONCLUSIONES	69
VI.	LITERATURA CITADA.....	71
VII.	ANEXOS	76

Índice de cuadros

Cuadro 1. Soluciones madre utilizadas en el experimento.....	18
Cuadro 2. Características generales de las inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> , al primer día en el laboratorio.....	24
Cuadro 3. Efecto de combinación Temperatura- AG ₃ en el peso fresco de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (g·tallo ⁻¹)	28
Cuadro 4. Efecto de combinación Temperatura- BA en el peso fresco de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (g·tallo ⁻¹)	29
Cuadro 5. Efecto de combinación AG ₃ - BA en el peso fresco de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (g·tallo ⁻¹)	29
Cuadro 6. Efecto de combinación Temperatura- AG ₃ en el consumo de agua de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (ml·tallo ⁻¹).....	35
Cuadro 7. Efecto de combinación Temperatura- BA en el consumo de agua de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (ml·tallo ⁻¹).....	36
Cuadro 8. Efecto de combinación AG ₃ - BA en el consumo de agua de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (ml·tallo ⁻¹).....	36
Cuadro 9. Efecto de combinación Temperatura- AG ₃ en contenido de azúcares totales en tallos de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gpf ⁻¹).....	41
Cuadro 10. Efecto de combinación Temperatura- BA en contenido de azúcares totales en tallos de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gpf ⁻¹).....	42
Cuadro 11. Efecto de combinación AG ₃ - BA en contenido de azúcares totales en tallos de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gpf ⁻¹)	42
Cuadro 12. Efecto de combinación Temperatura- AG ₃ en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹).....	54
Cuadro 13. Efecto de combinación Temperatura- BA en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹).....	54
Cuadro 14. Efecto de combinación AG ₃ - BA en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	55
Cuadro 15. Efecto de combinación Temperatura- AG ₃ en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	59

Cuadro 16. Efecto de combinación Temperatura- BA en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	59
Cuadro 17. Efecto de combinación AG ₃ - BA en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	60

Índice de figuras

Figura 1. Efecto de temperatura en el peso fresco de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (g·tallo ⁻¹)	25
Figura 2. Efecto de AG ₃ en el peso fresco de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (g·tallo ⁻¹)	26
Figura 3. Efecto de BA en el peso fresco de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (g·tallo ⁻¹)	27
Figura 4. Efecto de temperatura en el consumo de agua de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (ml·tallo ⁻¹)	32
Figura 5. Efecto de AG ₃ en el consumo de agua de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (ml·tallo ⁻¹)	33
Figura 6. Efecto de BA en el consumo de agua de inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (ml·tallo ⁻¹)	34
Figura 7. Efecto de temperatura en contenido de azúcares totales en tallos de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gpf ⁻¹)	38
Figura 8. Efecto de AG ₃ en contenido de azúcares totales en tallos de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gpf ⁻¹)	39
Figura 9. Efecto de BA en contenido de azúcares totales en tallos de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gpf ⁻¹)	40
Figura 10. Efecto de temperatura en contenido de clorofila a en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	44
Figura 11. Efecto de AG ₃ en contenido de clorofila a en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	45
Figura 12. Efecto de BA en contenido de clorofila a en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	46
Figura 13. Efecto de temperatura en contenido de clorofila b en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	47
Figura 14. Efecto de AG ₃ en contenido de clorofila b en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	48

Figura 15. Efecto de BA en contenido de clorofila b en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	49
Figura 16. Efecto de temperatura en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	51
Figura 17. Efecto de AG ₃ en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	52
Figura 18. Efecto de BA en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	53
Figura 19. Efecto de temperatura en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	56
Figura 20. Efecto de AG ₃ en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	57
Figura 21. Efecto de BA en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de <i>Zingiber spectabile</i> (mg·gps ⁻¹)	58
Figura 22. Efecto de temperatura en producción de etileno en inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (nL·gpf ⁻¹ ·h ⁻¹)	62
Figura 23. Efecto de AG ₃ en producción de etileno en inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (nL·gpf ⁻¹ ·h ⁻¹)	63
Figura 24. Efecto de BA en producción de etileno en inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (nL·gpf ⁻¹ ·h ⁻¹)	64
Figura 25. Efecto de temperatura en respiración (producción de CO ₂) en inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (mL·gpf ⁻¹ ·h ⁻¹)	66
Figura 26. Efecto de AG ₃ en respiración (producción de CO ₂) en inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (mL·gpf ⁻¹ ·h ⁻¹)	67
Figura 27. Efecto de BA en respiración (producción de CO ₂) en inflorescencias de <i>Zingiber spectabile</i> (mL·gpf ⁻¹ ·h ⁻¹)	68

Índice de anexos

Anexo 1. Cosecha de inflorescencias	76
Anexo 2. Selección de inflorescencias y aplicación de tratamientos.....	77
Anexo 3. Partes de inflorescencia tomadas como muestra.....	78
Anexo 4. Temperatura y humedad relativa del laboratorio donde se realizó el experimento.....	79
Anexo 5. Toma de datos de consumo de agua y peso fresco.....	80
Anexo 6. Toma de muestras para análisis de CO ₂ y etileno.	81
Anexo 7. Liofilización de muestras	82
Anexo 8. Análisis de muestras en espectrofotómetro	83
Anexo 9. Análisis de muestras en cromatógrafo	84

RESUMEN

Los efectos de temperatura, giberelinas y citocininas fueron evaluados en inflorescencias de *Zingiber spectabile* durante su postcosecha. Se usaron dos niveles de temperatura (10 y 15 °C), cuatro de giberelinas (AG₃ 00, 50, 100 y 200 mg·L⁻¹) y tres de citocininas (BA 00, 100 y 200 mg·L⁻¹). Se aplicaron en solución pulso por 2 horas, la temperatura se aplicó en simulación de transporte en seco por seis días en cámaras frigoríficas. A 10 °C las inflorescencias perdieron menos peso fresco y consumieron mayor cantidad de agua. Hubo mayor contenido de clorofilas con temperatura de 10 °C, la producción de CO₂ fue mayor en 15 °C.

Las giberelinas no tuvieron incidencias en peso fresco y consumo de agua, la dosis de 200 mg·L⁻¹ AG₃ generó un menor contenido de clorofilas y mayor producción de CO₂, se obtuvo un contenido de clorofilas y carotenos más bajo a medida que aumentaba la dosis. Las citocininas (BA) influyeron en peso fresco, ambas dosis (100 y 200 mg·L⁻¹) presentaron mayor peso fresco, en consumo de agua no se observaron diferencias significativas, en pigmentos las dosis de 200 mg·L⁻¹ de BA mostraron menor contenido de clorofilas pero mayor presencia de carotenos, no se notó una influencia de las citocininas en la producción de etileno y CO₂. Se recomienda aplicación de temperaturas de 10 °C pues se conserva mayor peso fresco, consumo de agua más elevado, la tasa de respiración es menor por lo que la degradación de pigmentos se reduce.

Palabras clave: *Zingiber spectabile*, temperaturas, giberelinas, citocininas, AG₃, BA

ABSTRACT

The effects of temperature, gibberellins, and Cytokinins were evaluated on inflorescences of *Zingiber spectabile* during postharvest. This was done using two temperatures levels (10 and 15 ° C), four levels of gibberellins (GA₃ 00, 50, 100 and 200 mg • L⁻¹) and three levels of Cytokinins (BA 00, 100 and 200 mg • L⁻¹). They were applied as pulse solution for 2 hours while the temperature was applied in dry transport simulation in refrigerated conditions for six days. Temperature had an effect on the evaluated physical variables. Fresh weight loss was lower and water consumption was greater in inflorescences kept at 10°C. Moreover, chlorophyll content was higher at 10°C, and production of CO₂ was higher at 15°C. Gibberellins had no significant effects on fresh weight and water consumption while application of 200 mg • L⁻¹ GA₃ resulted in lower chlorophyll content and increased production of CO₂. Compared to the no Cytokinins treatment fresh weight of inflorescences was greater when Cytokinins were applied at 100 and 200 mg • L⁻¹) with no differences in water consumption. Compared to the 00 and 100 mg • L⁻¹ BA the treatment with 200 mg • L⁻¹ BA showed lower chlorophyll content with a greater presence of carotenoids. There were no significant effects of cytokinins application on production of ethylene and CO₂. Application of 10 ° C is recommended because it preserves more fresh weight, higher water consumption, the respiration rate is lower so that degradation of pigments is reduced.

Key words: *Zingiber spectabile*, temperatures, gibberellins, cytokines, GA₃, BA

I. INTRODUCCIÓN

Las especies ornamentales tropicales recientemente han empezado a tener un auge en el mercado nacional, debido a las flores con colores vistosos y llamativos, las formas variadas y caprichosas, el tamaño generalmente grande; por estas características son consideradas como exóticas y muy apreciadas como flor de corte para la elaboración de arreglos florales.

México posee una gran riqueza vegetal, dentro de las especies tropicales, la familia Zingiberaceae tiene varias especies de producción ornamental. Se incluyen 47 géneros con cerca de 1300 especies, en esta familia se encuentra el género *Zingiber*, con plantas conocidas comúnmente como ginger, jengibre o maracas.

En regiones tropicales, la maraca (*Zingiber spectabile*) o ginger ornamental representa una alternativa de cultivo, principalmente porque puede adaptarse a plantaciones ya existentes de café o a la flora de la zona, puesto que necesita sombra para su correcto desarrollo.

El manejo postcosecha de la maraca (*Zingiber spectabile*), toma un papel importante puesto que de este depende la calidad con que llega la flor al destino final, que serían regiones en el centro y norte de nuestro país, ya que en estos lugares este tipo de flores tienen un valor más elevado pues son vistas como exóticas y poco conocidas.

En México esta especie ha empezado a tener reconocimiento en la zona centro del país, pues ya se puede ver en distintos arreglos florales y se puede encontrar en diversos mercados y florerías, lo que indica el potencial comercial que tiene esta flor.

1.1 Objetivos

Objetivo general:

- Determinar la vida útil en florero para *Zingiber spectabile*.

Objetivo particular

- Evaluar el comportamiento postcosecha de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, con diferentes tratamientos de ácido giberélico, citocininas y bajas temperaturas.

Metas

Desarrollar una metodología de manejo postcosecha de la maraca (*Zingiber spectabile*) que permita conservar por mayor tiempo la calidad y alargar la vida postcosecha de estas flores.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales

La familia Zingiberaceae, del orden Zingiberales, está constituida por más de 53 géneros y más de 1 200 especies nativas de regiones tropicales, especialmente del sur y surestes de Asia, expandiéndose hasta África tropical y América central y del sur. Las especies crecen en hábitats sombreados o semisombreados, ricos en humus. Muchas especies de la familia tienen valor económico proporcionando alimento (almidón de rizomas), perfumes, condimentos con propiedades aromáticas, colorantes, fibras, además de potencial ornamental que se destaca por la belleza de su follaje y de la inflorescencia (Lima, 2007).

El género de la familia Zingiberaceae, Zingiber fue primero llamado Zinziber en 1754 por Miller. La ortografía modificada fue publicada seis años más tarde por el botánico alemán George Boehmer. Aunque la derivación original de la palabra es discutible, la palabra latina más común para la ginger comestible (*Z. officinale*) siempre fue “zinziber”, la planta ha sido conocida y utilizada en Europa desde tiempos romanos. En latín tardío “zinziber” se convirtió en “gingiger” y directamente produjo la palabra en inglés “ginger” (Branney, 2005).

Zingiber es un género de hasta 150 especies todas nativas del sur y sureste de Asia, con concentraciones particulares en Tailandia y el sur de China. Casi todas las especies son tropicales o subtropicales en su origen (Branney, 2005).

2.2 Origen y distribución de *Zingiber spectabile*

Nombrada por William Griffith como la Zingiber “showy” o “llamativa” (*spectabile*), la planta también ha sido conocida como ginger colmena en referencia a sus magníficas inflorescencias. *Zingiber spectabile* es nativa del sur de Tailandia, Malasia peninsular y Sumatra donde las plantas crecen con mucha sombra en los densos bosques tropicales. Sorprendentemente han demostrado ser tolerantes a varios grados de heladas, aunque requieren un prolongado periodo para florecer (Branney, 2005).

2.3 Características botánicas

Bajo condiciones óptimas, *Zingiber spectabile* puede crecer hasta 4.5 m de alto. Las hojas lanceoladas tienen un tamaño de 30-50 cm x 6-10 cm, glabras o ligeramente pubescentes en la base inferior (Chee, 2010). Produce inflorescencia terminal profusa que tiene una forma cilíndrica que se asemeja a una maraca, sus brácteas son de color amarillo brillante, y como se marchitan a ser de color rosado rojizo. Estas inflorescencias se sostienen por un tallo erecto de 0.30 m a 0.80 m que se origina directamente del rizoma, están completamente separadas de los tallos vegetativos. Puede tener un diámetro de hasta 12.0 cm. Los tallos vegetativos viejos se marchitan y se utilizan para la propagación. La planta tiene crecimiento vigoroso, y es fácil de trasplantar. Dentro de las brácteas de inflorescencias, flores aparecen coloración delicada blanco (Logues *et al*, 2008).

2.4 Requerimientos del cultivo

El suelo debe ser rico en materia orgánica y con buena capacidad de retención de humedad, además bastante fértil. Se requieren riegos constantes y drenaje eficiente. Puede ser por aspersión, microaspersión, goteo, con una misma infiltración. Se debe mantener el suelo húmedo y regar regularmente cuando falte el agua de lluvia, para mantener la humedad de la tierra, sin causar exceso de humedad. Como toda Zingiberaceae, la maraca es bastante sensible a la falta de humedad, debido a su tamaño y vigor estas plantas utilizan bastante agua, pudiendo afectar mucho la calidad y la productividad (Lamas, 2004).

2.5 Requerimientos climáticos

Zingiber spectabile florece y prospera en lugares expuestos al sol, pero tiene preferencia por sitios con sombra parcial, sin comprometer el brillo, hace que la productividad se incremente. Se requiere protección contra el viento. El rango

adecuado de temperatura para el cultivo se sitúa entre 22 y 35 ° C, y humedad relativa entre 60-80 % (Lamas, 2004).

2.6 Fisiología postcosecha en ornamentales tropicales

Las flores, hojas u otras partes comerciales de plantas se mantienen con una apariencia fresca por largo periodo, si estas se cosechan en el estado apropiado de desarrollo, y reciben las apropiadas condiciones de manejo de pre-cosecha, tales como nutrición, intensidad de luz y temperatura, que son factores que afectan la calidad de la flor. Las flores de alta calidad son firmes y tienen substancia, términos que probablemente justifiquen el alto contenido de materia solida comparado a flores suaves y raquíticas que han crecido bajo condiciones forzadas (Aguilar, 1995; citado por Escalona 2008).

2.7 Punto de cosecha en flores de corte

El punto de cosecha de una flor o inflorescencia se relaciona con muchos factores, entre los cuales se incluyen la maduración, la hora de la cosecha, época del año, distancia del mercado, la exigencia del consumidor y la demanda. Por otra parte, las condiciones del cultivo en precosecha, la intensidad de la luz y temperaturas altas durante la comercialización, afectan la calidad de las flores de corte. La madurez fisiológica se define como un punto en el que el producto puede ser cosechado continuando, si es necesario, su desarrollo, para lograr su más alta calidad. (Staby *et al.*, 1976, citados por Lima, 2007).

Las flores destinadas para almacenamiento o transporte son generalmente cortadas en un estado de madurez más precoz, siempre que se mantenga la longevidad en florero. Algunas flores son cosechadas en botón (rosas, gladiolos, iris) porque continúan su desarrollo en agua después de la cosecha. Otras, como orquídeas, anturios y gerberas no completan totalmente su apertura floran cuando son colocadas en agua (Nowak *et al.*, 1991).

Las inflorescencias de heliconia tienen que ser cosechadas cuando llegan a un estado de madurez adecuado, ya que la apertura de brácteas adicionales no ocurre después del corte. De ese modo, heliconias “Golden Torch” y “Andrómeda”, dependiendo del efecto deseado, se pueden cosechar cuando tengan de una a tres brácteas abiertas (Lima, 2007).

2.7.1 Cosecha en *Zingiber spectabile*

La cosecha debe realizarse en horarios en los que la temperatura sea más baja, y las inflorescencias, llevadas rápidamente a sitios adecuados para prepararlas para comercialización. Desde el campo de la cosecha, los tallos de debe permanecer sumergido en agua. Los tallos florales de maraca pueden ser cosechados en el punto en que las inflorescencias presentan el diámetro mayor que la longitud. Inflorescencias de hasta 18 cm tienen una mayor durabilidad. Por encima de este tamaño, pueden perder la turgencia, poniendo en peligro la belleza. En cuanto a la calidad, se considera la inflorescencia Tipo A cuando los terminales de las brácteas están cerrados, el pseudotallo presenta una longitud superior a 40 cm y diámetro mínimo de 1 cm (Logues *et al*, 2008)

2.8 Manejo postcosecha de flores cortadas

Debido a las características intrínsecas de las flores cortadas, que en general son estructuras muy perecederas, su manejo postcosecha se basa principalmente en el uso de bajas temperaturas y soluciones diversas, que van desde agua sola hasta mezcla de compuestos en concentraciones que varían según las especies y el destino de las mismas (Morales, 1994).

La mayoría de las flores deben ser manejadas como productos altamente perecederos: ser refrigeradas inmediatamente después de la cosecha, para evitar la pérdida de humedad, remover el calor del campo para ayudar a retrasar el deterioro. Las flores deben moverse rápidamente a lo largo de los canales de comercialización (Hardenburg *et al*, 1988).

Además de la temperatura y la humedad relativa, deben considerarse otros aspectos fundamentales para prolongar la vida de las flores cortadas: balance

hídrico adecuado, suministro adecuado de sustratos respiratorios, evitar o controlar la exposición al etileno y control de ataque de patógenos (Morales, 1994).

La recolección de la planta en el estado de madurez adecuado es crucial para mantener una buena calidad durante su transporte y comercialización. El estadio de recolección dependerá de la época del año (Zagory *et al.*, 1992).

La mayoría de las flores deben ser cortadas en la etapa que permita el desarrollo floral subsecuente y asegure una razonable longevidad. Algunas se recolectan en la etapa de botón cerrado. Los botones son más fáciles de manejar y menos susceptibles a los daños físicos y a las condiciones ambientales perjudiciales, tales como la temperatura. (Hardenburg *et al*, 1988)

2.8.1 Manejo postcosecha en *Zingiber spectabile*

En el manejo posterior a la cosecha, primero los tallos se sumergen en agua para quitar el calor de campo. A continuación, se lleva a cabo la limpieza de las inflorescencias y tallos con detergente neutro y eliminación de insectos, después del lavado, se hace una inmersión de las inflorescencias de cinco minutos en una solución con un insecticida. Los tallos son examinados individualmente y se sumergen en agua limpia durante 15 minutos a dos horas para la hidratación. Después de este proceso, el exceso de agua de brácteas interiores debe ser removido y la base de los tallos colocados en agua, a continuación se empaquetan. (Logues *et al*, 2008)

2.8.2 Respiración

Frutas frescas, vegetales y flores respiran a través de complejas series de reacciones químicas. Los almidones y azúcares almacenados en sus tejidos se convierten en dióxido de carbono y agua, un proceso que utiliza la energía de las reservas de alimentos almacenados y oxígeno desde el aire circundante. Si la

absorción de oxígeno es restringida, la respiración normal no puede proceder y la fermentación rápida destruye el producto. (Mitchell *et al.*, 2002)

La respiración es regulada por la acción catalítica de moléculas de proteínas llamadas enzimas. La actividad enzimática es sensible a la temperatura y aumenta alrededor de dos a cuatro veces por cada 10°C de aumento de temperatura hasta temperaturas de aproximadamente 25° a 30° C. Por encima de este rango de temperatura, el aumento de las tasas de respiración es lento y el producto muere a temperaturas más altas (Mitchell *et al.*, 2002).

La respiración causa el agotamiento de los fotosintatos acumulados (principalmente carbohidratos) y la rapidez con que desaparecen determina muchas veces la duración de las flores. El almacenamiento refrigerado es extraordinariamente efectivo en retardar la respiración y, en consecuencia, preservar la fuente de alimentos (Hardenburg *et al.*, 1988).

2.8.3 Temperatura

Tener la temperatura apropiada es siempre importante en la comercialización de plantas ornamentales (Zagory *et al.*, 1992). La temperatura es el mayor determinante de la tasa de deterioro de los productos frescos y la vida potencial de mercado (Mitchell *et al.*, 2002). El control inapropiado de la temperatura es una de las más importantes causas de pérdida, particularmente, cuando las flores se exponen a temperaturas cálidas, durante largo tiempo, y a su vez, mantener las flores a temperaturas muy bajas puede causar deterioro por enfriamiento en algunas de ellas (Hardenburg *et al.*, 1988).

La temperatura baja es el principal aspecto para tener en cuenta cuando queremos conservar productos vivos almacenados. De la temperatura existente en el almacenamiento posterior al corte, dependerá el tiempo de vida en el uso final de la flor (Klasman, 2001).

La temperatura baja incide:

- Reduciendo la tasa respiratoria del material vegetal.
- Disminuye la pérdida de agua por transpiración.

- Con menor sensibilidad frente al gas etileno.
- Bajando la proliferación de microorganismos.
- Dando más tiempo para procesar la mercadería

Las altas temperaturas aceleran el desarrollo de las flores y la senescencia y las temperaturas bajas disminuyen la tasa de respiración, en el caso de la mayoría de las flores tropicales no deben de mantenerse a temperaturas inferiores de 10°C. Mientras que las flores provenientes de climas más templados se mantienen en buen estado entre temperaturas de 0 y 2°C. (Zagory *et al.*, 1992)

El almacenamiento refrigerado es muy eficaz la reducción de la respiración, en el mantenimiento de fuentes reservas y en consecuencia prolongar la vida postcosecha (Oliveira, 1996; citado por Mosca *et al.*, 2009). Mientras que según Moraes (1999), las flores de origen tropical no toleran temperaturas muy bajas, ya que pueden presentar pérdidas de integridad de la membranas y variaciones en la actividad enzimática.

En el caso de *Alpinia purpurata* al ser flores muy sensibles al corte bajo el sol fuerte se puede ocasionar marchitamiento a las inflorescencias. Por eso se recomienda realizar la cosecha en horarios donde la temperatura es más baja y con la participación de dos personas, una para realizar los cortes y otra para transportar las flores hasta el lugar de almacenamiento. De esta forma se torna más pequeño el tiempo que pasan las flores fuera del agua (Ferraz y Loges, 2008)

La temperatura del agua o solución donde se pondrán las flores también es importante, según Estrada (2003), tratamientos con agua a 5° C favorecen el crecimiento postcosecha de los tallos florales de tulipán.

En el caso *Zingiber spectabile*, Mosca *et al.* en 2009 encontraron que la temperatura de 13 °C tuvo una reducción eficiente de la pérdida de peso fresco de los brotes.

El medio ideal para el almacenamiento y transporte de *Zingiber spectabile* es un medio refrigerado a una temperatura de 15 - 18 °C y alta humedad relativa. Cuando se exponen a bajas temperaturas, las inflorescencias presentan principios

de marchitamiento y oscurecimiento de las brácteas, además de promover la deshidratación (Lamas, 2004).

2.8.4 Preenfriamiento

El preenfriamiento y el almacenamiento refrigerado de las flores cortadas y el follaje acompañante bajo alta humedad son igualmente importantes para mantener la calidad de las flores cortadas. El preenfriamiento debería aplicarse tan pronto sea posible luego de la cosecha. Esto debería hacerse antes, durante o posterior al tratamiento con preservantes. Algunas flores suelen ser almacenadas en seco por períodos, hasta que se cuenta con suficiente material en fechas determinadas. El preenfriamiento es irremplazable cuando los tallos florales son puestos en envolturas impermeables de los paquetes o en cajas para ser almacenadas. Cuando las flores se ponen en cajas, inmediatamente deben ser preenfriadas manteniendo los orificios externos de las cajas abiertas, para poder eliminar el calor que traen del campo y el propio calor producido por la respiración. Hoy se cuenta con elementos de muy bajo costo para proceder al preenfriamiento de un grupo reducido de cajas, que se almacenan en un cuarto frío. El equipo consiste en un extractor portátil de aire que fuerza al aire frío de la cámara a pasar por el interior de las cajas que se encuentran agrupadas, dejando un hueco por donde se ubica el extractor y una cobertura impermeable que lo convierte en una minicámara desde la cual se fuerza el pasaje del aire. La disposición de los paquetes en las cajas debe ser tal que no bloquee el paso del aire a través de la caja para que el aire salga por el otro extremo. El tiempo que toma la operación de preenfriado puede ser de una hora, mientras que si se quiere enfriar la caja cerrada con las flores, esto puede llevar más de un día con grave perjuicio posterior para la vida en florero de las flores no preenfriadas. Luego del preenfriamiento, las flores serán entonces, almacenadas, transportadas y comercializadas a la temperatura apropiada para cada tipo de especie (Klasman 2001).

2.9 Disminución en la absorción de agua

La deshidratación es uno de los problemas más complejos de postcosecha en el manejo de las flores cortadas, el primer ejemplo es el de “cuello doblado” (Reid, 1981; citado por López, 2007). El marchitamiento y arrugamiento dañan gravemente el aspecto de los productos y reducen el atractivo para el consumidor de un producto y el valor del mismo; además de que la pérdida de peso como consecuencia de la pérdida de agua es pérdida directa en mercado (Mitchell *et al.*, 2002).

Pérdidas de humedad del 3 a 6% son suficientes para producir un marcado desmejoramiento de la calidad de muchos productos (Hardenburg, 1988). El agua se pierde de los productos en forma de vapor de agua (Mitchell *et al.*, 2002). Generalmente, la pérdida de agua es más acentuada durante las primeras horas o los primeros días de almacenamiento, periodo durante el cual el producto se va enfriando (Hardenburg, 1988).

La pérdida de humedad a menudo puede reducirse al mínimo con el uso de embalajes protectores, complementarios de los beneficios que proporcionan la refrigeración y la humedad elevada. Materiales plásticos, tales como las películas de polietileno, pueden ser usados para hacer paquetes de tamaño pequeño, destinados directamente al consumidor (Hardenburg, 1988).

2.10 Pérdida de peso

La pérdida de agua es una de las causas más importantes del deterioro de las cosechas durante el almacenamiento. La mayoría de las frutas y legumbres contienen entre el 80 y el 95 % de agua de su peso total, parte de la cual se puede perder por evaporación. Esta pérdida de agua de los tejidos vivos es lo que se conoce como transpiración; esta debe ser reducida al mínimo para evitar la pérdida de peso, el encogimiento y el marchitamiento del producto disponible para la venta, se puede controlar observando cuidadosamente las recomendaciones que se dan en relación con las temperaturas y las humedades relativas óptimas.

Parte de la pérdida de peso se debe a la pérdida de carbono en el proceso de respiración; pero es sólo una pequeña parte del total (Hardenburg, 1988).

La intensidad de la transpiración puede reducirse aumentando la humedad relativa, bajando la temperatura del aire, reduciendo el movimiento de aire y usando envolturas protectoras. La humedad relativa óptima, para el almacenamiento de la mayoría de las cosechas hortícolas, se encuentra entre el 85 y 100 %. La pérdida de agua bajo humedad relativa dada es más rápida cuando mayor sea la temperatura. No todos los productos pierden agua con la misma intensidad, cuando se almacenan de manera semejante. La cantidad perdida difiere según sea el tipo de tejido que protege la superficie expuesta y según sea el área por unidad de volumen (Hardenburg, 1988).

2.11 Senescencia en flores

Como producto vegetal, después de la cosecha, flores sufren alteraciones bioquímicas, fisiológicas y estructurales, constituyendo el proceso de senescencia, el cual está relacionado con la disminución de contenido de agua, la reducción de las reservas, aumento de la producción y acción del etileno y la reducción de la absorción de agua. (Chitarra y Chitarra, 1990; citados por Mosca *et al.*, 2009)

La senescencia de la flor está genéticamente programada, moderada por fenómenos ambientales, los cuales están aparentemente controlados en gran parte por diferentes hormonas (Halevy y Mayak, 1979).

La senescencia de la flor se acelera cuando se separa de la planta, lo que determina que en pocos días la flor pierda su valor comercial. Se considera como longevidad de la flor el tiempo que ésta conserva sus cualidades decorativas, es decir, el tiempo que tardan en aparecer claros síntomas de marchitez. Este proceso de senescencia está programado genéticamente y controlado por la hormona etileno, produciéndose los cambios relacionados con él por la expresión de genes específicos (Van Alvorst y Bovy, 1995; citados por de La Riva, 2011). Además, al inicio de la senescencia de determinadas especies de flor cortada se produce un ligero aumento de peso durante los primeros días desde la recolección

y posteriormente éste desciende de forma muy acusada, coincidiendo con el inicio de la pérdida de peso fresco, también comienza a aumentar la tasa de producción de etileno. Por ello, los primeros síntomas de envejecimiento se detectan cuando se inicia la producción de etileno, lo que coincide también con el descenso del peso fresco (Woodson y Lawton, 1988; citados por de La Riva, 2011).

2.12 Tratamientos para postcosecha en flores de corte

La longevidad de las flores se define como el tiempo que las flores mantienen las propiedades decorativas, es decir, el tiempo desde el corte hasta que surgen los síntomas visibles de senescencia. La calidad y la longevidad de las flores almacenados o transportados podrán incrementarse mediante el tratamiento con soluciones de acondicionamiento específicos o solución rápida absorción (fortificación), e inmediatamente antes o después de su almacenamiento o transporte (Halevy y Mayak, 1981).

El uso de soluciones preservadoras para el mantenimiento de la calidad poscosecha de *Heliconia angusta* puede triplicar el periodo de longevidad floral. Según Castro (1993) como solución conservante para *H. angusta*, se recomienda el uso de una combinación de 200 g L⁻¹ de sacarosa, 0,2 g L⁻¹ de ácido cítrico, 0,3 g de L⁻¹ citrato de 8-hidroxiquinolina (8-HQC), 0,05 g L⁻¹ de nitrato de plata y 0,005 g L⁻¹ de ácido giberélico (GA) para el mantenimiento y para la solución de fortificación, se cambia la concentración de ácido giberélico a 0,05 g L⁻¹ (Lima, 2007).

Un tratamiento bastante difundido en la cadena productiva de flores de corte, cuyo principal objetivo es el de mantener la calidad durante la vida postcosecha es el uso de soluciones preservadoras, definidas como sustancias que presentan en su composición una gran concentración de azúcares, ácidos orgánicos, inhibidores de síntesis del etileno, bactericidas, que pueden ser aplicados durante todas las etapas de la cadena, desde los momentos iniciales hasta después de la cosecha. (Tagliacozzo *et al.*, 2005). Además el pH ácido de las soluciones preservativas

afecta significativamente la absorción de agua, longevidad floral y calidad de la flor (Patiño, 1994)

En las inflorescencias de ginger roja (*Alpinia purpurata*) la mejor calidad comercial de se obtiene cuando tallos de las flores se mantienen en soluciones pulso de extractos de anís estrella y de estevia al 1 % y en solución de sacarosa al 2 %, no presentando diferencia estadística (Sant'Anna *et al.*, 2010)

2.13 Carbohidratos

Los carbohidratos son las principales fuentes de nutrición para las flores y una fuente de energía necesaria para mantener todos los procesos bioquímicos y fisiológicos después de la cosecha. Los azúcares son la base fundamental de los procesos para prolongar la vida en florero, para la manutención de estructuras y funciones de mitocondrias, para promoción de balance hídrico a través de la regulación de la transpiración y para un aumento en la absorción de agua (Nowak y Rudnicki, 1990).

La sacarosa aplicada exógenamente restablece el azúcar invertido para respirar durante o después del almacenamiento. Esto evita la degradación de las proteínas, lípidos y ácidos ribonucleicos, el mantenimiento de la integridad de la membrana y su estructura, la función mitocondrial mediante la inhibición de la producción y la acción del etileno, la promoción de equilibrio de líquidos y la regulación de apertura de los estomas (Nowak *et al.*, 1991)

Patiño (1994) encontró que la concentración de sacarosa al 20 % incrementa la longevidad de los tallos florales de ave de paraíso sin causar efectos tóxicos; la sacarosa al 20 % solo tiene buenos resultados cuando se emplea con cicocel a una concentración de 40 mg•L⁻¹.

2.14 Reguladores de crecimiento

Los reguladores de crecimiento también se utilizan en soluciones conservantes. Estos consisten en hormonas sintéticas de acciones fisiológicas, así como

sustancias que impiden la acción de sustancias hormonales produce de forma endógena. Puede ser aplicado a las flores cortadas, solo o combinado con otras sustancias. Los reguladores de crecimiento proporcionan el principio, la aceleración o la inhibición de diversos procesos bioquímicos y fisiológicos en las plantas. Es posible retardar el proceso de senescencia de las flores, la aplicación de reguladores de crecimiento (Oliveira, 1996).

2.15.1 Citocininas

Las citocininas se utilizan a menudo para extender la vida en el jarrón de flores. Este grupo de reguladores de plantas se han utilizado para extender la longevidad de los claveles, tanto por la disminución de la sensibilidad de las flores a etileno, como mediante la inhibición de la producción de etileno (Oliveira, 1996).

La utilización de tratamientos con benziladenina (10 μM) permite mantener la calidad de la flor de *Alpinia purpurata* para períodos más largos y a tasas de respiración más baja (Mattiuz *et al.*, 2005)

2.15.2 Giberelinas

Cruz *et al* (2008) realizaron tratamientos con AG_3 en *Zingiber spectabile*, cuyo uso es factible hasta el noveno día después de la cosecha, cuando las inflorescencias comenzaron a mostrar una disminución en su calidad comercial. En este trabajo, el uso de AG_3 en los tallos florales fue eficiente en el mantenimiento de la calidad después de la cosecha, retrasar en dos días la apertura de las brácteas laterales. El AG_3 a concentraciones de $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ incrementa la apertura y la longevidad de la flor de ave del paraíso (López, 1997)

Escalona (2008) evaluó el comportamiento postcosecha de tres materiales de bastón del emperador (*Etilingera elatior*), los materiales fueron "Rojo", 'Porcelana' y "Rosado", con diferentes concentraciones de ácido giberélico y encontró que el material "Rojo" presentó mejor apariencia, color, y menor incidencia de

enfermedades; así como, la mayor longevidad en florero, alcanzando de 19 a 21 días las concentraciones de 50 y 100 mg·L⁻¹ de ácido giberélico en relación al testigo

Para López (1997) el peso fresco es una mejor forma de evaluar el comportamiento de postcosecha, por el cambio que presenta esta variable a través del tiempo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El experimento se realizó durante el 2012, en el Laboratorio de Fisiología de frutales del Departamento de Fitotecnia en la Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carr. México-Texcoco, Chapingo, Estado de México

3.2 Material vegetal

Se utilizaron inflorescencias de la especie *Zingiber spectabile*, de color amarillo en tamaño mediano. Mismas que se adquirieron en Zapoapan, municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz. Se cultivaron a cielo abierto y cosechadas el 19 de junio de 2012. Se cosecharon de manera manual en la base del rizoma, después de ser cortadas fueron lavadas e hidratadas en unos tanques de agua. Se transportaron a granel en una camioneta.

3.3 Establecimiento del experimento

Una vez que se tuvieron las inflorescencias en el laboratorio, estas fueron seleccionadas de acuerdo con los tratamientos, se cuidó que las inflorescencias de cada tratamiento fueran lo más homogéneas posibles, teniendo en cuenta la forma, el color y el tamaño; la selección se hizo de manera visual. Separando 7 tallos por repetición, cada tratamiento conto con 5 repeticiones; por lo que en total se tuvieron 35 tallos por tratamiento, se cortó parte de la base del tallo para que cada uno quedara de 40 cm.

Se prepararon las soluciones madre para posteriormente obtener las soluciones pulso para cada tratamiento (Cuadro 1), estas soluciones fueron para citocininas (BA) y giberelinas (AG₃), con estas soluciones madre se procedió a realizar las mezclas y se utilizó agua como testigo.

Cuadro 1. Soluciones madre utilizadas en el experimento

Número de solución	Composición
1	50 mg·L ⁻¹ AG ₃
2	100 mg·L ⁻¹ AG ₃
3	200 mg·L ⁻¹ AG ₃
4	100 mg·L ⁻¹ BA
5	200 mg·L ⁻¹ BA

Una vez preparadas las mezclas se procedió a sumergir los tallos en recipientes con 1 litro de solución y se dejaron por 2 horas, posteriormente fueron empacados en cajas de cartón, una caja por tratamiento, y se almacenaron en cámaras frigoríficas con la finalidad de aplicar el tratamiento de temperatura, la temperatura de las cámaras fue de 10 y de 15 °C. Pasados 5 días las inflorescencias fueron puestas en floreros, esta vez se separaron por tratamiento y por repetición, y se procedió a realizar las evaluaciones y tomas de muestras.

3.4 Diseño de experimental

El diseño experimental que se utilizó fue un Completamente al Azar con diseño de tratamientos factorial de tres factores (4*3*2), que correspondió a dos tipos niveles de temperatura, cuatro niveles de AG₃ y tres niveles de BA, dando como resultado 24 tratamientos con cinco repeticiones, obteniendo un total de 120 unidades experimentales.

Cuadro 2. Tratamientos aplicados durante el experimento

AG ₃ (00 mg · L ⁻¹)	BA (00 mg · L ⁻¹)	10 ° C
	BA (100 mg · L ⁻¹)	15 ° C
	BA (200 mg · L ⁻¹)	10 ° C
AG ₃ (50 mg · L ⁻¹)	BA (00 mg · L ⁻¹)	15 ° C
	BA (100 mg · L ⁻¹)	10 ° C
	BA (200 mg · L ⁻¹)	15 ° C
AG ₃ (100 mg · L ⁻¹)	BA (00 mg -L)	10 ° C
	BA (100 mg -L)	15 ° C
	BA (200 mg -L)	10 ° C
AG ₃ (200 mg · L ⁻¹)	BA (00 mg -L)	15 ° C
	BA (100 mg -L)	10 ° C
	BA (200 mg -L)	15 ° C

3.5 Variables respuesta evaluadas

De manera inicial se realizó una caracterización física general de las inflorescencias, tomando una muestra al azar de 30 flores, a las cuales se les midió lo siguiente:

- Diámetro de tallo
- Diámetro de inflorescencia
- Peso de inflorescencia
- Longitud de inflorescencia
- Apariencia (color de manera visual)
- Textura

Durante el experimento se evaluaron dos tipos de variables: físicas y fisiológicas.

3.5.1 Variables físicas

En estas evaluaciones se utilizó un tallo por repetición el cual fue el mismo utilizado en todas las mediciones, las evaluaciones se hicieron diariamente.

3.5.1.1 Consumo de agua

Se evaluó colocando 200 ml de agua corriente en una probeta de 500 ml con un tallo floral de maraca, cada 24 horas se midió el agua en la probeta y posteriormente se procedió a aforar nuevamente a 200 ml, para la medición del día siguiente; el consumo de agua fue calculado por diferencia de volúmenes entre el volumen inicial (200 ml) y el volumen final.

3.5.1.2 Peso fresco

Se obtuvo mediante mediciones realizadas diariamente, a los mismos tallos utilizados en la evaluación de consumo de agua, cada tallo se pesó en una balanza electrónica y la pérdida de peso fue la diferencia entre mediciones.

3.5.2 Variables fisiológicas

Para estas evaluaciones se tomaron muestras de tallos y de inflorescencia los días 1, 3, 6, 8 y 10 del experimento, las partes de la inflorescencia utilizadas se pueden observar en el Anexo 1. Al ser un método destructivo se utilizó una inflorescencia por unidad experimental cada vez que se tomaron muestra; las muestras se almacenaron a -20 °C hasta que se realizaron los análisis correspondientes.

3.5.2.1 Contenido de carbohidratos cerca de inflorescencias

Fueron determinados en la parte del tallo cercana a la inflorescencia, utilizando 1 g de peso fresco.

En primer lugar se hizo una extracción con alcohol etílico al 70 % para obtener los carbohidratos solubles del tejido vegetal, esto consistió en pesar 1 g de material vegetal, se cortó en trozos pequeños y se colocó en frascos gerber adicionando 25 ml de alcohol al 70 %, se calentó en un plancha durante 30 minutos y se procedió a remover el material vegetal, por último se evaporó el sobrenadante en baño maría.

Una vez evaporada la muestra se procedió a determinar el contenido de azúcares totales por el método colorimétrico con antrona descrito por Witham *et al.* (1971), que consistió en redissolver la muestra con 20 ml de agua destilada, se tomaron 400 µl de ésta y se colocaron en un tubo de ensayo, se ajustó a 3 ml con agua destilada y se agregaron 6 ml de solución de antrona (0.4 g de reactivo de antrona para 100 ml de ácido sulfúrico) en baño de agua fría, posteriormente se leyó absorbancia a 630 nm.

La estimación de los azúcares solubles se hizo a partir de una curva patrón de solución de glucosa al 1 % (0.1 mg·mL⁻¹) con agua destilada. Se tomaron diferentes volúmenes (0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1 mL) se aforaron a 3 mL con agua destilada y se siguió el procedimiento del método con antrona.

3.5.2.2 Contenido de clorofila

Para esta determinación se utilizaron brácteas de inflorescencia, como primer paso se procedió a liofilizar las muestras, con la finalidad de eliminar el contenido de agua sin que las estructuras resultaran dañadas durante el proceso, en primer lugar se picaron finamente las brácteas de las inflorescencias y se pusieron en bolsitas de magitel y se guardaron en congelador a -20°C, posteriormente se introdujeron en nitrógeno líquido durante 10 minutos, para finalmente introducirlas en las cámaras de vacío del liofilizador, en donde permanecieron por 48 horas hasta que las muestras perdieron toda el agua que tenían.

Una vez liofilizadas se procedió a la cuantificación de clorofilas (a, b y totales) para los días 1, 6, 8 y 10 del experimento, ésta se hizo mediante el método de Whitam *et al.* (1971). El cual consistió en pesar 0.1 g de muestra liofilizada de brácteas de la inflorescencia y se puso en un tubo de ensayo y se le agregó 5 ml

de acetona al 100 %, se dejó reposar durante 24 horas para que la acetona extrajera los pigmentos, se colaron los residuos y se aforó a 20 ml con acetona al 100 %, se tomó absorbancia, para clorofila A (645 nm), clorofila B (663 nm) y clorofilas totales (652 nm) en un espectrofotómetro (Lambda 35, Perkin Elmer). Para obtener el contenido de clorofilas se utilizaron las siguientes formulas:

- mg de clorofila A/ g de tejido = $[12.7(D663)-2.69(D645)]xV/(100xP)$
- mg de clorofila B/ g de tejido = $[22.9(D645)-4.68(D663)]xV/(100xP)$
- mg de clorofila total/ g de tejido = $[20.2(D645)-8.02(D663)]xV/(100xP)$

Dónde:

D: Lectura de absorbancia en el espectrofotómetro

V: Volumen total

P: Peso de la muestra

3.5.2.3 Contenido de carotenos

En la determinación de carotenoides totales se utilizó el sobrenadante obtenido para la determinación de clorofilas realizando lecturas a 470 nm en un espectrofotómetro, la concentración de pigmentos carotenoides se obtendrá mediante las fórmulas de Hartmut, (1987):

$$Cx + b = \frac{1000 A_{470} - 1.82Ca - 85.02 Cb}{198}$$

Dónde:

Cx+b= Caritenoides totales

Ca= Lectura en clorofila a

Cb= Lectura en clorofila b

A₄₇₀= lectura del espectrofotómetro a 470nm

3.5.2.4 CO₂ y etileno

Se evaluó el contenido de CO₂ y etileno mediante el método estático, en este caso se colocó una inflorescencia en un recipiente con volumen conocido y se mantuvo cerrado durante 1 hora; después se extrajeron los gases con una jeringa de 5 mL, se guardaron en tubos Vacutainer y se almacenaron a -20 °C hasta su determinación. Para la determinación, tanto de Co₂ como de etileno, se extrajo 1mL del Vacutainer y se inyectó en un cromatógrafo de gases. Utilizando helio como gas de arrastre.

La determinación de los gases se hizo para los días 1, 3, 6, 8 y 10 después del tratamiento. Los resultados fueron expresados por gramos de peso fresco por hora, nL·gpf⁻¹ de etileno y μL·gpf⁻¹ de CO₂.

3.6 Análisis de datos

El análisis de los datos se hizo mediante el paquete estadístico SAS. Utilizando comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como características generales de las inflorescencias estudiadas, obtenidas de una muestra de 30 inflorescencias (Cuadro 3) se tuvieron en promedio 1.49 cm de diámetro de tallo, un peso de inflorescencias de 160.80 g, como diámetro de parte media de inflorescencia se tuvo 6.27 cm y una longitud de inflorescencia de 41.64 cm. En cuanto a color de las brácteas de la inflorescencia, se determinó de manera visual, teniendo registrado un color verde pálido al inicio del experimento y por último la textura de las brácteas de la inflorescencia se determinó mediante el tacto, teniendo una textura lisa y rígida.

Cuadro 3. Características generales de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, al primer día en el laboratorio

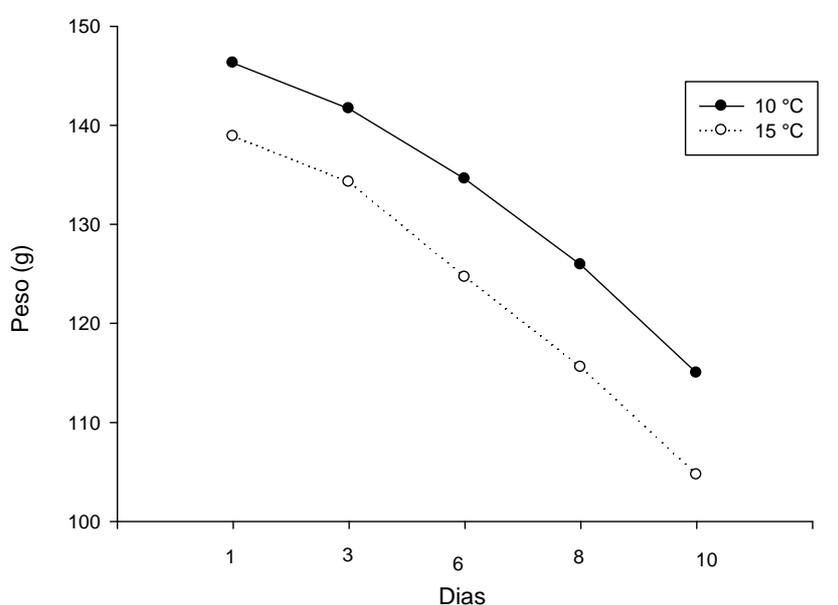
Características	
Diámetro de tallo	1.49 cm
Diámetro de inflorescencia	6.27 cm
Peso de inflorescencia	160.80 g
Longitud de inflorescencia	41.64 cm
Color de brácteas	verde pálido
Textura de brácteas	lisa/rígida

4.1 Variables físicas

4.1.1 Peso fresco

Cruz (2007), menciona que la pérdida de peso fresco de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* se debe probablemente a la pérdida de agua por transpiración, la pérdida de la cutícula, y el consumo de material orgánico, tales como hidratos de carbono, proteínas y lípidos que están siendo metabolizados y no se restablecen.

En el caso del peso fresco se tuvieron diferencias significativas en cuanto al factor temperatura para todos los días de evaluaciones, en el primer día de evaluación se tuvo como medias 146.28 g para las inflorescencias que estuvieron a una temperatura de 10 °C mientras que para las que estuvieron a 15 °C presentaron una media de peso de 138.86 g; al final del experimento, en la evaluación del día 10, se tuvieron una media de 114.99 g para las inflorescencias que estuvieron a 10 °C y a las que se les aplicó temperatura de 15 °C tuvieron una media de 104.72 g; mostrando con esto que la temperatura fue un factor que influyó en la pérdida de peso de las inflorescencias (Figura 1).



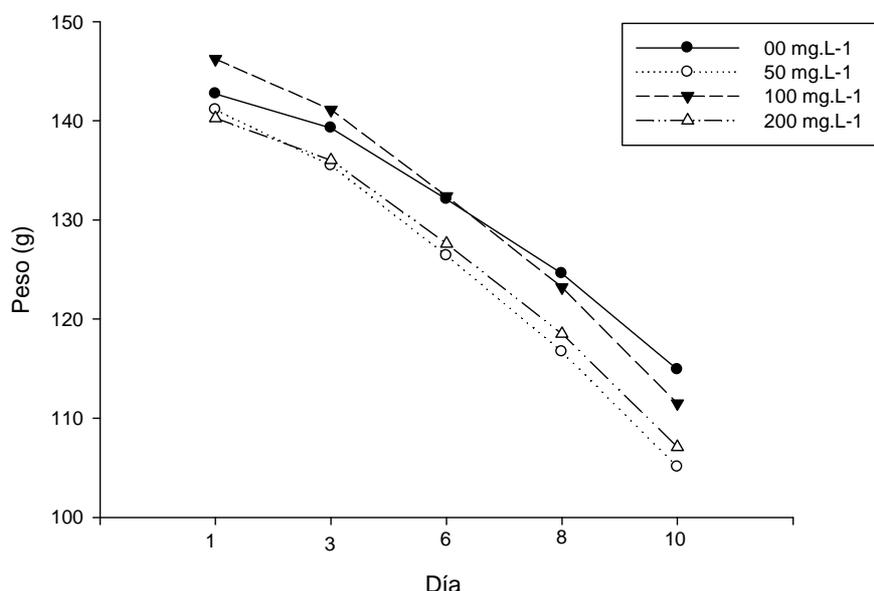
Temperatura	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C	146.287a	141.68a	134.58a	125.92a	114.99a
15 °C	138.892b	134.26b	124.67b	115.58b	104.72b

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 6.09; Día 3: 5.79; Día 6: 5.64; Día 8: 5.59; Día 10: 5.38

Figura 1. Efecto de temperatura en el peso fresco de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (g·tallo⁻¹).

El efecto del factor AG₃ (figura 2) con respecto al peso fresco de las inflorescencias, no mostró diferencias significativas para ninguno de los días de evaluación, en el caso del primer día de evaluación el mayor valor de peso fresco

se tuvo con el tratamiento de 100 mg·L⁻¹ con una media de 146.23 g con respecto al menor valor que se encontró en el tratamiento con 200 mg·L⁻¹ con un valor de 140.27 g en promedio, sin haber diferencias significativas entre ambas. En el último día de evaluación (día 10) el mayor valor en peso fresco se encontró en las inflorescencias a las que se les aplicó el tratamiento de 00 mg·L⁻¹ las cuales tuvieron un peso fresco de 114.91 g mientras que el menor valor lo tuvieron las inflorescencias con tratamiento de 50 mg·L⁻¹ de AG₃ con una media de 105.09 mg·L⁻¹ sin que hubiera diferencias significativas entre ellos.



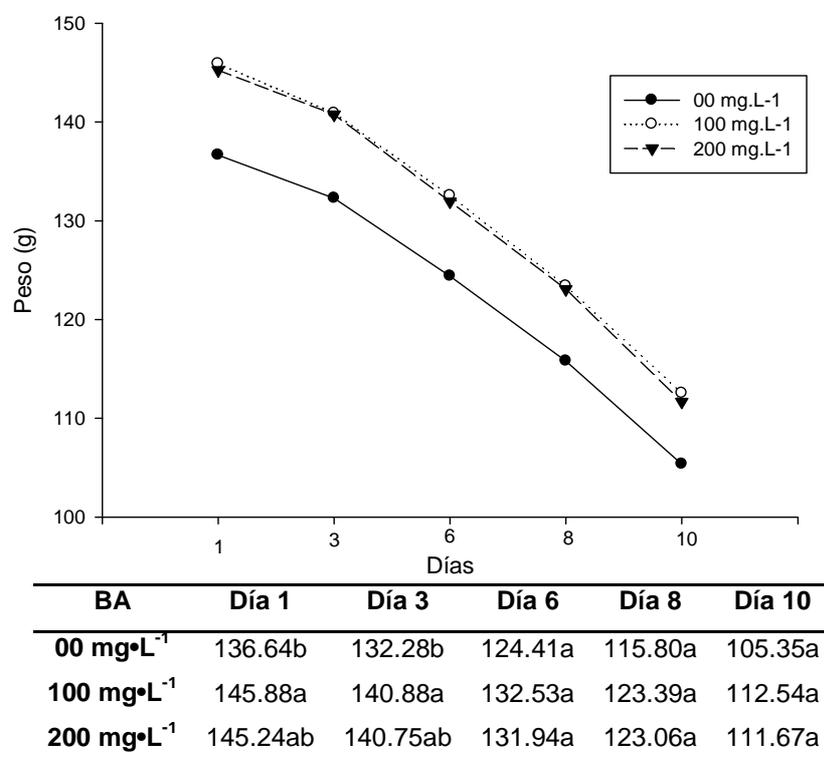
AG ₃	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L⁻¹	142.72a	139.27a	132.08a	124.59a	114.91a
50 mg·L⁻¹	141.12a	135.48a	126.41a	116.7a	105.09a
100 mg·L⁻¹	146.23a	141.11a	132.39a	123.21a	111.49a
200 mg·L⁻¹	140.27a	136.02a	127.61a	118.51a	107.09a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 11.34; Día 3: 10.78; Día 6: 10.51; Día 8: 10.42; Día 10: 10.04

Figura 2. Efecto de AG₃ en el peso fresco de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (g·tallo⁻¹).

Los tratamientos con BA en relación al peso fresco mostraron diferencias significativas en los primeros días para los casos en que se manejó 00 mg·L⁻¹ y 100 mg·L⁻¹ de BA mientras que a partir del día 6 no hubo diferencias significativas

entre tratamientos. Al día 1 las inflorescencias que presentaron un mayor peso fresco fueron aquellas a las que se le aplicó $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de BA con un peso de 145.88 g. y las que presentaron un menor peso fresco fueron aquellas con $00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de BA con un peso de 136.64 g; mientras que para el último día de evaluación las inflorescencias con tratamiento de $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de BA tuvieron un peso de 112.54 g mientras que en aquellas con tratamiento de $00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de BA el peso fue de 105.35 g, sin haber diferencias significativas entre tratamientos.



Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) DMSH Día 1: 8.94; Día 3: 8.50; Día 6: 8.29; Día 8: 8.21; Día 10: 7.91

Figura 3. Efecto de BA en el peso fresco de inflorescencias de *Zingiber spectabile* ($\text{g}\cdot\text{tallo}^{-1}$).

El efecto de la combinación entre los factores de Temperatura y AG_3 en el peso fresco de las inflorescencias (Cuadro 3) no presentó diferencias significativas en los primeros días de la evaluación y fue hasta el sexto día de evaluación cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ -

100mg•L⁻¹ AG₃ con respecto al de 15 °C- 50 mg•L⁻¹ AG₃ con valores de 137.85 g y 118.9 g de peso por inflorescencia respectivamente. Para el día 8 de evaluación se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de 10 °C- 00 mg•L⁻¹ AG₃ (129.18 g) y 10 °C- 100mg•L⁻¹ AG₃ (128.62 g) con respecto al tratamiento de 15 °C- 50 mg•L⁻¹ AG₃ (109.65 g); mientras que para el último día de evaluación las diferencias se presentaron de igual manera entre los tratamientos de 10 °C- 00 mg•L⁻¹ AG₃ (120.23 g) y 10 °C- 100mg•L⁻¹ AG₃ (117.07 g) con respecto al tratamiento de 15 °C- 50 mg•L⁻¹ AG₃ (98.92 g).

Cuadro 4. Efecto de combinación Temperatura- AG₃ en el peso fresco de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (g•tallo⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg•L ⁻¹ AG ₃	144.26a	141.88a	136.11ab	129.18a	120.23a
10 °C- 50 mg•L ⁻¹ AG ₃	148.96a	141.90a	133.93ab	123.74ab	111.26ab
10 °C- 100mg•L ⁻¹ AG ₃	151.96a	146.33a	137.85a	128.62a	117.07a
10 °C-200 mg•L ⁻¹ AG ₃	139.96a	136.62a	130.44ab	122.16ab	111.38ab
15 °C- 00 mg•L ⁻¹ AG ₃	141.17a	136.67a	128.07ab	120.0ab	109.59ab
15 °C- 50 mg•L ⁻¹ AG ₃	133.29a	129.06a	118.90b	109.65b	98.92b
15 °C- 100mg•L ⁻¹ AG ₃	140.51a	135.89a	126.94ab	117.81ab	105.92ab
15 °C-200 mg•L ⁻¹ AG ₃	140.58a	135.42a	124.77ab	114.86ab	104.47ab

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 19.01; Día 3: 18.81; Día 6: 17.62; Día 8: 17.47; Día 10: 16.82

La combinación de los tratamientos de Temperatura y BA en el peso fresco de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* presentaron diferencias significativas en los efectos en el peso fresco para todos los días de evaluación; en el primer día las diferencias se observaron entre los tratamientos con 10 °C- 200 mg•L⁻¹ BA y el de 15 °C- 00 mg•L⁻¹ BA, teniendo unos pesos medios de 152.79 g y 134.69 g respectivamente. Para el día 10 de evaluación los tratamientos con un mayor peso fresco fueron: 10 °C- 200 mg•L⁻¹ BA (120.27 g) y 10 °C- 100 mg•L⁻¹ BA (117.08 g) mientras que los que tuvieron un menor peso fueron los tratamientos con 15 °C- 00 mg•L⁻¹ BA (103.09 g) y 15 °C- 200 mg•L⁻¹ BA (103.08 g) habiendo

diferencias significativas entre los que tuvieron mayores peso con respecto a los que tuvieron un menor peso.

Cuadro 5. Efecto de combinación Temperatura- BA en el peso fresco de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (g·tallos⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg·L ⁻¹ BA	138.59ab	133.89ab	126.78ab	118.21abc	107.61ab
10 °C- 100 mg·L ⁻¹ BA	147.47ab	142.9ab	136.35ab	127.65ab	117.08a
10 °C- 200 mg·L ⁻¹ BA	152.79a	148.26a	140.62a	131.92a	120.27a
15 °C- 00 mg·L ⁻¹ BA	134.69b	130.66b	122.03b	113.39c	103.09b
15 °C- 100 mg·L ⁻¹ BA	144.29ab	138.9ab	128.71ab	119.14abc	108.0ab
15 °C- 200 mg·L ⁻¹ BA	137.69ab	133.24b	123.27b	114.21bc	103.08b

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 15.45; Día 3: 14.69; Día 6: 14.32; Día 8: 14.19; Día 10: 13.67

Cuadro 6. Efecto de combinación AG₃- BA en el peso fresco de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (g·tallos⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg·L ⁻¹ BA	134.6a	130.88a	124.13a	116.96a	108.15ab
00 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg·L ⁻¹ BA	150.29a	147.54a	141.58a	133.92a	124.17a
00 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg·L ⁻¹ BA	143.27a	139.41a	130.57a	122.89a	112.42ab
50 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg·L ⁻¹ BA	136.16a	131.54a	121.46a	111.34a	99.88b
50 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg·L ⁻¹ BA	145.06a	138.90a	128.9a	118.99a	107.87ab
50 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg·L ⁻¹ BA	142.16a	136.01a	128.89a	119.77a	107.53ab
100 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg·L ⁻¹ BA	140.17a	134.18a	126.64a	117.65a	105.76ab
100 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg·L ⁻¹ BA	148.05a	141.86a	133.01a	123.37a	111.99ab
100 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg·L ⁻¹ BA	150.49a	147.30a	137.54a	128.63a	116.74ab
200 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg·L ⁻¹ BA	135.64a	132.52a	125.41a	117.26a	107.63ab
200 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg·L ⁻¹ BA	140.13a	135.25a	126.63a	117.31a	106.14ab
200 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg·L ⁻¹ BA	145.05a	140.29a	130.79a	120.98a	110.02ab

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 25.18; Día 3: 23.94; Día 6: 23.33; Día 8: 23.13; Día 10: 22.28

En cuanto a la combinación de AG₃ con BA (Cuadro 6), no se encontraron diferencias significativas entre el peso fresco de las inflorescencias para los diferentes tratamientos durante los primeros días de evaluación, en el último día de evaluación se encontraron diferencias entre el tratamiento con 00 mg·L⁻¹ AG₃-

100 mg•L⁻¹ BA y el que se le aplicó 50 mg•L⁻¹ AG₃- 00 mg•L⁻¹ BA, con un peso de 124.17 g y 99.88 g respectivamente.

En la figura 4 se puede apreciar el porcentaje de pérdida de peso fresco que tuvieron las inflorescencias de *Zingiber spectabile* al final del experimento, las diferencias más notables que se encontraron fueron en los tratamientos con temperaturas, este factor fue muy influyente en cuestión de pérdida de peso. Como se observó anteriormente en el caso de las giberelinas tuvieron un efecto negativo pues los tratamientos con AG₃ presentaron una mayor pérdida de peso.

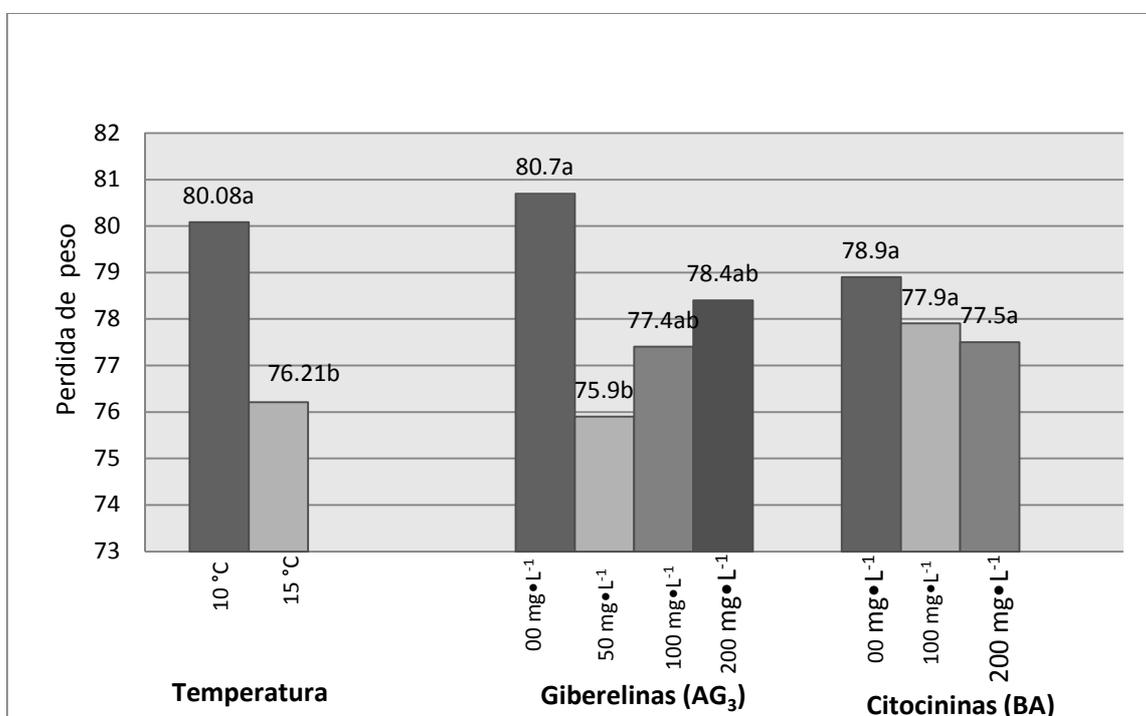


Figura 4 Porcentaje de pérdida de peso final en inflorescencias de *Zingiber spectabile*, en tratamientos de temperatura, giberelinas y citocininas.

Las altas temperaturas están asociadas con una rápida utilización de carbohidratos acumulados en los tejidos y con una pérdida de agua en la planta completa (Nowak y Rudnicki, 1990).

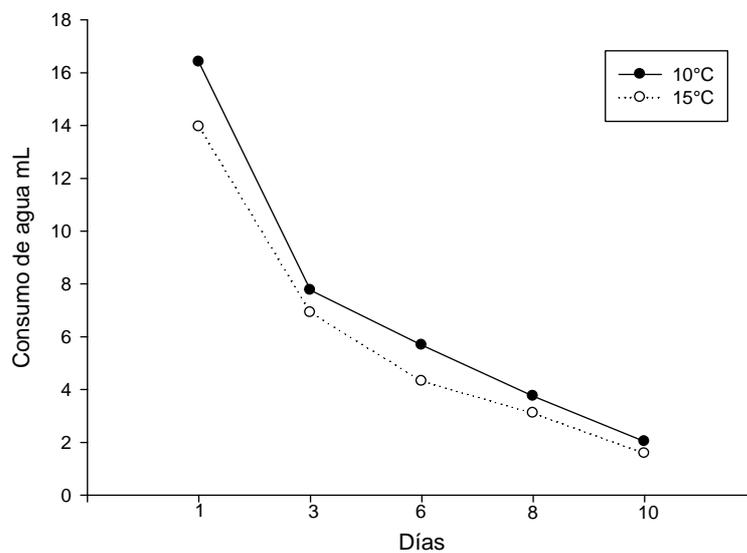
Esto va a venir a influir de manera directa en el peso fresco de las inflorescencias; lo que se puede observar en los resultados de la presente investigación es que a una mayor temperatura las inflorescencias de *Zingiber spectabile* va a perder mayor cantidad de peso fresco.

4.1.2 Consumo de agua

La principal causa de una corta vida de florero, para el caso de rosas de corte, es una falla en las relaciones hídricas, cuando las pérdidas de agua de las hojas son mayores que su reabastecimiento a través del tallo cortado, esto generalmente ocurre por la formación de una burbuja de aire en la base de corte del tallo que sube por los vasos xilemáticos e impide el ingreso normal de la columna de agua, y/o por la formación de un tapón mucoso proveniente de compuestos secretados a nivel de vasos conductores del tallo en respuesta a la herida de corte y la presencia de microorganismos en el agua del recipiente que contiene las flores, que son incentivados a formarse por los azúcares evacuados del tallo (Chachín *et al.*, 2002).

El consumo de agua en las inflorescencias fue disminuyendo de manera continua durante el tratamiento, en el caso del efecto del tratamiento de temperatura las diferencias fueron significativas para las inflorescencias a las que se le aplicó una temperatura de 10° C con respecto a las que estuvieron en tratamiento a 15 °C; para todos los días de evaluación las inflorescencias que fueron tratadas con temperatura de 10 °C tuvieron un mayor consumo de agua.

En el caso del primer día de evaluación el consumo de agua fue de 16.40 ml por tallo para el tratamiento de 10 °C mientras que en el de 15 °C tuvieron una media de 13.95 ml de consumo por inflorescencia; ya para el último día de evaluación el consumo de agua disminuyó de manera considerable teniendo 2.03 ml para las inflorescencias que estuvieron a 10 °C y 1.58 ml de consumo de agua para las que estuvieron a 15 °C.



Temperatura	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C	16.40a	7.76a	5.68a	3.75a	2.03a
15 °C	13.95b	6.91b	4.31b	3.10b	1.58b

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 1.03; Día 3: 0.49; Día 6: 0.47; Día 8: 0.46; Día 10: 0.35

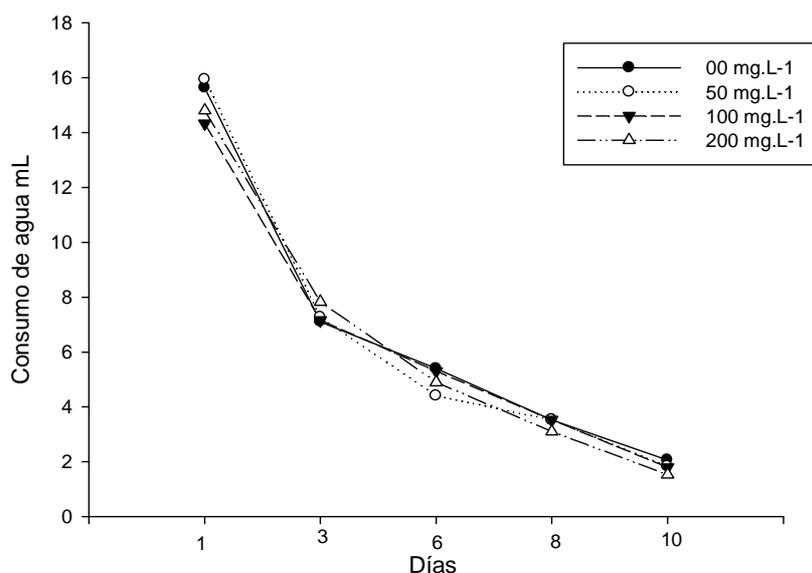
Figura 5. Efecto de temperatura en el consumo de agua de inflorescencias de *Zingiber spectabile* ($\text{ml}\cdot\text{tallo}^{-1}$).

Paulin (1997) menciona que el hecho de que la pérdida de agua y el menor potencial hídrico que se observan en las flores cortadas no conduzcan a un incremento paralelo en la absorción de agua, permite pensar que existen obstáculos en los vasos conductores ejerciendo resistencia a la circulación de líquidos. En Rosa se ha demostrado que la pérdida de turgencia en los pétalos y la disminución del peso fresco siempre van precedidos de una reducción en la circulación del agua.

Ramirez (2002), utilizando ácido giberélico en tratamientos postcosecha en dos cultivares de alstroemeria, encontró que para el quinto día del experimento el consumo de agua de los tallos se elevó mientras que para el día siete este consumo disminuyó; estos resultados no concuerdan con lo observado en la presente investigación pues en las inflorescencias de *Zingiber spectabile* el

consumo de agua fue disminuyendo de manera continua a lo largo del experimento.

Para el efecto que tuvieron los tratamientos de AG₃ en las inflorescencias en cuanto a la variable de consumo de agua solo se tuvieron diferencias significativas para el día seis de toma de datos, los tratamientos superiores fueron aquellos a los que se les aplicó las dosis de 00 mg•L⁻¹ (5.4 ml) y 100 mg•L⁻¹ (5.3 ml) con respecto a los tratamientos de 200 mg•L⁻¹ (4.9 ml) y 50 mg•L⁻¹ (4.4 ml) que fueron significativamente menores; en los demás días de evaluación no se encontraron diferencias significativas.



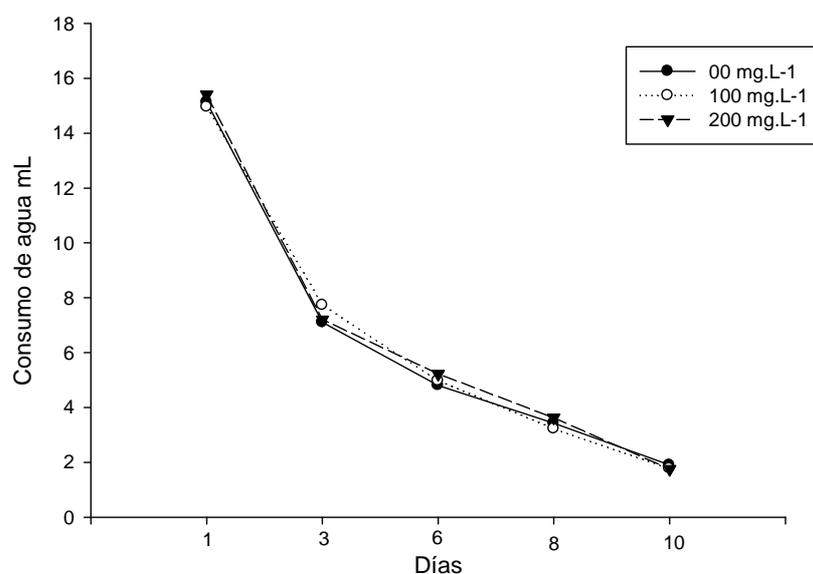
AG ₃	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L ⁻¹	15.63a	7.10a	5.4a	3.53a	2.06a
50 mg•L ⁻¹	15.93a	7.26a	4.4b	3.53a	1.83a
100 mg•L ⁻¹	14.33a	7.16a	5.3a	3.53a	1.80a
200 mg•L ⁻¹	14.80a	7.83a	4.9b	3.10a	1.53a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 1.92; Día 3: 0.92; Día 6: 0.87; Día 8: 0.86; Día 10: 0.65

Figura 6. Efecto de AG₃ en el consumo de agua de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (ml•tallo⁻¹).

Paulin y Muloway (1979); citados por Ramírez (2002), después de investigar el metabolismo general de la senescencia en flores cortadas suponen que las citocininas juegan un papel importante en relación al estrés hídrico ya que aumentan la respiración y como consecuencia la absorción de agua aumentando el peso fresco.

Los tratamientos con BA no presentaron diferencias significativas cuando fueron evaluados por separado en el consumo de agua de las inflorescencias para ninguno de los días en los se realizaron evaluaciones. Lo cual indica que la BA no tuvo influencia en el consumo de agua por parte de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*.



BA	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L⁻¹	15.12a	7.10a	4.80a	3.42a	1.90a
100 mg•L⁻¹	14.95a	7.72a	4.97a	3.22a	1.77a
200 mg•L⁻¹	15.45a	7.20a	5.22a	3.62a	1.75a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 1.51; Día 3: 0.72; Día 6: 0.69; Día 8: 0.69; Día 10: 0.51

Figura 7. Efecto de BA en el consumo de agua de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (ml·tallo⁻¹).

La acción conjunta de los tratamientos con Temperatura y AG3 (Cuadro 7) en la variable de consumo de agua en las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, mostró diferencias significativas en los primeros ocho días de evaluación, mientras que en el último día (Día 10) no se observaron diferencias significativas. En el día uno de evaluación la diferencia más notable fue entre el tratamiento de 10 °C- 50 mg•L⁻¹ AG₃ (17.6 ml) con respecto al de 15 °C- 100mg•L⁻¹ AG₃ (13.20 ml), para el día ocho el tratamiento con mayor volumen de consumo de agua fue 10 °C- 50 mg•L⁻¹ AG₃ (4.13 ml) mientras que el de menor fue 15 °C-200 mg•L⁻¹ AG₃ (2.66 mL) habiendo diferencias significativas entre ambos.

Cuadro 7. Efecto de combinación Temperatura- AG₃ en el consumo de agua de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (ml·tallos⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg•L ⁻¹ AG ₃	17.0ab	7.13ab	6.26a	3.60ab	2.06a
10 °C- 50 mg•L ⁻¹ AG ₃	17.6a	8.06a	5.26ab	4.13a	2.20a
10 °C- 100mg•L ⁻¹ AG ₃	15.46abc	7.66ab	5.86ab	3.73ab	2.00a
10 °C-200 mg•L ⁻¹ AG ₃	15.46abc	8.20a	5.33ab	3.53ab	1.86a
15 °C- 00 mg•L ⁻¹ AG ₃	14.26bc	7.06ab	4.53bc	3.46ab	2.06a
15 °C- 50 mg•L ⁻¹ AG ₃	14.20bc	6.46b	3.53c	2.93ab	1.46a
15 °C- 100mg•L ⁻¹ AG ₃	13.20c	6.66ab	4.73bc	3.33ab	1.60a
15 °C-200 mg•L ⁻¹ AG ₃	14.13bc	7.46ab	4.46cb	2.66b	1.20a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 3.22; Día 3: 1.54; Día 6: 1.46; Día 8:1.44; Día 10: 1.10

El Cuadro 8 muestra el efecto que tiene la interacción de los tratamientos con Temperatura y BA sobre el consumo de agua de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, en este caso se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, para el primer día de evaluación el tratamiento de 10 °C- 200 mg•L⁻¹ BA (17 mL) fue estadísticamente superior a los de 15 °C- 00 mg•L⁻¹ BA (14.10 ml), 15 °C- 100 mg•L⁻¹ BA(13.85 ml) y 15 °C- 200 mg•L⁻¹ BA (13.90 ml); mientras que para el último día de evaluación las diferencias se encontraron en el tratamiento de 10 °C- 200 mg•L⁻¹ BA (2.35 ml) siendo superior al de 15 °C- 200 mg•L⁻¹ BA (1.15 ml) por un 52 %.

Cuadro 8. Efecto de combinación Temperatura- BA en el consumo de agua de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (ml·tallos⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg•L ⁻¹ BA	16.15ab	6.90bc	5.05bc	3.30ab	1.85ab
10 °C- 100 mg•L ⁻¹ BA	16.05ab	8.45a	5.50ab	3.55ab	1.90ab
10 °C- 200 mg•L ⁻¹ BA	17.00a	7.95ab	6.40a	4.40a	2.35a
15 °C- 00 mg•L ⁻¹ BA	14.10b	7.30abc	4.55bc	3.55ab	1.95ab
15 °C- 100 mg•L ⁻¹ BA	13.85b	7.00bc	4.35c	2.9b	1.65ab
15 °C- 200 mg•L ⁻¹ BA	13.90b	6.45c	4.05c	2.85b	1.15b

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 2.61; Día 3: 1.25; Día 6: 1.19; Día 8: 1.17; Día 10: 0.89

Como se observa en el Cuadro 9 la combinación de los tratamientos con AG₃ y BA solo presentaron diferencias significativas en los días 3 y 6 de la evaluación; mientras que para los días 1, 8 y 10 no se observaron diferencias entre la cantidad de agua consumida por inflorescencia, en el día 3 de evaluación las diferencias estuvieron entre el tratamiento de 200 mg•L⁻¹ AG₃- 100 mg•L⁻¹ BA (8.6 ml) y el de 00 mg•L⁻¹ AG₃- 00 mg•L⁻¹ BA (6.5 ml) ; mientras que en el día 6 las inflorescencias que mayor cantidad de agua consumieron fueron aquellas con los tratamientos de 00 mg•L⁻¹ AG₃- 100 mg•L⁻¹ BA (6.3 ml) y 100 mg•L⁻¹ AG₃ - 200 mg•L⁻¹ BA (6.2 ml) con respecto a las de menor consumo que fueron las de 50 mg•L⁻¹ AG₃ - 00 mg•L⁻¹ BA (4.1 ml) y 50 mg•L⁻¹ AG₃ - 100 mg•L⁻¹ BA (4.0 ml).

Cuadro 9. Efecto de combinación AG₃- BA en el consumo de agua de inflorescencias de *Zingiber spectabile* (ml·tallos⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	15.10a	6.5b	4.9ab	3.4a	2.0a
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	16.60a	7.9ab	6.3a	3.8a	2.4a
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	15.20a	6.9ab	5.0ab	3.4a	1.8a
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	15.70a	7.2ab	4.1b	3.1a	2.1a
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	16.30a	7.2ab	4.0b	3.9a	1.6a
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	15.80a	7.4ab	5.1ab	4.4a	1.8a

100 mg•L⁻¹ AG₃ - 00 mg•L⁻¹ BA	14.90a	7.3ab	5.0ab	3.5a	1.6a
100 mg•L⁻¹ AG³ - 100 mg•L⁻¹ BA	12.80a	7.2ab	4.7ab	3.2a	1.7a
100 mg•L⁻¹ AG₃ - 200 mg•L⁻¹ BA	15.30a	7.0ab	6.2a	3.9a	2.1a
200 mg•L⁻¹ AG₃- 00 mg•L⁻¹ BA	14.80a	7.4ab	5.2ab	3.7a	1.9a
200 mg•L⁻¹ AG₃- 100 mg•L⁻¹ BA	14.10a	8.6a	4.9ab	2.8a	1.4a
200 mg•L⁻¹ AG₃- 200 mg•L⁻¹ BA	15.50a	7.5ab	4.6ab	2.8a	1.3a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 4.26; Día 3: 2.05; Día 6: 1.94; Día 8: 1.91; Día 10: 1.45

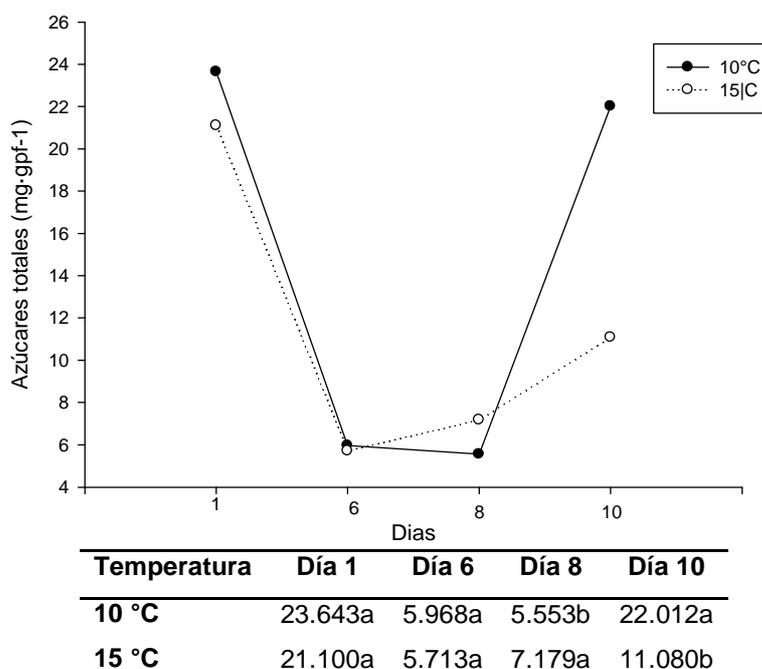
4.2 Variables fisiológicas

4.2.1 Carbohidratos

El contenido de azúcares en los tallos de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* fue variable a lo largo de la duración del experimento. Los días 6 y 8 los tallos de las inflorescencias presentaron un notable descenso en su contenido de carbohidratos, mientras que para el último día de evaluación se notó un incremento en dicho contenido de azúcares. Estos resultados coinciden en cierta medida con lo encontrado por Cruz (2007) en *Zingiber spectabile* probando tratamientos de Nitrato de plata (AgNO₃), clorato de cobalto (CoCl₂), giberelinas (AG₃) y citocininas (BAP) encontró que el contenido de azúcares totales en las inflorescencias se mantuvo constante hasta el tercer día del experimento, mientras que en el sexto día se presentó un decremento en este contenido y en el día nueve se incrementó el contenido de azúcares presentes en el tejido de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*; en la presente investigación se tuvo una disminución en el contenido de azúcares durante los días seis y ocho del experimento mientras que para el último de día de las evaluaciones el contenido de azúcares volvió a incrementarse.

En lo que respecta al factor de temperatura, los primeros días no presentaron diferencias significativas, mientras que en el día 8 de la evaluación se encontró un mayor contenido de carbohidratos en las inflorescencias que habían estado a 15 °C con un contenido de 7.179 mg•gpf⁻¹ mientras que las que estuvieron a 10 °C tuvieron 5.553 mg•gpf⁻¹; para el último día de evaluación el contenido de azúcares

se elevó en ambos tratamientos siendo mayor en los tallos de inflorescencias tratadas con 10 °C (22.012 mg·gpf⁻¹) en comparación con las de 15 °C (11.08 mg·gpf⁻¹)



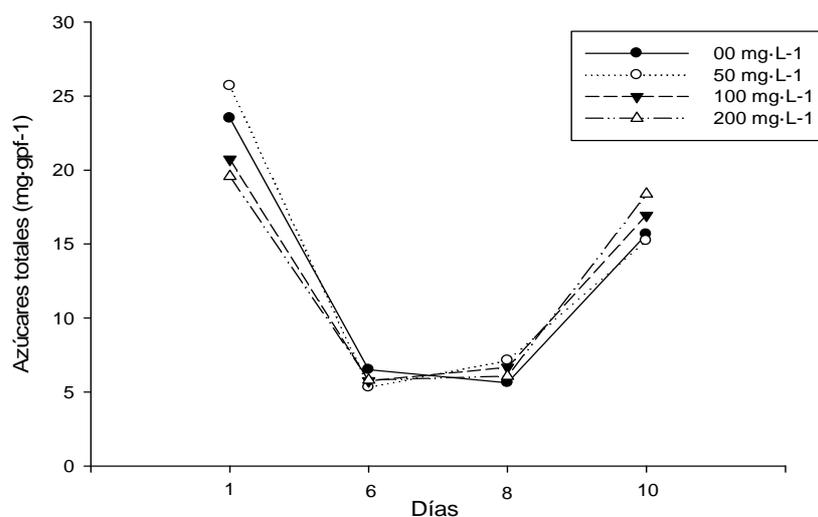
Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 7.61; Día 6: 1.14; Día 8: 1.34; Día 10: 4.27

Figura 8. Efecto de temperatura en contenido de azúcares totales en tallos de *Zingiber spectabile* (mg·gpf⁻¹).

Cruz en 2007 encontró que en inflorescencias de maracas tratadas con una solución de 5 mg· L de AG₃, se mantuvo constante el contenido de azúcares solubles totales hasta el sexto día de la evaluación. Luego mostró un aumento significativo hasta la próxima evaluación en el noveno día, posteriormente hubo una reducción a los 12 días y en el momento del término del experimento. En este momento las inflorescencias tenían concentraciones de azúcar similares a las del momento inicial de los tratamientos. Cabe destacar que Cruz (2007) realizó las determinaciones de azúcares totales en el tejido de las inflorescencias mientras que en esta investigación el análisis se realizó en los tallos de la inflorescencia.

El descenso en el contenido de azúcares observado en los días seis y ocho del experimento pudo deberse al aumento de la respiración por cual se degradaron una gran cantidad de carbohidratos mientras que el aumento en el contenido de azúcares totales que se registró en último día pudo ser ocasionado por la disminución considerable del contenido de agua en los tallos de las inflorescencias reflejado en la pérdida de peso, lo que ocasionó que al momento de hacer los análisis el contenido de carbohidratos se encontrara más concentrado, ya que no de manera artificial no se suministraron azúcares

La acción del AG₃ en el contenido de carbohidratos en los tallos de las inflorescencias no presentó diferencias significativas en ninguno de los días de evaluación; lo cual podría indicar que el AG₃ no tiene influencia en el aumento o disminución de azúcares en estos tallos.



AG3	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L ⁻¹	23.501a	6.509a	5.622a	15.648a
50 mg·L ⁻¹	25.685a	5.307a	7.128a	15.219a
100 mg·L ⁻¹	20.726a	5.742a	6.647a	16.935a
200 mg·L ⁻¹	19.572a	5.805a	6.066a	18.382a

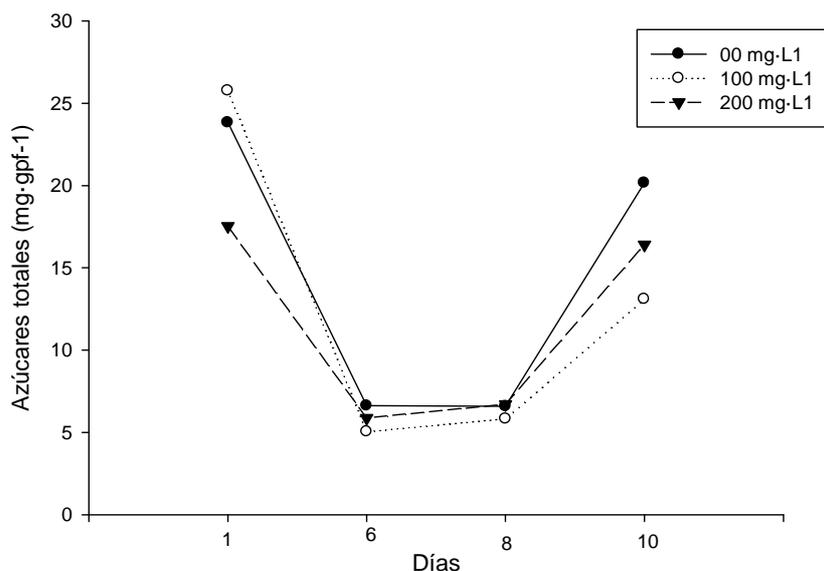
Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 14.25; Día 6: 2.15; Día 8: 2.51; Día 10: 8.00

Figura 9. Efecto de AG₃ en contenido de azúcares totales en tallos de *Zingiber spectabile* (mg·gpf⁻¹).

Los efectos de los tratamientos con citocininas (BA) fueron de carácter negativo para el contenido de azúcares en los tallos de las inflorescencias, puesto que de manera general a medida que la dosis aumentó, los contenidos de carbohidratos en tallos disminuyeron, aunque de manera significativa solo se encontraron diferencias en la última fecha de evaluación.

Por otra parte Cruz en 2007 encontró que en el tratamiento que se utilizó citoquininas (BAP), el tercer día de la evaluación observó una ligera reducción de azúcares solubles, teniendo un aumento hasta el sexto día de la evaluación.

La reducción en el contenido de azúcares puede deberse a que estos sirven de sustrato en la respiración de las inflorescencias.



BA	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L⁻¹	23.822a	6.619a	6.572a	20.157a
100 mg·L⁻¹	25.766a	5.034a	5.821a	13.083 b
200 mg·L⁻¹	17.526a	5.868a	6.704a	16.398ab

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 11.21; Día 6: 1.69; Día 8: 1.98; Día 10: 6.29

Figura 10. Efecto de BA en contenido de azúcares totales en tallos de *Zingiber spectabile* (mg·gpf⁻¹).

Por otra parte, el efecto conjunto de los factores de Temperatura y AG₃ sobre el contenido de azúcares empezó a presentar diferencias significativas hasta el día 8 de la evaluación, teniendo mayor contenido de azúcares los tallos tratados con 15 °C- 50 mg•L⁻¹ AG₃ con respecto a los que se les aplicó el tratamiento de 10 °C- 00 mg•L⁻¹ AG₃; para el día 10 se notó un cambio en el contenido de azúcares, pues este se incrementó, teniendo un contenido mayor los tratamientos de 10 °C- 50 mg•L⁻¹ AG₃, 10 °C- 100mg•L⁻¹ AG₃ y 10 °C-200 mg•L⁻¹ AG₃ con respecto al de 15 °C- 50 mg•L⁻¹ AG₃ puesto que los primeros fueron superiores significativamente. Aunque de igual manera se puede inferir que es la temperatura la que tiene una mayor influencia en el aumento del contenido de azúcares en los tallos.

Cuadro 10. Efecto de combinación Temperatura- AG₃ en contenido de azúcares totales en tallos de *Zingiber spectabile* (mg•gpf⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg•L ⁻¹ AG ₃	22.138a	7.765a	4.665 b	17.031ab
10 °C- 50 mg•L ⁻¹ AG ₃	33.635a	4.660a	5.285ab	24.504a
10 °C- 100mg•L ⁻¹ AG ₃	22.571a	5.711a	6.409ab	21.640a
10 °C-200 mg•L ⁻¹ AG ₃	16.226a	5.738a	5.854ab	24.874a
15 °C- 00 mg•L ⁻¹ AG ₃	24.864a	5.254a	6.581ab	14.265ab
15 °C- 50 mg•L ⁻¹ AG ₃	17.734a	5.955a	8.971a	5.934 b
15 °C- 100mg•L ⁻¹ AG ₃	18.882a	5.773a	6.886ab	12.230ab
15 °C-200 mg•L ⁻¹ AG ₃	22.918a	5.871a	6.278ab	11.890ab

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 23.99; Día 6: 3.62; Día 8: 4.2; Día 10: 13.47

En el cuadro 10 se aprecian los efectos que tienen la combinación de factores de Temperatura + citocininas (BA) sobre el contenido de carbohidratos en tallos de inflorescencias de *Zingiber spectabile*, las diferencias se empiezan a observar a partir del día 6 de las evaluaciones, el tratamiento que es superior estadísticamente es el de 10 °C- 00 mg•L⁻¹ BA mientras que el inferior es el de 10 °C- 100 mg•L⁻¹ BA; en día 8 de evaluación no se encontraron diferencias entre tratamientos, para el día 10 el tratamiento de 10 °C- 00 mg•L⁻¹ BA fue mayor significativamente a los de 15 °C- 100 mg•L⁻¹ BA y 15 °C- 200 mg•L⁻¹ BA.

Cuadro 11. Efecto de combinación Temperatura- BA en contenido de azúcares totales en tallos de *Zingiber spectabile* (mg·gpf⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg·L ⁻¹ BA	21.940a	8.049a	6.156a	25.972 ^a
10 °C- 100 mg·L ⁻¹ BA	20.688a	4.709b	5.409a	17.664abc
10 °C- 200 mg·L ⁻¹ BA	28.300a	5.147ab	5.094a	22.400ab
15 °C- 00 mg·L ⁻¹ BA	25.704a	5.191ab	6.989a	14.343bc
15 °C- 100 mg·L ⁻¹ BA	14.364a	5.360ab	6.233a	8.501 c
15 °C- 200 mg·L ⁻¹ BA	23.231a	6.588ab	8.316a	10.396 c

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 19.46; Día 6: 2.93; Día 8: 3.44; Día 10: 10.93

Para el caso de la combinación en los tratamientos de AG₃ y BA, solo se encontraron diferencias significativas en el último día de evaluación, mismas que fueron entre el tratamiento de 200 mg·L⁻¹ AG₃- 00 mg·L⁻¹ BA con respecto al de 00 mg·L⁻¹ AG₃- 100 mg·L⁻¹ BA.

Cuadro 12. Efecto de combinación AG₃- BA en contenido de azúcares totales en tallos de *Zingiber spectabile* (mg·gpf⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg·L ⁻¹ BA	17.330a	8.604a	4.585	22.644ab
00 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg·L ⁻¹ BA	20.225a	5.024a	4.791a	10.356 b
00 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg·L ⁻¹ BA	32.948a	5.899a	7.492a	13.944ab
50 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg·L ⁻¹ BA	27.542a	5.104a	7.558a	14.340ab
50 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg·L ⁻¹ BA	23.393a	5.056a	6.103a	14.097ab
50 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg·L ⁻¹ BA	26.120a	5.762a	7.722a	17.220ab
100 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg·L ⁻¹ BA	32.198a	7.299a	8.055a	14.616ab
100 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg·L ⁻¹ BA	17.128a	5.338a	6.533a	16.522ab
100 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg·L ⁻¹ BA	12.853a	4.589a	5.356a	19.667ab
200 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg·L ⁻¹ BA	18.218a	5.472a	6.092a	29.029a
200 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg·L ⁻¹ BA	19.356a	4.721a	5.857a	11.357ab
200 mg·L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg·L ⁻¹ BA	31.142a	7.221a	6.249a	14.761ab

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 31.85; Día 6: 4.80; Día 8: 5.62; Día 10: 17.88

La forma de actuar de las hormonas, tanto giberelinas como citocininas, se ve afectada por el factor temperatura, puesto que en combinación de giberelinas y citocininas con temperatura el contenido de azúcares totales presentes en tallos de inflorescencias de *Zingiber spectabile* es diferente que el obtenido en mismas dosis y mismo día sin la combinación con el factor temperatura.

Un ejemplo de esto se puede observar en el contenido de azúcares presente en los tallos en el día 1 de evaluación en aplicación de BA, el mayor contenido se encontró en dosis de $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BA y el menor contenido se tuvo en dosis de $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BA, mientras que en combinación de BA y temperatura el mayor contenido de carbohidratos se tuvo en dosis de $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BA con 10°C y el menor contenido fue obtenido en dosis de $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BA con 15°C

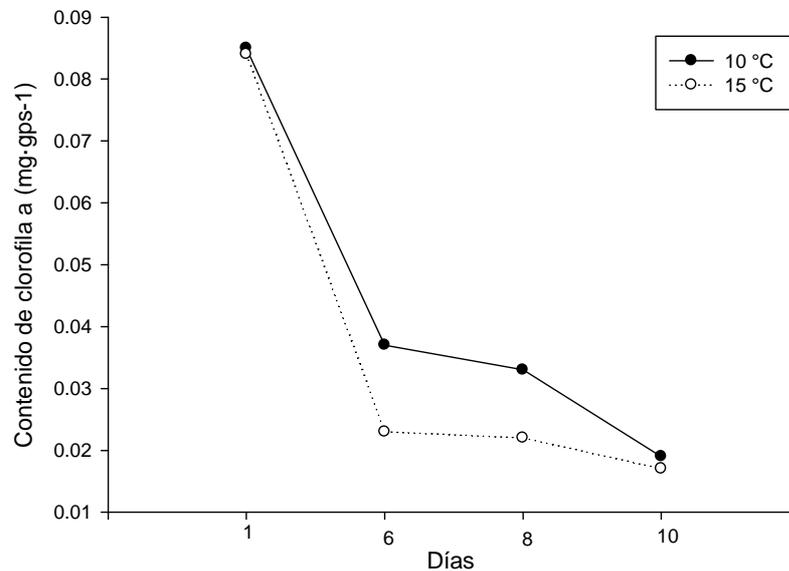
4.2.2 Clorofila

Durante el proceso de senescencia un síntoma común es la degradación de las clorofilas presentes en los tejidos.

Gastelú *et al.* (2006) encontraron que la concentración de clorofilas inicial en *Asparagus cetaceus* cv Nanus fue de $2.3 \text{ mg}\cdot\text{g}$ de cladodios. La disminución durante todo el experimento para las plantas tratadas con citoquininas (6-bencilaminopurina) fue del 5 % mientras que para el testigo fue 26 %.

4.2.2.1 Clorofila a

El contenido de clorofila **a** en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* fue en descenso a lo largo del experimento, esto debido al mismo desarrollo de las inflorescencias y al cambio de color observado en las mismas, en el caso de la influencia que tuvo el factor de temperatura, se observaron diferencias significativas los días 6 y 8 del experimento, encontrándose un mayor contenido de clorofila **a** en las inflorescencias a las que se les dio el tratamiento de 10°C , ya para el último día de evaluación el contenido de clorofila **a** en las brácteas fue el mismo estadísticamente.

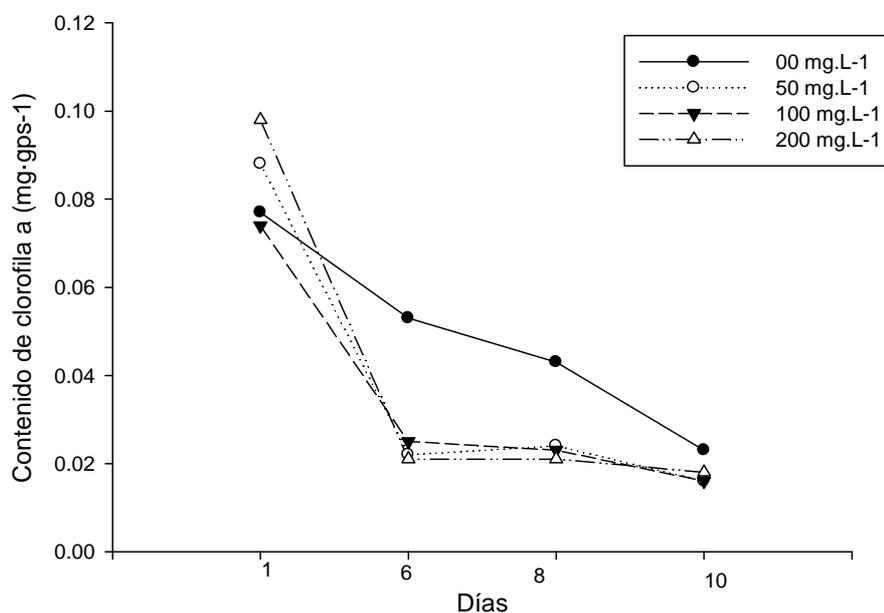


Temperatura	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C	0.085a	0.037a	0.033a	0.019a
15 °C	0.084a	0.023b	0.022b	0.017a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.009 ; Día 6: 0.004; Día 8: 0.004; Día 10: 0.004

Figura 11. Efecto de temperatura en contenido de clorofila **a** en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* ($\text{mg}\cdot\text{gps}^{-1}$).

Lo que respecta al efecto del tratamiento de AG3 en el contenido de clorofila **a**, se observaron diferencias significativas para los primeros días de evaluación, en el día 1 el tratamiento de $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de AG3 fue superior a los de $00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ mientras que en los días 6 y 8 el tratamiento de $00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de AG3 fue superior al resto, en el día final de evaluaciones no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Se puede notar que de manera general las inflorescencias a las que se les aplicó tratamiento con giberelinas tuvieron un menor contenido de clorofila **a** independientemente de la dosis con relación a las que no se les aplicó.

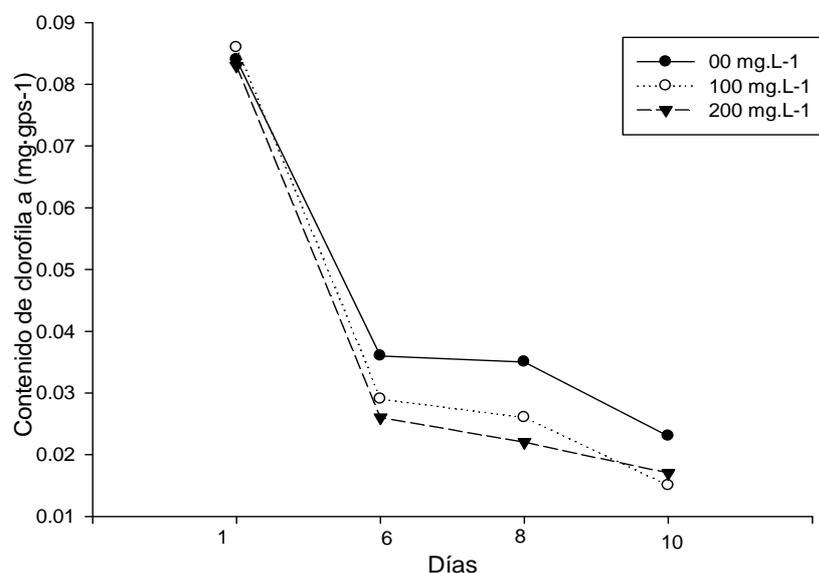


AG ₃	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L ⁻¹	0.077b	0.053a	0.043a	0.023a
50 mg·L ⁻¹	0.088ab	0.022b	0.024b	0.016a
100 mg·L ⁻¹	0.074 b	0.025b	0.023b	0.016a
200 mg·L ⁻¹	0.098a	0.021b	0.021b	0.018a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.017; Día 6: 0.008; Día 8: 0.007; Día 10: 0.008

Figura 12. Efecto de AG₃ en contenido de clorofila **a** en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg·gps⁻¹).

Las diferencias entre los tratamientos de citocininas BA se empezaron a notar a partir del día 6 del experimento, siendo superiores estadísticamente aquellos de 00 mg·L⁻¹ sobre los de 100 mg·L⁻¹ y 200 mg·L⁻¹, mostrando que en este caso sobre el contenido de clorofila **a** en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, a una mayor dosis de BA se tiene un menor contenido de clorofila **a**. El que se tenga menores contenidos en este caso de clorofila **a** no necesariamente es mala señal en postcosecha de estas inflorescencias, puesto que el color habitual y esperado en esta ornamental es un color amarillo, mientras que el tono verde es un indicador de inmadurez es estas flores.



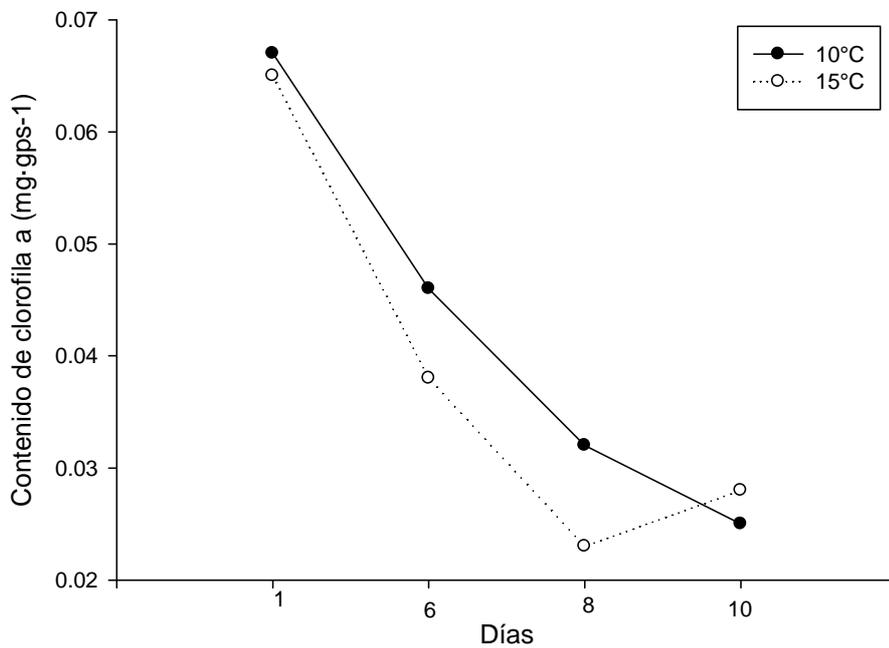
BA	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L⁻¹	0.084a	0.036a	0.035a	0.023a
100 mg•L⁻¹	0.086a	0.029ab	0.026b	0.015b
200 mg•L⁻¹	0.083a	0.026b	0.022b	0.017ab

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.013; Día 6: 0.006; Día 8: 0.006; Día 10: 0.006

Figura 13. Efecto de BA en contenido de clorofila **a** en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg.gps⁻¹).

4.2.2.2 Clorofila **b**

El contenido de clorofila **b** en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* disminuyó de manera continua a través de la duración del experimento, en lo que respecta al factor de temperatura, solo se encontraron diferencias significativas en el día 8 de las evaluaciones, siendo mayor el contenido de las inflorescencias que estuvieron a 10 °C (0.032 mg.gps⁻¹) con relación a las que estuvieron a 15 °C (0.023 mg.gps⁻¹). Mientras que al final del experimento se volvió ambos tratamientos volvieron a ser iguales estadísticamente.

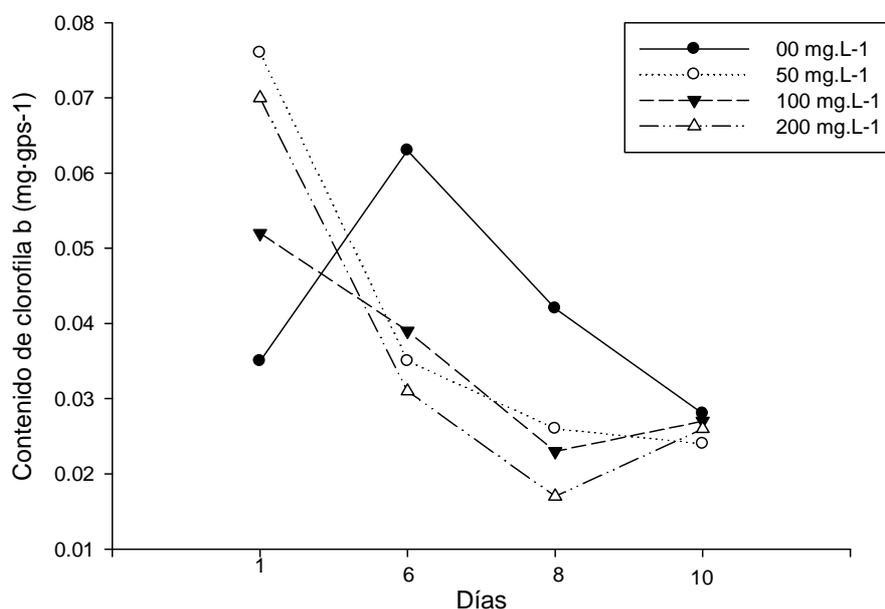


Temperatura	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C	0.067a	0.046a	0.032a	0.025a
15 °C	0.065a	0.038a	0.023b	0.028a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.009; Día 6: 0.008; Día 8: 0.006; Día 10: 0.007

Figura 14. Efecto de temperatura en contenido de clorofila **b** en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* ($\text{mg}\cdot\text{gps}^{-1}$).

Los tratamientos con giberelinas (AG_3) en el contenido de clorofila **b** mostró diferencias significativas en los días 1, 6 y 8 de las evaluaciones, para el día 1 los tratamientos de $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($0.076 \text{ mg}\cdot\text{gps}^{-1}$) y $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($0.070 \text{ mg}\cdot\text{gps}^{-1}$) fueron superiores al de $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($0.052 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) y para el día 8 las inflorescencias que tuvieron un mayor contenido de clorofila b fueron aquellas con tratamiento de $00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, ya en el último día de evaluación no se observaron diferencias significativas.

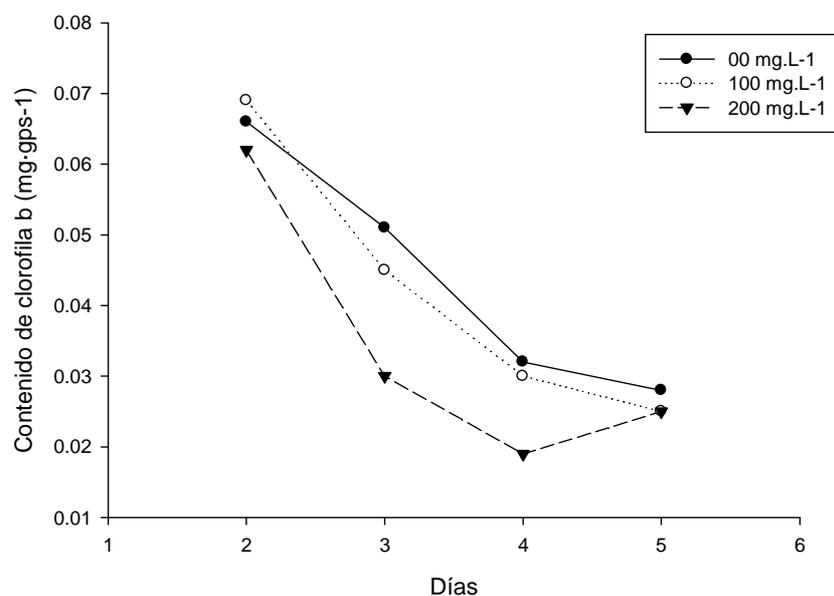


AG3	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L ⁻¹	0.035ab	0.063a	0.042a	0.028a
50 mg•L ⁻¹	0.076a	0.035b	0.026b	0.024a
100 mg•L ⁻¹	0.052b	0.039b	0.023b	0.027a
200 mg•L ⁻¹	0.070a	0.031b	0.017b	0.026a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.017 ; Día 6: 0.015; Día 8: 0.011; Día 10: 0.013

Figura 15. Efecto de AG₃ en contenido de clorofila **b** en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg.gps⁻¹).

El efecto de la aplicación de tratamientos de BA en el contenido de clorofila **b** en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, tuvo un comportamiento similar que el observado en la variable de contenido de clorofila **a**, puesto que a una mayor dosis de BA el contenido de clorofila **b** fue menor, aunque las diferencias fueron significativas solo en los días 6 y 8.



BA	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L⁻¹	0.066a	0.051a	0.032a	0.028a
100 mg·L⁻¹	0.069a	0.045a	0.030a	0.025a
200 mg·L⁻¹	0.062a	0.030b	0.019b	0.025a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.013; Día 6: 0.012; Día 8: 0.009; Día 10: 0.010

Figura 16. Efecto de BA en contenido de clorofila **b** en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg·gps⁻¹).

Gonzales-Santos *et al.* (2009) menciona que una de las evidencias más notables del efecto benéfico de la aspersión de citocininas es el retraso del amarillamiento de la lámina en trigo. El tratamiento con BAP permitió conservar del 60 % de la clorofila total respecto al valor en las hojas presenescentes (21 DDS), mientras que el testigo conservó sólo 8 %. Por una parte las diferencias entre los resultados obtenidos por Gonzales-Santos *et al.* (2009) y la presente investigación puede deberse a la especie en la que fueron utilizadas las citocininas, el tipo de citocininas utilizadas, la parte vegetal utilizada para los análisis.

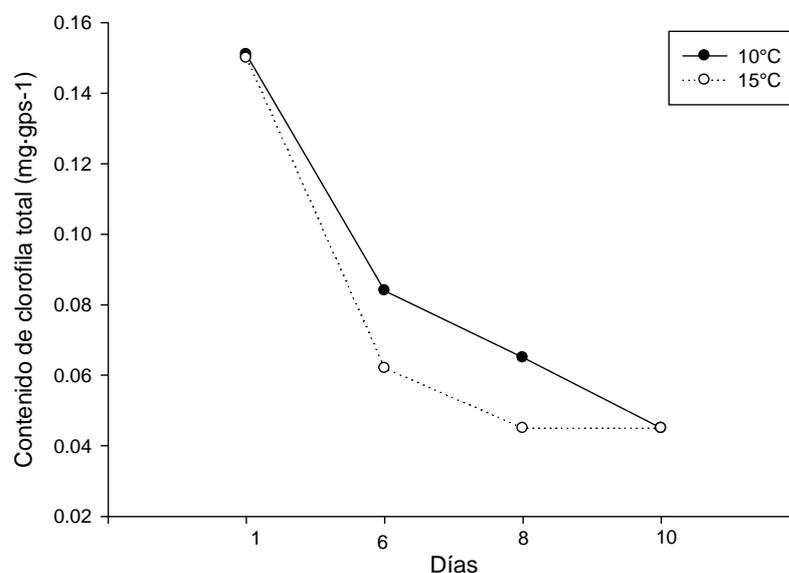
Por otra parte el método de aplicación de citocininas parece tomar un papel importante en cuanto al grado de respuesta, mientras que Gonzales-Santos *et al.* (2009) aplicaron las citocininas asperjadas en la presente investigación la aplicación fue en solución pulso.

Jordan y Casaretto (2006) indican que uno de los efectos de las citocininas es retardar la senescencia de las hojas, provocando que las hojas permanezcan más tiempo verdes por mayor contenido de clorofila y funcionales. Las citocininas permiten el desarrollo de cloroplastos (con formación de granas) en oscuridad, reemplazando parcialmente la demanda de luz. Una mayor permanencia de clorofilas activas implica para la hoja y la planta la conservación de la síntesis de proteínas y consiguiente transcripción de varios genes.

Sin embargo en las brácteas de inflorescencias de *Zingiber spectabile* el comportamiento de las citocininas no fue el esperado, aunado a que en dosis altas las citocininas actuaron de manera negativa sobre el contenido de clorofilas presentes en las brácteas de *Zingiber spectabile*.

4.2.2.3 Clorofilas totales

En el caso del contenido de clorofilas totales en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* se notó una reducción constante a través de los días de evaluación, el efecto de la temperatura en esta variable presentó diferencias significativas para los días 6 y 8 del experimento. En el día 1 el contenido de clorofilas totales fue el mismo estadísticamente, para el día 6 el tratamiento de 10 °C fue superior de manera significativa con respecto al de 15 °C, para el día 8 se mantuvo esta diferencia de efecto de tratamiento mientras que para el último día de evaluación los resultados fueron los mismos para ambos tratamientos.



Temperatura	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C	0.151a	0.084a	0.065a	0.045a
15 °C	0.150a	0.062b	0.045b	0.045a

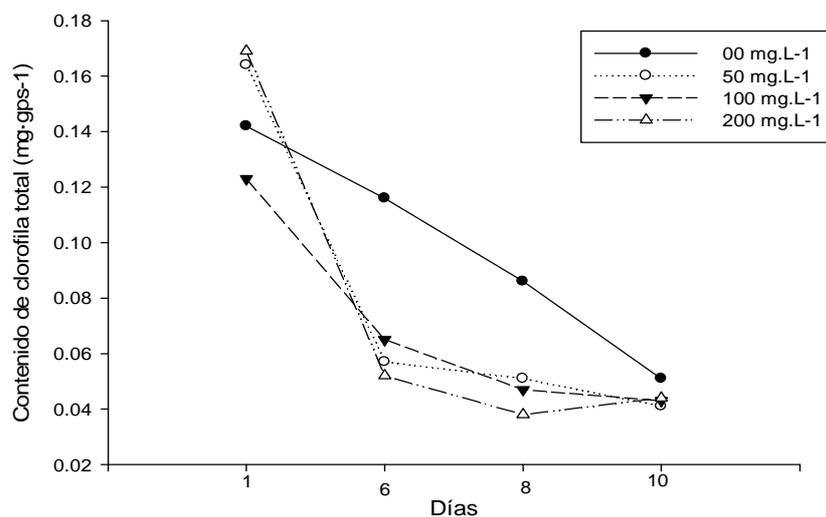
Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.017; Día 6: 0.012; Día 8: 0.009; Día 10: 0.011

Figura 17. Efecto de temperatura en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* ($\text{mg}\cdot\text{gps}^{-1}$).

En este caso la temperatura puede influir de manera indirecta sobre el contenido de clorofilas presentes en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* ya que a menor temperatura de igual manera se tiene una menor tasa de respiración lo que provoca que la degradación de clorofilas se vea reducida.

Los tratamientos de giberelinas (AG_3) presentaron diferencias significativas en los efectos sobre el contenido de clorofilas totales en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, para las primeras evaluaciones, sin embargo en el último día de evaluación se los resultados fueron iguales estadísticamente. En el día uno la presencia de clorofilas totales fue mayor en los tratamientos con dosis de AG_3 de $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ mientras que en los siguientes días las dosis de $00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de AG_3 fueron significativamente superiores a los tratamientos con mayores dosis de giberelinas. Aunque en el día 10 no se encontraron diferencias significativas se puede observar que el

tratamiento que no tuvo giberelinas tiene un mayor contenido de clorofilas totales que los demás tratamientos.

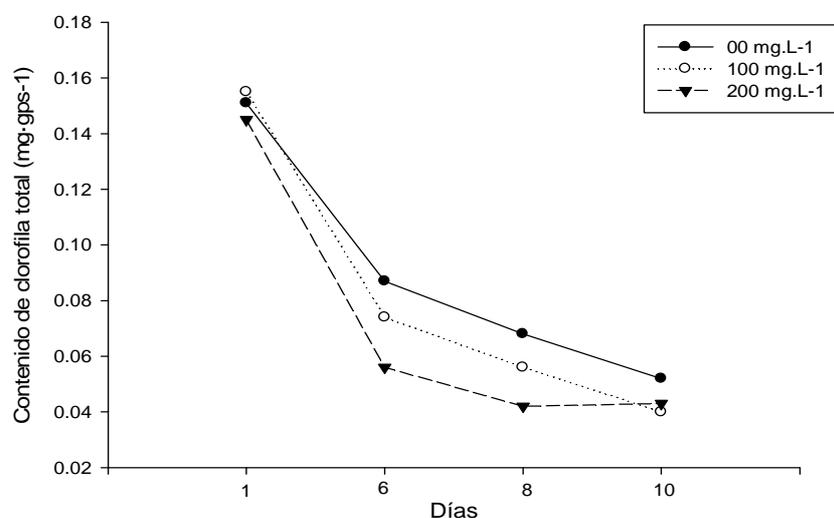


AG3	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L ⁻¹	0.142ab	0.116a	0.086a	0.051a
50 mg·L ⁻¹	0.164a	0.057b	0.051b	0.041a
100 mg·L ⁻¹	0.123b	0.065b	0.047b	0.043a
200 mg·L ⁻¹	0.169a	0.052b	0.038b	0.044a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.032; Día 6: 0.022; Día 8: 0.017; Día 10: 0.020

Figura 18. Efecto de AG₃ en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg·gps⁻¹).

En lo que respecta a los tratamientos con citocininas (BA); se tuvieron diferencias significativas en los días 6 y 8 del experimento, observándose que se tuvo una mayor concentración de clorofilas totales en las menores dosis de BA, correspondiendo a una mayor cantidad de clorofila total a los tratamientos de 00 mg·L⁻¹ de BA y disminuyendo la dicha cantidad conforme se aumentaba la dosis de BA, esta tendencia se conservó aún en los días 1 y 10 en los cuales a pesar de no tener diferencias significativas las concentraciones de clorofilas totales fueron mayores a menores dosis de BA.



BA	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L⁻¹	0.151a	0.087a	0.068a	0.052a
100 mg·L⁻¹	0.155a	0.074a	0.056a	0.040a
200 mg·L⁻¹	0.145a	0.056b	0.042b	0.043a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.025; Día 6: 0.015; Día 8: 0.013; Día 10: 0.015

Figura 19. Efecto de BA en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* ($\text{mg}\cdot\text{gps}^{-1}$).

El cuadro 12 muestra la acción conjunta de los tratamientos de Temperatura y AG3 sobre el contenido de clorofilas totales en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, se observan diferencias significativas desde el primer día de evaluación en el cual los tratamientos de 10 °C- 50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ AG₃ y 15 °C-200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ AG₃ fueron superiores al de 10 °C- 100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ AG₃, en el día 6 del experimento las diferencias son más notorias y se puede observar que los tratamientos de 10 °C en general presentaron un mayor contenido de clorofila total que los que estuvieron a 15 °C independientemente de la dosis de AG₃; en el último día de evaluaciones no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual está acorde con lo observado de manera visual en las inflorescencias pues al final del experimento estas no presentaban una coloración verde característica de la presencia de clorofilas.

Cuadro 13. Efecto de combinación Temperatura- AG₃ en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg·gps⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg•L ⁻¹ AG ₃	0.151ab	0.092bc	0.096a	0.053a
10 °C- 50 mg•L ⁻¹ AG ₃	0.184a	0.085bc	0.070abc	0.039a
10 °C- 100mg•L ⁻¹ AG ₃	0.113b	0.099b	0.042cde	0.036a
10 °C-200 mg•L ⁻¹ AG ₃	0.155ab	0.057cd	0.054bcd	0.051a
15 °C- 00 mg•L ⁻¹ AG ₃	0.134ab	0.140a	0.075ab	0.050a
15 °C- 50 mg•L ⁻¹ AG ₃	0.144ab	0.030d	0.031de	0.043a
15 °C- 100mg•L ⁻¹ AG ₃	0.139ab	0.030d	0.052bcd	0.051a
15 °C-200 mg•L ⁻¹ AG ₃	0.182a	0.047d	0.023e	0.038a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.053; Día 6: 0.038; Día 8: 0.029; Día 10: 0.034

Por otra parte la combinación de factores de Temperatura y citocininas (BA) no presentaron efectos significativos para el primer día de evaluación en la variable de clorofilas totales presentes en brácteas de inflorescencias, mientras que para el día 6 las diferencias se hicieron notar siendo el tratamiento de 10 °C- 00 mg•L⁻¹ BA superior estadísticamente a los de 15 °C- 100 mg•L⁻¹ BA y 15 °C- 200 mg•L⁻¹ BA, en el día 8 del experimento las inflorescencias con mayor contenido de clorofilas totales fueron aquellas a las que se les aplico 10 °C- 00 mg•L⁻¹ BA de igual manera esta combinación de tratamientos fue la que mostro un mayor contenido de clorofilas en el día 10 del experimento, tal y como se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 14. Efecto de combinación Temperatura- BA en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg·gps⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg•L ⁻¹ BA	0.153a	0.100a	0.083a	0.061a
10 °C- 100 mg•L ⁻¹ BA	0.144a	0.080ab	0.058b	0.029b
10 °C- 200 mg•L ⁻¹ BA	0.156a	0.071abc	0.056b	0.044ab
15 °C- 00 mg•L ⁻¹ BA	0.148a	0.075ab	0.054b	0.043ab
15 °C- 100 mg•L ⁻¹ BA	0.167a	0.069bc	0.054b	0.052ab
15 °C- 200 mg•L ⁻¹ BA	0.134a	0.042c	0.028c	0.041ab

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.043; Día 6: 0.030; Día 8: 0.023; Día 10: 0.028

En cuanto al efecto que tuvo la combinación de giberelinas (AG₃) con citocininas (BA) en el contenido de clorofilas totales, se puede apreciar en el Cuadro 14 que hubo diferencias significativas en todos los días de evaluación, aunque de manera general se observan que los valores más altos se tuvieron en las dosis con 00 mg•L⁻¹ AG₃- 00 mg•L⁻¹ BA, lo cual indica que la aplicación tanto de citocininas como de giberelinas ayuda o al menos propicia a una menor presencia de clorofilas.

Cuadro 15. Efecto de combinación AG₃- BA en contenido de clorofilas totales en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg•gps⁻¹).

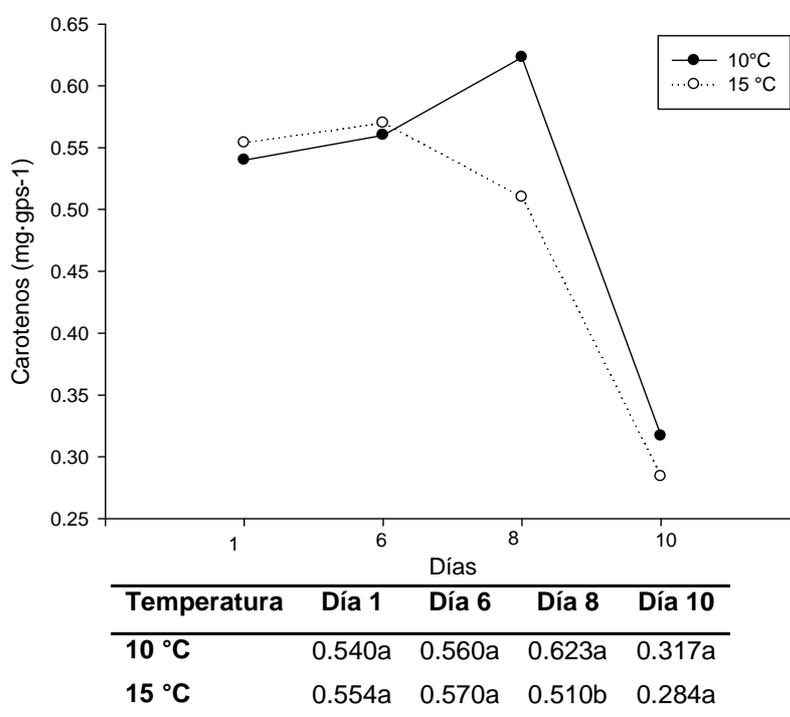
Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	0.127ab	0.122ab	0.109 ^a	0.074a
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	0.150ab	0.128a	0.082ab	0.036ab
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	0.151ab	0.099abc	0.066bc	0.044ab
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	0.184a	0.074bcd	0.062bc	0.052ab
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	0.153ab	0.064cd	0.055bc	0.031ab
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	0.155ab	0.034d	0.035c	0.040ab
100 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	0.132ab	0.091abc	0.065bc	0.038ab
100 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	0.144ab	0.071cd	0.048bc	0.066ab
100 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	0.103b	0.032d	0.028c	0.027b
200 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	0.161ab	0.062cd	0.037c	0.045ab
200 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	0.174a	0.034d	0.39c	0.029ab
200 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	0.171ab	0.060cd	0.038c	0.060ab

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.071; Día 6: 0.050; Día 8: 0.038; Día 10: 0.046

4.2.3 Carotenos

La presencia de carotenos en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* tuvo un aumento en los primeros días del experimento mientras que para el final se observó un considerable descenso en el contenido de carotenos, lo cual correspondería con los cambios en el color de las inflorescencias observados de manera visual a lo largo del experimento.

El factor temperatura (Figura 19) al que estuvieron sometidas las inflorescencias tuvo diferencias significativas solo para el octavo día de evaluación; mientras que en los primeros días a pesar de no encontrarse diferencias significativas los las inflorescencias que estuvieron a 15 °C presentaron un mayor contenido de carotenos, mientras que en el octavo día hubo diferencias significativas entre los tratamientos, siendo mayor el contenido de carotenos en la inflorescencias que estuvieron a 10 °C.

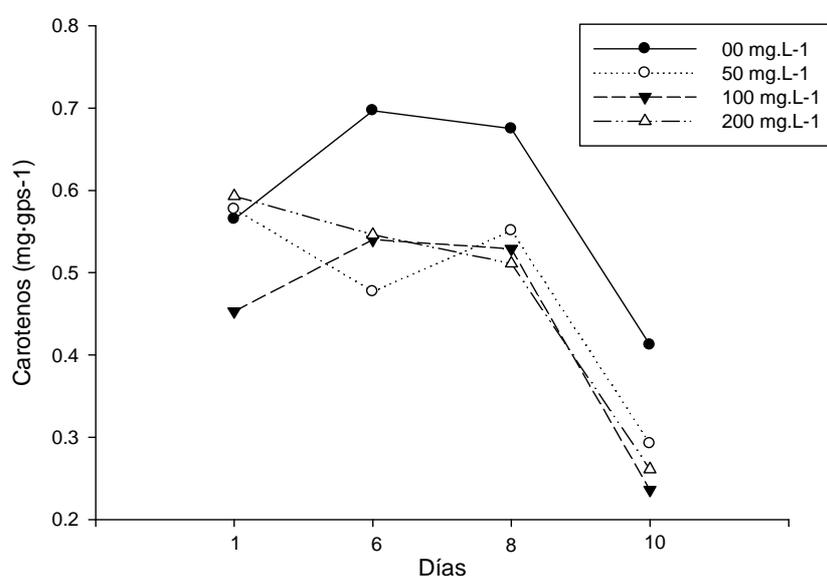


Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) DMSH: Día 1: 0.063; Día 6: 0.051; Día 8: 0.052; Día 10: 0.040

Figura 20. Efecto de temperatura en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* ($\text{mg}\cdot\text{gps}^{-1}$).

Lo que se puede inferir de la Figura 19 en relación al contenido de carotenos es que cuando la temperatura fue más alta el contenido de carotenos presentes en las brácteas de las inflorescencias aumentó de manera más rápida pero de la misma forma este empezó a decaer antes que las inflorescencias que estuvieron a una temperatura más baja.

Por otra parte en cuestión del factor AG₃ (Figura 20) se tuvieron diferencias desde el primer día de evaluación, los tratamientos de 200 mg•L⁻¹ y 50 mg•L⁻¹ fueron superiores estadísticamente teniendo valores más altos en contenido de carotenos; en los siguientes días de evaluaciones los resultados fueron diferentes y las inflorescencias con mayor contenido de carotenos fueron aquellas en las que las dosis de giberelinas fueron de 00 mg•L⁻¹.



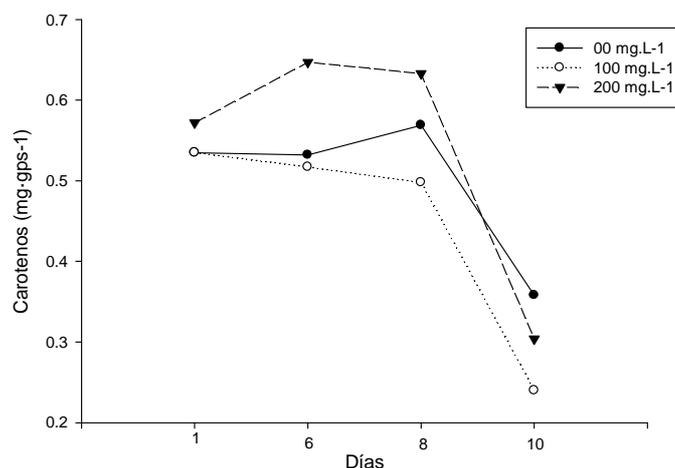
AG3	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L⁻¹	0.565ab	0.697a	0.675a	0.412a
50 mg•L⁻¹	0.577a	0.477b	0.551b	0.292b
100 mg•L⁻¹	0.453b	0.540b	0.529b	0.236b
200 mg•L⁻¹	0.593a	0.546b	0.511b	0.261b

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.117; Día 6: 0.096; Día 8: 0.098; Día 10: 0.074

Figura 21. Efecto de AG₃ en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg.gps⁻¹).

En el caso del factor de citocininas, este tuvo un efecto positivo en el contenido de carotenos en las brácteas de inflorescencias de *Zingiber spectabile*, ya que se puede observar que a una mayor dosis de BA se tuvo un contenido de carotenos más alto, en el día 1 de evaluación no se encontraron diferencias significativas sin embargo el mayor contenido de carotenos lo tuvieron las inflorescencias con 200

mg•L⁻¹ de BA, mientras que en los demás días de evaluaciones si se encontraron diferencias significativas, teniendo un contenido de carotenos más alto aquellas inflorescencias a las que se les aplico dosis de BA de 200 mg•L⁻¹.



BA	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L ⁻¹	0.535a	0.532b	0.569ab	0.358a
100 mg•L ⁻¹	0.535a	0.517b	0.498b	0.240b
200 mg•L ⁻¹	0.572a	0.647a	0.633a	0.304a
DMS	0.092	0.075	0.077	0.058

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.092; Día 6: 0.075; Día 8: 0.077; Día 10: 0.058

Figura 22. Efecto de BA en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg.gps⁻¹).

La relación del contenido de carotenos presentes en las brácteas de inflorescencias con respecto a la acción conjunta de los factores de temperatura y giberelinas (AG₃) en todos los días de evaluación se encontraron diferencias significativas entre tratamientos; para el primer día del experimento los valores más altos se obtuvieron en el tratamiento de 15 °C-200 mg•L⁻¹ AG₃ mientras que los más bajos estuvieron presentes en las inflorescencias tratadas con 10 °C-200 mg•L⁻¹ AG₃ y 10 °C- 100mg•L⁻¹ AG₃, a partir del sexto día de evaluación se tuvieron mayores contenidos de carotenos en las inflorescencias con el tratamiento de 10 °C- 00 mg•L⁻¹ AG₃.

Cuadro 16. Efecto de combinación Temperatura- AG₃ en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg·gps⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg·L ⁻¹ AG ₃	0.650abc	0.798a	0.650a	0.449a
10 °C- 50 mg·L ⁻¹ AG ₃	0.682ab	0.454b	0.536ab	0.272bc
10 °C- 100mg·L ⁻¹ AG ₃	0.397d	0.505b	0.677a	0.273bc
10 °C-200 mg·L ⁻¹ AG ₃	0.431d	0.483b	0.631a	0.274bc
15 °C- 00 mg·L ⁻¹ AG ₃	0.481cd	0.597b	0.700a	0.375ab
15 °C- 50 mg·L ⁻¹ AG ₃	0.472cd	0.500b	0.566a	0.312bc
15 °C- 100mg·L ⁻¹ AG ₃	0.510bcd	0.575b	0.382b	0.199c
15 °C-200 mg·L ⁻¹ AG ₃	0.755a	0.609b	0.392b	0.249c

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.195; Día 6: 0.160; Día 8: 0.163; Día 10: 0.124

En el Cuadro 16 se puede apreciar el efecto que tienen los tratamientos de temperatura y citocininas (BA) de manera conjunta sobre el contenido de carotenos en las brácteas de inflorescencias de *Zingiber spectabile*, las diferencias se empezaron a notar a partir del día 6 del experimento, en este día el tratamiento de 10 °C- 200 mg·L⁻¹ BA presentó un valor superior en el contenido de carotenos con respecto a los demás tratamientos. Mientras que para el último día del experimento las inflorescencias que presentaron valores más altos fueron aquellas que tuvieron el tratamiento de 10 °C- 00 mg·L⁻¹ BA siendo superior estadísticamente.

Cuadro 17. Efecto de combinación Temperatura- BA en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg·gps⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C- 00 mg·L ⁻¹ BA	0.546a	0.511b	0.620ab	0.395a
10 °C- 100 mg·L ⁻¹ BA	0.504a	0.511b	0.538bc	0.240b
10 °C- 200 mg·L ⁻¹ BA	0.569a	0.658a	0.712a	0.316ab
15 °C- 00 mg·L ⁻¹ BA	0.523a	0.553ab	0.519bc	0.321ab
15 °C- 100 mg·L ⁻¹ BA	0.565a	0.522b	0.458c	0.240b
15 °C- 200 mg·L ⁻¹ BA	0.576a	0.635ab	0.554bc	0.291b

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.159; Día 6: 0.130; Día 8: 0.133; Día 10: 0.0101

La acción de las giberelinas (AG₃) de manera general no fue favorable para la concentración de carotenos en las brácteas de inflorescencias de *Zingiber spectabile*, como se puede observar en el Cuadro 18 el contenido de carotenos fue mayor en los tratamientos con menor dosis de AG₃, por otro lado las citocininas muestran un efecto favorable para la presencia de carotenos en las brácteas, siendo el tratamiento de 00 mg•L⁻¹ AG₃- 200 mg•L⁻¹ BA uno de los que presenta un mayor contenido de carotenos.

Cuadro 18. Efecto de combinación AG₃- BA en contenido de carotenos en brácteas de inflorescencia de *Zingiber spectabile* (mg•gps⁻¹).

Combinación	Día 1	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	0.557a	0.576bc	0.688a	0.463a
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	0.495a	0.663ab	0.604abc	0.288bc
00 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	0.644a	0.853a	0.732a	0.485a
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	0.649a	0.442c	0.527abc	0.399ab
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	0.522a	0.466bc	0.523abc	0.197c
50 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	0.560a	0.523bc	0.604abc	0.280bc
100 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	0.431a	0.552bc	0.627ab	0.271bc
100 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	0.510a	0.438c	0.397c	0.237bc
100 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	0.419a	0.630bc	0.564abc	0.201c
200 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 00 mg•L ⁻¹ BA	0.501a	0.558bc	0.435bc	0.298bc
200 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 100 mg•L ⁻¹ BA	0.612a	0.500bc	0.468bc	0.238bc
200 mg•L ⁻¹ AG ₃ - 200 mg•L ⁻¹ BA	0.666a	0.581bc	0.631ab	0.248bc

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 0.258; Día 6: 0.212; Día 8: 0.212; Día 10: 0.164

Jordan y Casaretto (2006) mencionan que debido a que las citocininas retardan la senescencia, proceso que implica clorosis por degradación de la clorofila, y dado que permiten la manutención de la síntesis de proteínas, junto a carbohidratos y otros compuestos orgánicos, es posible usar dicha hormona para dilatar y mantener la vida de flores con hojas. Lo anterior es relevante en la producción de flores de corte, material que con estas características implican una ganancia

comercial adicional, especialmente se considera la demandas en el mercado de exportación.

Sin embargo en la presente investigación se encontró que las citocininas utilizadas en solución pulso en inflorescencias de *Zingiber spectabile*, tenían un efecto negativo en la presencia de clorofilas, al haber una mayor degradación de clorofilas en las brácteas a una mayor dosis de BA se ocasiona que se tenga un incremento en la presencia de carotenos.

4.2.4 Etileno

La senescencia de la flor es un fenómeno genéticamente programado que se manifiesta por la pérdida de peso fresco, y enrollamiento, marchitez y necrosis del pétalo, lo que supone la pérdida de su calidad comercial. Al igual que en los frutos, el proceso puede estar o no regulado por el etileno, lo que ha hecho que algunos autores distinguan entre flores climatéricas o no climatéricas. La sensibilidad al etileno aumenta con la temperatura ambiental, desarrollo de la flor, y estado sanitario y nutricional. Por otro lado, se ha verificado que no todas las variedades de una misma especie presentan la misma respuesta, como en rosa y alstroemeria (Aben *et al.*, 2001)

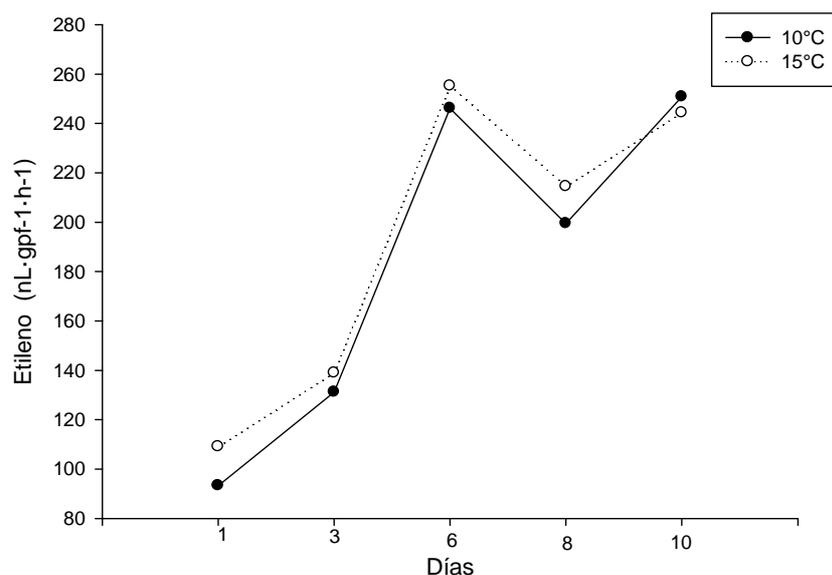
En el caso del clavel Aben *et al.*, (2001), encontraron que la presencia de etileno tiene un efecto muy negativo sobre la longevidad de estas flores, ya que a partir de 0.5 ppm esta disminuye sensiblemente tanto en los claveles mantenidos en agua como aquellas en solución conservante.

Klasman en 2001 nos menciona que el etileno actúa ejerciendo una reducción de la longevidad de algunas flores y plantas causando rápida marchitez en los pétalos –p.e. claveles- caída o destrucción de pétalos – También el etileno produce otros cambios en los tejidos de los pétalos como cambios o pérdida de color –p.e. en orquídeas-. Por lo tanto, aquellas flores sensibles a la presencia de etileno no deberían depositarse en el mismo lugar donde se enfrían frutas u hortalizas productoras de etileno. Así mismo indica que las temperaturas bajas pueden

entonces reducir: la tasa de producción de etileno y la sensibilidad de las flores ante la presencia del mismo gas.

La producción de etileno en las inflorescencias de *Zingiber spectabile* fue en constante aumento a través de la duración del experimento debido a los procesos de senescencia propios de la planta.

La temperatura no fue un factor determinante en este caso pues no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los días de evaluación; sin embargo cabe mencionar que las inflorescencias que estuvieron a 15 °C tuvieron una mayor producción de etileno pero sin ser superior estadísticamente. En la Figura 22 se puede observar la producción de etileno en las inflorescencias de *Zingiber spectabile* a través de los 10 días de evaluación.

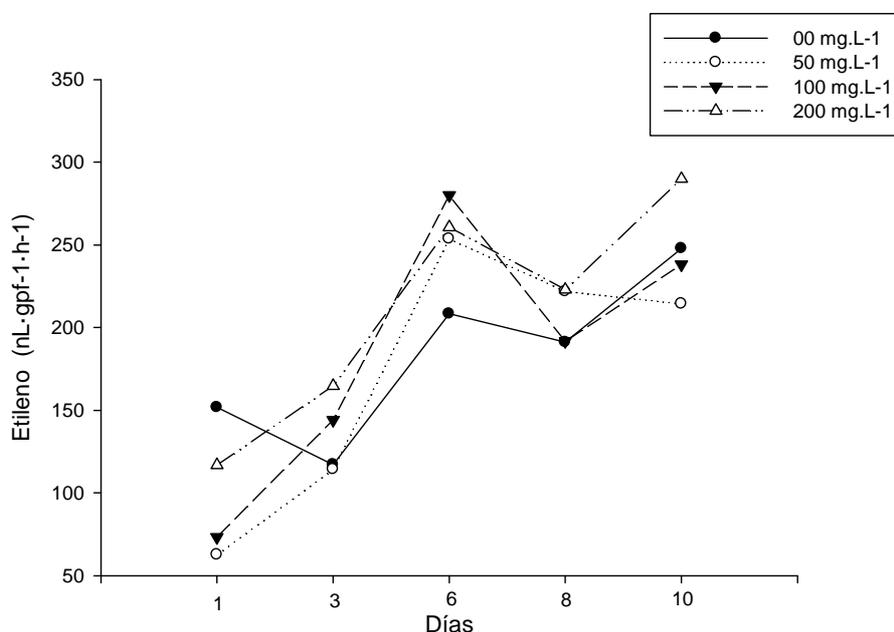


Temperatura	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C	93.24a	131.12a	246.08a	199.46a	250.76a
15 °C	108.99a	138.89a	255.20a	214.46a	244.29a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 33.48; Día 3: 33.28; Día 6: 36.90; Día 8: 39.59; Día 10: 67.45

Figura 23. Efecto de temperatura en producción de etileno en inflorescencias de *Zingiber spectabile* (nL·gpf⁻¹·h⁻¹).

En el caso de la acción que las giberelinas (AG_3) tuvieron sobre la producción de etileno en las inflorescencias se encontraron diferencias significativas en el día 1 de la evaluación, siendo el tratamiento de $00\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ estadísticamente superior, mientras que en el día 3 del experimento no se observaron diferencias entre tratamientos y fue en el día 6 donde se volvieron a encontrar diferencias significativas; posteriormente los tratamientos no presentaron diferencias entre sí para los días 8 y 10 lo cual indica que la producción de etileno que tuvieron las inflorescencias fue la misma en todos los tratamientos.



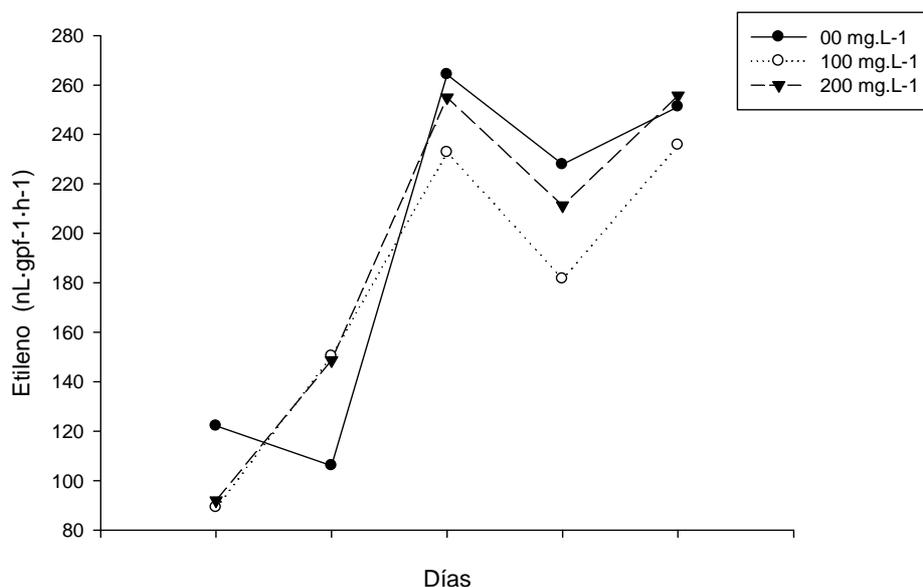
AG_3	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
$00\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$	151.74a	117.02a	208.34b	191.14a	247.74a
$50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$	62.54b	114.19a	253.6ab	221.74a	214.30a
$100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$	73.37b	144.07a	279.97a	191.71a	238.13a
$200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$	116.82ab	164.73a	260.65ab	222.95a	289.92a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 62.68; Día 3: 62.30; Día 6: 69.07; Día 8: 74.11; Día 10: 126.28

Figura 24. Efecto de AG_3 en producción de etileno en inflorescencias de *Zingiber spectabile* ($\text{nL}\cdot\text{gpf}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$).

Por otra parte, los tratamientos con citocininas (BA) no mostraron diferencias significativas en ninguno de los días de duración del experimento, aunque las

inflorescencias a las que se les aplicó el tratamiento 100 mg•L⁻¹ de BA tuvieron una menor producción de etileno a lo largo del experimento sin embargo estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes. La Figura 24 muestra el aumento en la producción de etileno que tuvieron las inflorescencias en el desarrollo del experimento.



BA	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L ⁻¹	122.15a	106.07a	264.18a	227.88a	251.19a
100 mg•L ⁻¹	89.2a	150.28a	232.76a	181.57a	235.72a
200 mg•L ⁻¹	91.99a	148.66a	254.99a	211.21a	255.65a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 49.33; Día 3: 49.03; Día 6: 54.36; Día 8: 58.32; Día 10: 99.37

Figura 25. Efecto de BA en producción de etileno en inflorescencias de *Zingiber spectabile* (nL·gpf⁻¹·h⁻¹).

Jordan y Casaretto (2006) indican que los inhibidores de la síntesis de etileno son el AVG (aminoetoxivinilglicina) y el AOA (ácido aminooxicético) que bloquean la conversión de AdoMet a ACC, mientras que el ión Co bloquea la ACC-oxidasa. Por otro lado, el ión plata (Ag⁺) inhibe fuertemente la acción de etileno, anulando sus efectos como se ha demostrado en la preservación de pétalos de varias especies florales. Otros ejemplos son compuestos volátiles que compiten por el

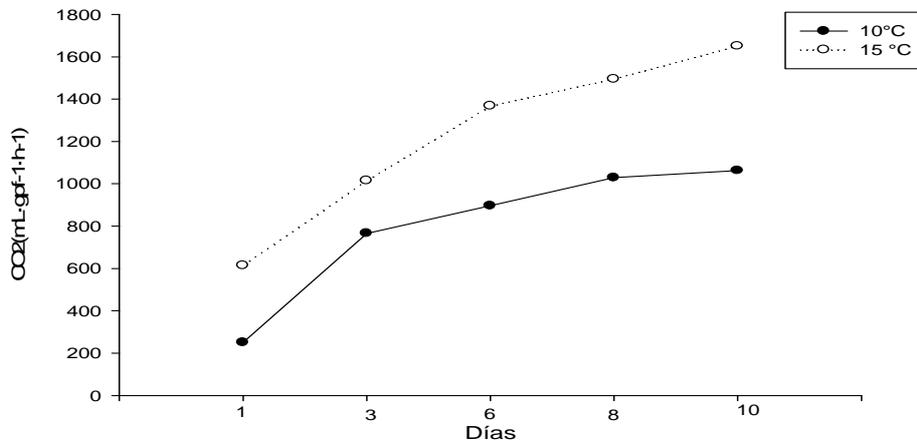
sitio del receptor de etileno, anulando igualmente su acción en forma inespecífica y no bien determinada; altos niveles de CO₂ bajo condiciones de almacenamiento parece igualmente reducir el nivel de etileno.

Aunque no se menciona que la BA tenga un efecto antagónico con el etileno, se encontró que a dosis de 100 mg•L⁻¹ de BA se tiene una producción menor de este gas.

4.2.5 Respiración (CO₂)

La tasa de respiración aumenta la temperatura de los tejidos donde se produce. Además la alta tasa respiratoria consume las reservas de carbohidratos de los tejidos vegetales. Esto produce un empobrecimiento del estado general de la vara floral. La consecuencia en algunas flores es el cambio de coloración de los tejidos y en general una aceleración del proceso de senectud y consecuente pérdida de la vitalidad. En consecuencia, si bajamos la temperatura de las flores, la actividad respiratoria decrece, las reservas se consumirán con menor velocidad y la generación de calor de las mismas flores bajará notablemente (Klasman, 2001).

La respiración que tuvieron las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, en este caso mediante la producción de CO₂ fue en aumento en todo el periodo del experimento. En lo referente al efecto que tuvieron los tratamientos con Temperatura se puede apreciar en la Figura 25 que las inflorescencias que estuvieron a 15 °C presentaron una mayor producción de CO₂ en comparación con las que estuvieron en tratamiento de 10°C, las diferencias fueron significativas a partir del día 3 de las evaluaciones y hasta el término del experimento.



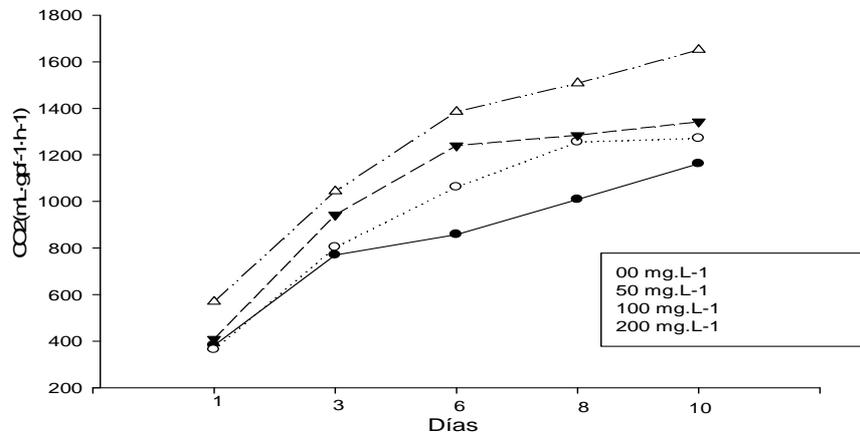
Temperatura	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
10 °C	249.96b	766.07b	896.29b	1029.01b	1062.59b
15 °C	613.86a	1014.91a	1367.20a	1495.5a	1650.86a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 85.85; Día 3: 133.54; Día 6: 185.38; Día 8: 191.84; Día 10: 191.08

Figura 26. Efecto de temperatura en respiración (producción de CO_2) en inflorescencias de *Zingiber spectabile* ($\text{mL}\cdot\text{gpf}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$).

Se puede observar una relación entre el aumento en las tasas de respiración que ocurre en las inflorescencias de *Zingiber spectabile* con respecto a la cantidad de azúcares totales presentes en los tallos de dichas inflorescencias, hasta el día 8 del experimento el aumento en la respiración fue constante lo que corresponde con la disminución igualmente constante en el contenido de azúcares totales en los tallos de las inflorescencias, mientras que para el día 10 la producción de CO_2 no sufre cambios y el contenido de azúcares se eleva.

La Figura 26 muestra la acción que tuvieron las giberelinas (AG_3) sobre la producción de CO_2 en las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, se puede observar que a una mayor dosis de AG_3 las inflorescencias tuvieron una mayor producción de CO_2 , es decir la respiración en estas inflorescencias fue mayor. En todos los días de evaluaciones se pueden apreciar diferencias significativas entre la mayor dosis de AG_3 ($200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) que fue estadísticamente más alta con respecto a las dosis de ($00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), así mismo se puede observar que el aumento de la respiración fue cada vez mayor en la máxima dosis de AG_3 .



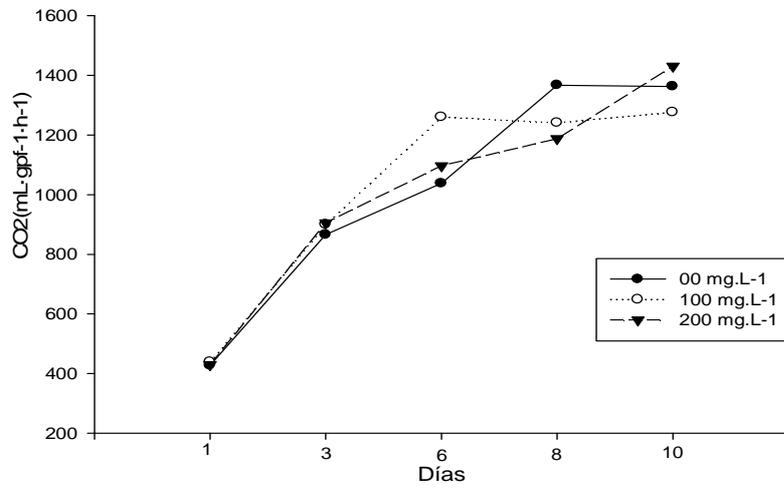
AG ₃	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg·L ⁻¹	383.21b	770.80b	858.56b	1008.80b	1162.13b
50 mg·L ⁻¹	364.58b	804.11ab	1062.49ab	1255.54ab	1271.47b
100 mg·L ⁻¹	409.69ab	942.85ab	1240.34a	1284.52ab	1342.26ab
200 mg·L ⁻¹	570.14a	1044.19a	1385.60a	1508.26a	1651.04a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 160.72; Día 3: 249.98; Día 6: 347.01; Día 8: 359.10; Día 10: 357.68

Figura 27. Efecto de AG₃ en respiración (producción de CO₂) en inflorescencias de *Zingiber spectabile* (mL·gpf⁻¹·h⁻¹).

Con el incremento en la dosis de giberelinas (AG₃) se tienen un aumento en la tasa de respiración de las inflorescencias de *Zingiber spectabile* lo cual ya se mencionó anteriormente, lo que es importante destacar es la relación que se tiene entre este aumento en respiración conforme se da un aumento en dosis de giberelinas y la disminución en el contenido de clorofilas que se tiene conforme se realizó un aumento en dosis de giberelinas, lo cual indica que la giberelinas están ocasionando una mayor tasa de respiración en inflorescencias de *Zingiber spectabile* lo que a su vez ocasiona que la degradación de clorofilas se acelere.

Los tratamientos con citocininas (BA) no presentaron diferencias significativas durante el experimento en lo que respecta a la respiración de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*, por lo que se puede inferir que las citocininas no tuvieron efecto en la promoción o reducción de la respiración de las inflorescencias (Figura 28).



BA	Día 1	Día 3	Día 6	Día 8	Día 10
00 mg•L⁻¹	427.77a	865.62a	1037.87a	1366.95a	1362.70a
100 mg•L⁻¹	438.31a	900.18a	1260.45a	1241.18a	1276.51a
200 mg•L⁻¹	429.64a	905.67a	1096.91a	1187.72a	1430.96a

Medias con la misma letra no representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); DMSH: Día 1: 126.48; Día 3: 196.73; Día 6: 273.09; Día 8: 282.61; Día 10: 281.49

Figura 28. Efecto de BA en respiración (producción de CO₂) en inflorescencias de *Zingiber spectabile* (mL.gpf⁻¹.h⁻¹).

V. CONCLUSIONES

Las giberelinas y citocininas no afectaron el peso fresco de inflorescencias, donde el mayor peso fue alcanzado a temperatura de 10 °C como producto de un mayor consumo de agua.

En cuestión de azúcares totales, estos presentaron un descenso para los días intermedios del experimento y mostraron un aumento para el final de las evaluaciones.

El contenido de clorofilas mostró una disminución constante durante el experimento, siendo el tratamiento de 10°C el que presentó valores más altos tanto de clorofilas a, b y totales. Mientras que con las dosis altas de citocininas tuvieron generalmente valores más bajos.

Los carotenos presentes en las brácteas de las inflorescencias, tuvieron un aumento constante hasta el día 8 de las evaluaciones, a partir de este día el contenido de carotenos fue en descenso, los tratamientos con giberelinas tuvieron menores concentraciones de carotenos con relación al testigo mientras que los tratamientos con 200 mg•L⁻¹ de BA presentaron mayores contenidos de carotenos, los carotenos representan a los pigmentos que dan el color amarillos característico a las maracas.

La producción de etileno en las inflorescencias fue en aumento hasta el día 6 de las evaluaciones, en el día 8 se tuvo un descenso en esta liberación de etileno mientras que para el último día de evaluación se volvió a tener un incremento en la producción de etileno.

La respiración (producción de CO₂) tuvo un aumento constante durante el experimento, las inflorescencias con tratamiento de 15 °C tuvieron una mayor producción de CO₂ con respecto a las que estuvieron a 10°C, es decir a menor

temperatura la respiración de las inflorescencias fue menor, mientras que la mayor dosis de AG₃ (200 mg•L⁻¹) fue la que generó una mayor tasa de respiración.

Es recomendable la aplicación de tratamientos de temperatura a 10 °C ya que se demostró que se conserva un mayor peso fresco, así como un consumo de agua más elevado, además de que la tasa de respiración es menor por lo que la degradación de pigmentos se reduce y se tiene un menor consumo de carbohidratos.

La aplicación de 200 mg•L⁻¹ de BA sería recomendable para promover un mayor contenido de carotenos en las brácteas de las inflorescencias de *Zingiber spectabile*; no es recomendable la aplicación de dosis altas de giberelinas (200 mg•L⁻¹ de AG₃) ya que se notó un incremento en la respiración de las inflorescencias y una disminución de los pigmentos (clorofilas y carotenos).

VI. LITERATURA CITADA

- ABEN A.,M; AMOURIQ, L.; FERNANDEZ, P.; ROMOJARO, F. 2001. La longevidad del clave. Revista Horticultura. 157:9 pp, Murcia, España.
- BRANNEY, T.M.E. 2005. Hardy gingers: including Hadychium, Roscoea and Zingiber. Royal Horticultural Society Plant Collector Guide. Portland, USA. pp 240-241.
- CHACHÍN A., M. G.; VERDUGO R., G.; MONTECINOS V., A. (2002). Manejo postcosecha de flores. Centro Regional de Investigación Carillarca. Boletín N° 82. Temecu, Chile. pp. 7-20.
- CHEE, B. J. 2010. The espectacular Ginger: Zingiber spectabile Griffit. Malaysian Naturalist. Septiembre de 2010. pp:12-13.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio. ESAL/FAEPE, Lavras, 293p.
- CASTRO, C. E. F. 1993. Helicônias como flores de corte: adequação de espécies e tecnologia pós-colheita. Tesis de Doctorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, Brasil.
- CRUZ S., M. H. L. 2007. Fisiologia pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* griff.) Cultivado no submédio são francisco. Tesis de Doctorado. Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”. Botucatu, Sao Paulo, Brasil.
- CRUZ S., M. H. L.; FERNANDES S., E. E.; PEREIRA L., G. P. 2008. Soluções Conservantes Em Sorvetão Pós-Colheita. CIÊNCIA RURAL. 38(8):2354-2357
- DE LA RIVA M., F. 2011. Postcosecha de flores de corte y medio ambiente. IDESIA (Chile). 29 (3):125-130

- ESCALONA F, T. DEL C. 2008. Comportamiento poscosecha de etlingera elatior bajo diferentes concentraciones de ácido giberélico. Tesis De Licenciatura. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Cabudare, Lara, Venezuela
- ESTRADA P., E. 2003. Efecto de la temperatura del agua en poscosecha de tulipán (Tulipa sp.).Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- FERRAZ T., M. do C.; CORMO, V. 2008. Alpinia – Cultivo e comercialização. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 14(1): 9-14
- GASTELÚ, C.; LONGONI, P.; LAGOUTTE, S.; PACKMANN, I.; MASCARINI, L.; KLASMAN, R.; VILELLA, F.; DIVO DE SESAR, M. 2006. Efecto de la aplicación de 6-bencilaminopurina en la poscosecha de verdes de corte (*Asparagus cetaceus* cv Nanus). Cátedras de Floricultura y Producción Vegetal, Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- GONZÁLEZ-SANTOS, R., DELGADO-ALVARADO, A., ZA VALETA-MACERA, H.A., HERRERA-CABRERA, B.E. 2009. La citocinina BAP promueve la acumulación de hexosas e incrementa la actividad de fosfoenolpiruvato carboxilasa y fosfoenolpiruvato carboxicinasas durante el retraso de la senescencia foliar de trigo. Agrocienia 43(4):379-391
- HALEVY, A. H.; MAYAK, S. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flower. Part1. Horticultural Reviews. Westport. v. 1, p. 204-236
- HALEVY, A. H.; MAYAK, S. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flower. Part2. Horticultural Reviews. Westport. v. 1, p. 59-143
- HARDENBURG R., E.; WATADA A., E.; WANG C.Y. 1988. Almacenamiento Comercial de Frutas, Legumbres y Existencias de Floristerías y Viveros. Traducido al español por DURAN A., F. Colección Investigación y Desarrollo No. 16. San José, Costa Rica

- JORDAN, M., CASARETTO, J. 2006. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. En: Fisiología Vegetal. F.A. Squeo & L. Cardemil, eds. La Serena. Chile. pp: 86-96
- KLASMAN, A. 2001. Enfriar las flores. El florista. Buenos Aires, Argentina.
- LAMAS, A. M. 2004. FLORES: Produção, Pós-Colheita E Mercado. Fortaleza: Instituto Frutal. Brasil. pp: 74-80
- LIMA C. S., M. H. 2007. Fisiologia pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabile* Griff) cultivado no submédio São Francisco. Tesis de Doctorado. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Botocatu, S. P, Brasil. 98 p.
- LOGES, V.; SANTOS C., A.; RAMOS G., W. N.; FERRAZ T., M. C. 2008. Potencial de mercado de bastão-do-imperador e sorvetão. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 14(1):15-22
- LÓPEZ P., O. 2007. Manejo postcosecha de flor de calabaza a diferentes condiciones de almacenamiento. Tesis profesional. UAEH. Tulancingo de Bravo, Hidalgo. México. 98 p.
- LÓPEZ V., G. 1997. Soluciones preservativas usando ácido giberélico en postcosecha de tallos florales de ave del paraíso. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 76 p.
- MATTIUZ, C. F. M.; RODRIGUES, T. DE J. D.; MATTIUZ, B. H.; PIVETTA, K. F. L. 2005. Aspectos fisiológicos e qualitativos da conservação pós-colheita de inflorescências de gengibre-vermelho [*Alpinia purpurata* (vieill.) K. Schum.]. CIENTÍFICA (JABOTICABAL). 33(1):83-90
- MITCHELL, F.G.; THOMPSON, J. F.; KASMIRE, R.K.; CRISOSTO, C. H. 2002. The commodity. pp 1-8. In: Commercial Cooling of Fruits, Vegetables, and Flowers. THOMPSON, J. F.; MITCHELL, F.G.; RUMSEY, T.R.; KASMIRE, R.K.; CRISOSTO, C. H. (eds.). University of California. California, USA.

- MORAES, P.J. 1999. Efeito da refrigeração e do condicionamento em sacarose sobre a conservação póscolheita de flores de *Strelitzia reginae* Ait. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, Dissertação de Mestrado. 48 pp.
- MORALES B., C. 1994. Estudio preliminar sobre el efecto de los surfactantes en la vida postcosecha de algunas flores de corte. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México. 74 pp.
- MOSCA, J.L.; ASSUNÇÃO C., R.; TOMÉ M., V.; OLIVEIRA P., W. 2009. Efeito da temperatura e da solução conservante na qualidade pós-colheita de *Zingiber spectabile* Griff. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 14(2):197-204
- NOWAK, J. & RUDNICKI, R M. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plantas. Timber Press., Portland, Oregon, USA, pp: 210
- NOWAK, J.; GOSZCZYNSKA, D.; RUDNICKI, R. M. 1991.Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. *Postharvest News and Information London*. 2(4):255 – 260.
- PATIÑO A., M.A. 1994. Efecto de diferentes soluciones preservativas usando altas concentraciones de sacarosa y cicocel en ave del paraíso (*Strelitzia reginae* Banks). Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 68 pp.
- PAULIN, A. 1997. La poscosecha de las flores cortadas bases fisiológicas. Ediciones HortiTecnia Ltda. Santafé de Bogotá, Colombia. 137 pp.
- PAULIN, A.; K. MULOWAY.1979. Perspective in the Use of Growth Regulators to Increase the Cut Flowers Vase Life. *Acta Hort*. 91: 135-141.
- RAMIREZ R., S. 2002. Cambios fisiológicos en postcosecha de *Alstroemeria hybrida*. Tesis de Maestría. UACH. Chapingo, México. 132 pp.

- SANT'ANNA, H. L. S.; SANTOS, O. S. N.; SANTOS, C. R. S.; MARTINS, C. Y.; SANTOS, M. B.; ALMEIDA, M. A.; SILVA, F.; MARTINS, G. N.; LEDO, C. A. S. 2010. Longevidade pós-colheita de alpínia [*Alpinia purpurata* (vieill.) K. Schum.] Tratada com soluções de sacarose e extratos aquosos naturais. REVISTA BRASILEIRA DE PLANTAS MEDICINAIS 12(3):269-277.
- TAGLIACOZZO, G.M.D.; FINGER, L.F.; BARBOSA, J.G. 2005. Fisiologia pós-colheita de flores de corte. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental. Campinas 11(2): 89-99.
- ZAGORY, O.; REID, M.S Y RODRÍGUEZ, L. 1992. Manejo postcosecha de flores cortadas y plantas ornamentales. En Fisiología y Tecnología postcosecha de productos hortícolas. Ed. Limusa. México, D.F. pp 239-251.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Cosecha de inflorescencias



Cosecha manual de inflorescencias de *Zingiber spectabile*.



Trasporte y lavado de inflorescencias



Transporte a granel de las inflorescencias

Anexo 2. Selección de inflorescencias y aplicación de tratamientos



Anexo 3. Partes de inflorescencia tomadas como muestra



Parte de inflorescencia y de tallo tomada como muestra para análisis

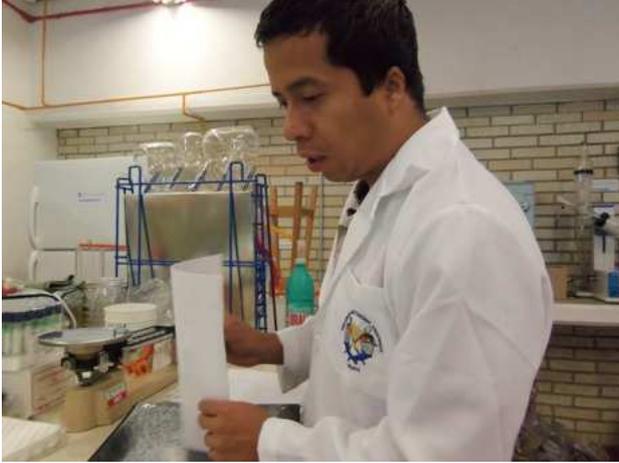
Almacenamiento de muestras en ultra congelador



Anexo 4. Temperatura y humedad relativa del laboratorio donde se realizó el experimento



Anexo 5. Toma de datos de consumo de agua y peso fresco



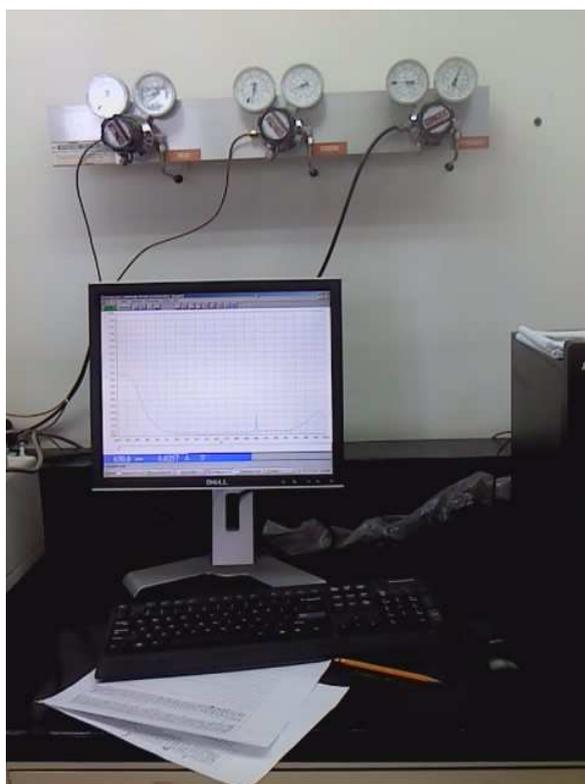
Anexo 6. Toma de muestras para análisis de CO2 y etileno.



Anexo 7. Liofilización de muestras



Anexo 8. Análisis de muestras en espectrofotómetro



Anexo 9. Análisis de muestras en Cromatógrafo

