

18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AVENIDA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

EFFECTO DEL USO DE CITOCININAS EN VIDA DE FLORERO DE Gerbera jamesonii.

T E S I S QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERA AGRICOLA PRESENTA: ELIZABETH PEREZ SALAS

ASESOR: ING. HILDA CARINA GOMEZ VILLAR

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO

2002

TEJIS C.N FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Efecto del uso de citocininas en vida de florero de Gerbera jamesonii"

que presenta la pasante: Elizabeth Pérez Salas
con número de cuenta: 84318877-8 para obtener el título de :
Ingeniera Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de Mayo de l 2002

PRESIDENTE Biol. Elva Martínez Holguín

VOCAL Ing. Gloria Ma. Solares Díaz

SECRETARIO Ing. Hilda Carina Gómez Villar

PRIMER SUPLENTE M.C. Juan Virgen Vargas

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Francisco Javier Vega Martínez

[Firma de Elva Martínez Holguín]
[Firma de Gloria Ma. Solares Díaz]
[Firma de Hilda Carina Gómez Villar]
[Firma de Juan Virgen Vargas]
[Firma de Francisco Javier Vega Martínez]

DEDICATORIAS

A dios

Por darme el don de la vida.

A mi mamá

Que me brindó su apoyo incondicional, anhelando que siempre me preparara para enfrentarme a la vida. Hoy se ven culminados tus esfuerzos y mi deseo, por que éste gran paso no lo hubiera dado sin ti. Por siempre estarás en mi corazón.

A mi hija

Alejandra, te amo.

A mi familia

Por estar conmigo siempre, muchas gracias, los quiero.

A mis amigos

Por confiar en mí.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a su personal docente, por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

A mi asesor, Ing. Hilda Carina Gómez Villar, por su apoyo invaluable, orientación, confianza y paciencia.

A mi coasesor, Dr. Armando Aguilar Marquez, por su valiosa y desinteresada ayuda en el análisis estadístico.

Al M.C. Francisco Cruz Pizarro y a su Laboratorista por poner a mi disposición el material del laboratorio de Micropopagación.

Así también y muy especialmente a la Ing. Gloria Solares por brindarme su valioso tiempo y apoyo.

INDICE

pagina

Indice de figuras.....	i
Indice de cuadros.....	i
Indice de gráficas.....	ii
RESUMEN.....	iii
I.- Introducción	1
1.1 Objetivo general.....	5
1.2 Objetivos específicos.....	5
II.- Revisión de literatura	6
2.1 Antecedentes de la gerbera.....	6
2.1.1 Taxonomía.....	6
2.1.2 Descripción botánica.....	7
2.1.3 Características de las variedades.....	9
2.1.4 Postcosecha.....	10
2.2 Fisiología postcosecha de flores de corte.....	11
2.2.1 Respiración.....	11
2.2.2 Transpiración.....	12
2.2.3 Senescencia.....	12
2.3 Problemas que afectan la vida de la flor cortada.....	16
2.4 Calidad del agua.....	18
2.5 Flujo y potencial hídrico.....	19
2.6 Factores ambientales que afectan la vida de la flor cortada.....	20
2.6.1 Temperatura.....	20
2.6.2 Luz.....	21
2.6.3 Humedad Relativa.....	21
2.7 Preservación de la flor cortada.....	21

2.7.1 Elementos que conforman una solución preservadora.....	23
2.7.1.1 Agua.....	23
2.7.1.2 Azúcares.....	24
2.7.1.3 Germicidas.....	26
2.7.1.4 Citocininas.....	26
2.8 Vida útil de la flor de corte.....	30
III.- Materiales y métodos.....	32
3.1 Localización del experimento.....	32
3.2 Establecimiento del experimento.....	32
3.3 Diseño experimental.....	33
3.4 Variables Evaluadas.....	35
3.4.1 Vida de florero.....	35
3.4.2 Ruptura del pedúnculo.....	35
3.4.3 Consumo de agua.....	35
3.4.4 Peso.....	35
3.4.5 Diámetro del capítulo.....	35
3.4.6 Color.....	36
3.4.7 Marchitez.....	36
IV.- Resultados y análisis.....	37
V.- Conclusiones.....	48
VI.- Recomendaciones.....	49
VII.- Bibliografía.....	50
ANEXOS.....	56

Lista de Figuras

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
1	Esquema de la planta de <i>Gerbera jamesonii</i>	8
2	Esquema de la sección longitudinal de inflorescencia de gerbera	8
3	Ruta para la formación de etileno	14

Lista de Cuadros

CUADRO	DESCRIPCION	PAGINA
1	Descripción de 3 variedades de gerbera	9
2	Contenido de los tratamientos evaluados	33

Lista de Gráficos

GRAFICA	DESCRIPCION	PAGINA
1	Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la variable vida de florero en <u>Gerbera jamesonni</u>	38
2	Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la variable ruptura del pedúnculo en flores cortadas de <u>Gerbera jamesonni</u>	40
3	Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la variable consumo de agua en flores cortadas de <u>Gerbera jamesonni</u> .	41
4	Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la variable peso fresco de flores cortadas de <u>Gerbera jamesonni</u>	43
5	Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la variable diámetro del capítulo de flores cortadas de <u>Gerbera jamesonni</u>	44
6	Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina en la solución preservadora sobre la variable cambio de color en la vida de florero de 3 variedades de gerbera.	45
7	Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la variable marchitez en vida de florero de 3 variedades de gerbera.	47

RESUMEN

La parte más importante en la producción del cultivo de *Gerbera* es, mantener su calidad una vez que la flor es cosechada y deja el campo, ya que en determinadas variedades durante su conservación, se produce un doblez en el tallo o pedúnculo que evoluciona hasta el total encorvamiento o ruptura de éste, demeritando así su calidad. Por ello, es necesario desarrollar estudios específicos de postcosecha para especies florales como ésta, que generen información para todos aquellos que manejan flores como productores, intermediarios, vendedores, floristas y consumidores. Para solucionar ésta situación es importante conocer los factores que intervienen en el decremento de la vida de florero por lo que el empleo de soluciones preservativas que incluyan sustancias que retarden la senescencia, como es el caso de la citocinina 6-bencilaminopurina (**BA**), que es un regulador del crecimiento y que parece influir de forma significativa desacelerando el proceso de envejecimiento de las flores, puede ser de gran utilidad.

El presente trabajo evaluó la citocinina 6-bencilaminopurina a concentraciones de 5, 10 y 15 mg adicionada a una solución preservativa (agua desionizada+20g de azúcar+ 1g de ácido cítrico+ tiosulfato de plata · l⁻¹) en flores cortadas de *Gerbera jamesonii* variedades Essandre®, Viviane® y Ebony®. Resultando que la **BA** como parte de la solución preservativa tiene un efecto favorable al alargar la vida de florero de ésta especie, en comparación con el uso de agua sola, pues evita principalmente la pérdida de agua, retrasando el marchitamiento de las flores, logrando mantener por más tiempo las características decorativas de la flor al incrementar su longevidad (5-6 días más sobre el testigo) y retrasar la ruptura del pedúnculo, principal problema en la gerbera. Siendo el mejor tratamiento la solución preservativa con contenido de 10mg de **BA**, para las tres variedades, por lo que podría ser utilizada dicha solución para fines comerciales.

I. – Introducción

En nuestro país se tiene una gran diversidad de microclimas debido a las diferentes condiciones de relieve y precipitación, siendo muchos de ellos ideales para la producción de plantas ornamentales. En la actualidad existe una gran demanda de flores y plantas ornamentales por su alta cotización tanto en el mercado nacional como en el internacional.

La popularidad de las distintas especies de plantas ornamentales cambia notablemente a través del tiempo, un ejemplo típico de esto lo constituye la gerbera que en los últimos años ha alcanzado una excepcional aceptación y que actualmente es una de las plantas más buscadas en el mercado por sus multicolores flores.

La producción bajo cubierta plástica de flor de gerbera está ganando renovado interés ya que se trata de un cultivo que produce flor de corte todo el año y de forma forzada obtiene su producción más elevada en invierno, cualidad muy deseable ya que es cuando los precios en el mercado son más altos.

En México los estados con mayor número de hectáreas dedicadas a la floricultura son: Estado de México (35%), Puebla (21%), Michoacán (9%), Morelos (8%) y Guanajuato (9%). Estos incorporan más de 10 mil hectáreas, siendo el Estado de México el mayor productor de corte a nivel nacional, con el 35% de las hectáreas cosechadas y el 93% de la producción en toneladas, con altos rendimientos por hectárea, debido al uso de invernaderos y de tecnología de producción superior al de otros estados (¹Ochoa, 2002; Secretaría de Economía, 2002).

Los principales municipios florícolas del estado de México son en orden de importancia: Villa Guerrero, Tenancingo, Tenango, Coatepec Harinas y Texcoco. El Municipio de Villa Guerrero es el que destaca en éste aspecto, ya que es el principal centro productor de rosa, gerbera, clavel, aster, lilis entre otras. Para gerbera destina

una superficie total de 42 hectáreas con una producción de 70,000 plantas por hectárea, con un promedio de 31.2 tallos por año por planta; es decir, un rendimiento de 2,184,000 tallos por hectárea (Hernández, 2001).

La mayor parte de la producción Nacional se consume internamente en tres puntos de venta principal: la Central de Abastos de Iztapalapa en el D.F., el Mercado de Flores de Tenancingo y en otros Mercados.

El mercado interior (Central de Abastos de Iztapalapa, D.F.) se caracteriza por tener una demanda rígida de gerbera, lo que ocasiona en momentos de gran producción bajos precios. Generalmente las mejores cotizaciones se obtienen de noviembre a febrero, con una caída acusada desde marzo a mayo y una ligera recuperación de junio a octubre (ASERCA, 2001 y Bañon, 1993).

En cuanto al comercio exterior de flores frescas en México en el período 1999-2000, exportó gerbera a 6 países, los destinos principales fueron: 98% a Estados Unidos de Norteamérica y 1.7% a Canadá. En 1999 se destinó producción de gerbera a Francia, Suiza y Rusia, sin embargo, al año siguiente se dejó de exportar a estos países. En este mismo año se incorporó la comercialización con Puerto Rico disminuyendo la exportación hacia este en un 29% en el año 2000 (Bancomext, 2000).

De acuerdo con Hernández (2001), los principales productores mundiales de flores son: Holanda, Japón y Estados Unidos y con mayor número de hectáreas de producción son: China, India y Japón. Las principales especies exportadas por Holanda son: rosa, crisantemo, clavel, tulipán, fresia y gerbera, la cual tiene una participación del 4.4% del total exportado.

Estados Unidos a pesar de ser el segundo mayor importador de flores en el ámbito mundial, ocupa como exportador el tercer lugar, siendo su principal mercado

¹ Ochoa, Martínez Daniel. Investigador. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Estado de México.

Canadá. En cuanto a las importaciones los principales países consumidores son: Alemania (29.5%), Estados Unidos (12.2%), Francia (10.6%), Holanda, Japón, Suiza, Noruega y Austria. (Bancamex, 1997). Aunque es importante mencionar que se observa un fuerte crecimiento del mercado Asiático principalmente de China, Taiwan y Japón quienes empiezan a adquirir la costumbre occidental de regalar flores. (Hernández, 2001).

A pesar de esto, la actividad florícola en México no ha tenido la importancia que se merece. Las técnicas de producción han evolucionado en todas las ramas, no así en el manejo de las flores por ser éstos productos altamente perecederos que deben ser manejados con especial cuidado para mantener su calidad inicial aún después del corte.

De ahí que la parte más importante en la producción del cultivo de gerbera es, mantener su calidad una vez que la flor es cosechada y deja el campo, ya que uno de los principales problemas que plantea la conservación de esta flor en determinadas variedades es la ruptura del tallo que se produce cuando se dobla el pedúnculo y evoluciona hasta el total encorvamiento o ruptura de éste, lo cual es más pronunciado cuando las células en este segmento del tallo tienen un bajo contenido de carbohidratos o cuando las células comienzan a marchitarse resultado de una turgencia insuficiente (Rogers y Tjia, 1990). Las varas florales con pedúnculos más largos sufren más este fenómeno al igual que aquellas que tienen las inflorescencias excesivamente densas, siendo por ello necesario desarrollar métodos orientados a un manejo adecuado usando tecnologías de postproducción avanzadas.

Los trabajos de fisiología de postcosecha y manejo de flores cortadas son muy escasos en nuestro país, actualmente ya se tienen algunas bases en ésta materia que países como Holanda, Estados Unidos e Israel han atendido y avanzado. Sin embargo estudios específicos de postcosecha para especies florales como la

gerbera, que se cultivan en el país son incipientes. Para solucionar ésta situación es importante conocer los factores que intervienen en el decremento en la vida de florero.

Por tal motivo el empleo de soluciones preservativas puede ser de gran utilidad ya que su finalidad es generar información para mejorar las técnicas de manejo postcosecha que revisten gran importancia para todos aquellos que manejan flores, como productores, intermediarios, vendedores, floristas y consumidores.

Existen diferentes formulaciones en el mercado que son útiles para incrementar la longevidad, sin embargo, es recomendable que para cada variedad floral se busque y aplique un preservativo floral que cubra los requerimientos de la flor cortada, de uso directo, con una formulación completa que ayude a prolongar la vida de postcosecha de gerbera y que incluya sustancias que retarden su senescencia, manteniendo las características naturales de la flor como son: turgencia, color de las ligulas y tallo erecto, aumentando así su vida de florero.

Entre éstas sustancias se encuentran las citocininas, que son reguladores del crecimiento y que podrían tener influencia en el incremento del movimiento de azúcares, aminoácidos y otros solutos desacelerando el proceso de envejecimiento de las flores (Salisbury, 1994). Además de cómo lo menciona Rojas (1987) activan el transporte de nutrientes.

Sin embargo, el interés en las citocininas para el incremento en la vida de florero a sido muy limitado, pero estas sustancias podrían jugar un rol muy importante en el estrés hídrico (Paulin y Muloway 1979), por lo que el presente trabajo tiene la finalidad de evaluar el efecto de este regulador de crecimiento sobre la vida de la flor cortada de gerbera cuando forma parte de la solución preservativa.

² Pedúnculo o tallo.

1.1 Objetivo general

Prolongar la duración de la vida en florero de Gerbera jamesonii, mediante la adición de citocininas en soluciones preservativas.

1.2 Objetivos específicos

- Evaluar diferentes concentraciones de la citocinina 6- bencilaminopurina en soluciones preservativas, que alarguen la vida de flor cortada de gerbera.

- Obtener un preservador de uso directo con formulación completa para uso comercial en Gerbera jamesonii.

II. Revisión de literatura

2.1 Antecedentes de la gerbera.

La gerbera debe su nombre al botánico alemán Trangott Gerber (Guerrero, 1987). El género *Gerbera* comprende 40 a 50 especies, que crecen generalmente en terrenos altos, al pie de las montañas, principalmente en el sudeste de Africa y en Madagascar, así como en las regiones tropicales de Asia, es decir, en Ceilán, en India hasta Nepal, en la Península de Indochina hasta China y en Indonesia. Las primeras gerberas fueron cultivadas en 1887 en Gran Bretaña y hasta 1950, prácticamente todo el trabajo de hibridación fue realizado en la Riviera Francesa, sin embargo, hoy en día los holandeses son los principales productores de esta especie (Oszkinis y Lisiecka, 1990).

2.1.1 Taxonomía

REINO:	Vegetal
SUBREINO:	Embryobionta
DIVISION:	Magnoliophyta (Angiospermas)
CLASE:	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
SUBCLASE:	Asteridae
ORDEN:	Asterales
FAMILIA:	Asteraceae (Compositae)
SUBFAMILIA:	Asteroidae (Tubiflorae)
TRIBU:	Mutisieae
GENERO:	<i>Gerbera</i>
ESPECIE:	<i>jamesonii</i>

(Croquis y Stafleu *et al.* , citados por Alvarez, 1988).

2.1.2 Descripción botánica.

La gerbera es una planta herbácea perenne, perteneciente a la familia de las compuestas, de aspecto vivaz y frondoso posee las siguientes características:

El Tallo es desnudo, erecto, robusto, de 50 a 70 cm de longitud y con una única inflorescencia.

El Sistema radicular es pivotante en origen, pero a medida que se desarrolla, se convierte en fasciculado y está compuesto por gruesas raíces de las que parten numerosas raicillas y alcanza entre 60 y 80 cm de profundidad.

Las Hojas son lanceoladas, pinado-lobuladas, con nerviaciones marcadas y con un peciolo más corto que el limbo, formadas en roseta, son alargadas de unos 40 cm y ligeramente hendidas en los bordes, del peciolo de alguna de ellas evolucionarán los brotes florales que van a desarrollar unos vástagos o pedúnculos con una inflorescencia terminal en capítulo, el pedúnculo puede ser de distintos grosores y su longitud depende del cultivar y de las condiciones medioambientales existentes (Figura 1).

Las Flores son inflorescencias terminales en capítulo y éste está formado, desde el exterior hacia el interior, por varias filas concéntricas de flores femeninas liguladas, normalmente una fila de flores hermafroditas no funcionales y en el centro las flores masculinas. Las flores liguladas son de forma y espesor variable y de amplia gama de colores según la variedad (Figura 2).

El Fruto es un aquenio acostillado, con coloración marrón claro o marrón oscuro y presenta un vilano en el extremo posterior, con lo que facilita su diseminación. Cada fruto contiene una semilla (Agroinformación, 2000; Guerrero, 1987 y Larson, 1988).



Fig. 1 *Gerbera jamesonii*

Fuente: Bañon, 1993.

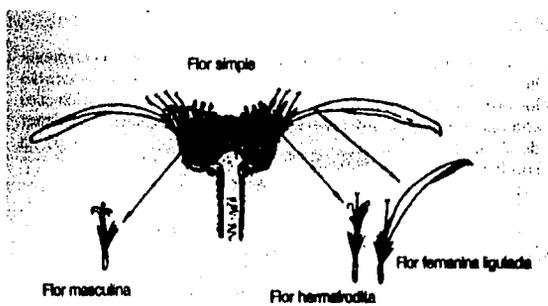


Fig. 2 Sección longitudinal de la inflorescencia de *Gerbera*

Fuente: Bañon, 1993.

2.1.3 Características de las variedades.

Las variedades actuales tienen su origen a partir del cruce de la *Gerbera jamesonii* y de *Gerbera viridifolia* (Guerrero, 1987).

Actualmente en la clasificación varietal del cultivo de gerbera se tienen en cuenta una serie de factores como son: el color de la inflorescencia, si son simples, semidobles o dobles, según el número disposición y tamaño de las coronas de flores liguladas, también se emplea el termino corazón verde o negro, según sea el color de la parte central de la inflorescencia, además del diámetro del capítulo.

Por lo anterior se deduce que el número de variedades cultivadas es muy amplio y continuamente aparecen en el mercado nuevas variedades de mayor importancia económica (Agroinformación, 2000). En el cuadro 1 se presenta la descripción de las variedades utilizadas en el presente estudio:

Cuadro 1. Descripción de tres variedades de Gerbera

Variedad	Color de la inflorescencia	Color del centro	Diámetro de capítulo (cm)	Longitud del pedúnculo (cm)	Producción anual de flores/m ² en suelo	Producción anual de flores/m ² en sustrato
Essandre	Amarilla	negro	10 a 12	60	180 - 200	220 - 240
Viviane	Blanca	verde	11 a 13	65	190 - 210	230 - 260
Ebony	Roja morado	negro	10 a 12	60	180 - 200	220 - 240

Fuente: Schreurs, 2002

2.1.4. Postcosecha

En gerbera más que en otras flores cortadas, es indispensable sacar del invernadero lo antes posible las varas florales recién cortadas y especialmente si la temperatura es elevada. (Bañón, 1993).

Al colocarlas en agua solamente deben quedar mojados 10 cm del tallo y deben cortarse, después de mojadas, 1.5 cm del tallo para facilitar la entrada de agua, ya que durante el transporte en seco la gerbera almacena aire en los vasos, que impide la normal circulación del agua y adelanta el marchitamiento (Herreros, 1976).

El agua debe estar lo más pura posible, con bajas concentraciones de calcio y magnesio para evitar las obturaciones de los vasos conductores, por todo ello es aconsejable la utilización de agua desionizada. Respecto al nivel del agua en el recipiente existen 2 versiones, por una parte es recomendable una altura de 8 a 10 cm ya que el agua es únicamente absorbida por la base del pedúnculo, evitándose posibles podredumbres sobre él y por otro lado parece que la presión ejercida por el líquido sobre el tallo facilita su absorción, lo que aconseja que se cubran 2/3 de la vara floral (Aragón, 1989).

También hay que tomar en cuenta que la parte inferior del tallo es semileñosa y por tanto tiene una baja capacidad de absorber líquido. Inmediatamente después de la recolección hay que eliminar esta parte, siendo recomendable cortar la base del tallo unos 2-3 cm tantas veces como sea necesario para evitar su cicatrización y así favorecer la absorción de agua por la inflorescencia (Sacalis, 1993).

2.2 Fisiología postcosecha en flores de corte

Los factores fisiológicos de importancia en postcosecha son tres: **Respiración, transpiración y senescencia.**

2.2.1 Respiración

La respiración se define como la oxidación de los alimentos en la célula con liberación de energía. Toda célula viva respira y desprende CO₂, la respiración de hojas, flores y semillas ricas en carbohidratos han demostrado que el volumen de CO₂ liberado es aproximadamente igual al oxígeno absorbido (Miller, 1981).

El metabolismo respiratorio de flores cortadas muestra que el índice de respiración aumenta a un máximo cuando las flores empiezan a abrir, seguidas por una declinación gradual cuando maduran las flores, entonces se incrementa dramáticamente sobre un periodo relativamente corto y finalmente declina. Esta declinación gradual en la respiración durante el envejecimiento de las flores es causada por la disminución de sustratos fácilmente respirables, principalmente azúcares. La concentración de ésta fuente es afectada por el índice de hidrólisis de almidón y otros polisacáridos y por la traslocación hacia los pétalos y fuera de las flores hacia otras partes de la planta (Halevy y Mayak 1981).

La flor, desde el momento del corte, entra en un proceso de decrecimiento, que acelera su respiración manteniéndose con vida mientras consume o quema todas sus reservas de azúcares liberando calor y energía (Cruz, 1997).

Para que la flor logre mantenerse con vida el mayor tiempo posible, se debe idear un sistema que disminuya la respiración, esto se logra con la reducción rápida de la temperatura. Por ello es necesario para prolongar la vida de una flor de corte mantener la respiración pero a un paso lento. Un método generalmente usado es el

uso de temperaturas frías lo cual no sólo reduce la respiración sino que también se inhibe la producción de etileno y el desarrollo de bacterias (Biondo y Noland, 2000).

2.2.2 Transpiración

La transpiración es la pérdida de vapor de agua por las plantas vivientes y desempeña los siguientes papeles, de acuerdo con Miller (1981):

1. - Movimiento de agua a todas las partes de la planta.
2. - Movimiento de sustancias minerales.
3. - Disipación del calor.

Una flor fresca pierde agua a través de la transpiración, debido a las temperaturas altas y a la baja humedad relativa (aire húmedo). En las flores almacenadas en refrigeración u otro lugar frío con 2 a 4°C, con alta humedad (80 a 90%), sin corrientes de aire y evitando sobremanejo de las flores disminuye la pérdida de agua. Debe evitarse también el manejo con las manos calientes y cerca o junto a las cabezuelas ya que puede dañar a la flor y aumentar así la transpiración (Biondo y Noland, 2000).

2.2.3 Senescencia

El proceso de deterioro que acompaña al envejecimiento y que conduce a la muerte de un órgano u organismo se conoce como senescencia (Salisbury, 1994).

La senescencia en la gerbera está relacionada con la maduración de sus flores, los primeros síntomas se manifiestan por un ligero encorvamiento del pedúnculo, separación gradual y pérdida de color de las lígulas. Conforme avanza la senescencia, las lígulas caen vaciándose el capítulo y cuando la antesis tiene lugar en todas las flores, la vida de la flor termina (Bañón, 1993).

El etileno es un gas que estimula la senescencia y es derivado de los carbonos 3 y 4 del aminoácido metionina, interviniendo como precursor cercano del etileno el ácido-1-amino-ciclopropano-1-carboxílico (ACC). En la figura 3 se muestra la ruta para la formación de etileno en donde es esencial el adenosin tri-fosfato (ATP) para la conversión de metionina en S-adenosilmetionina (SAM), y que se necesita oxígeno para la conversión final del ACC en etileno. Los requerimientos de ATP Y O₂ por que la producción de etileno casi se detiene en condiciones hipóxicas severas. La reacción final de la ruta, la conversión de ACC en etileno, es catalizada por una enzima oxidativa llamada enzima formadora de etileno (EFE) la que posiblemente esté sobre el tonoplasto o dentro de él; sin embargo, es probable que tanto la membrana plasmática como el tonoplasto sinteticen etileno (Salisbury, 1994).

El etileno es producido por todas las partes de la planta, tiene varios efectos en éstas, pero uno de los más estudiados es la inducción de la senescencia en las flores, en las cuales el resultado común es marchitamiento, atenuación del color, exportación de nutrimentos, agostamiento y posterior abscisión. Muchas flores presentan un punto climatérico en la respiración y en la producción de etileno, y en esas flores el etileno provoca finalmente senescencia. De hecho hay evidencia de que cuando las células de pétalos se vuelven lo suficientemente sensibles al etileno, responden con una producción explosiva autocatalítica (retroalimentación positiva) del etileno de estimular su propia formación cuando se induce la ACC sintasa. Rápidamente los pétalos comienzan a marchitarse en respuesta a una mayor permeabilidad de la membrana plasmática y del tonoplasto, a la que sigue la pérdida de solutos y luego del agua hacia las paredes celulares y probablemente a los espacios intercelulares. En algunas especies la polinización eleva la de producción de etileno y la ACC sintasa es una de las sustancias trasladadas del estigma que provocan la liberación de etileno y la senescencia (Salisbury, 1994).

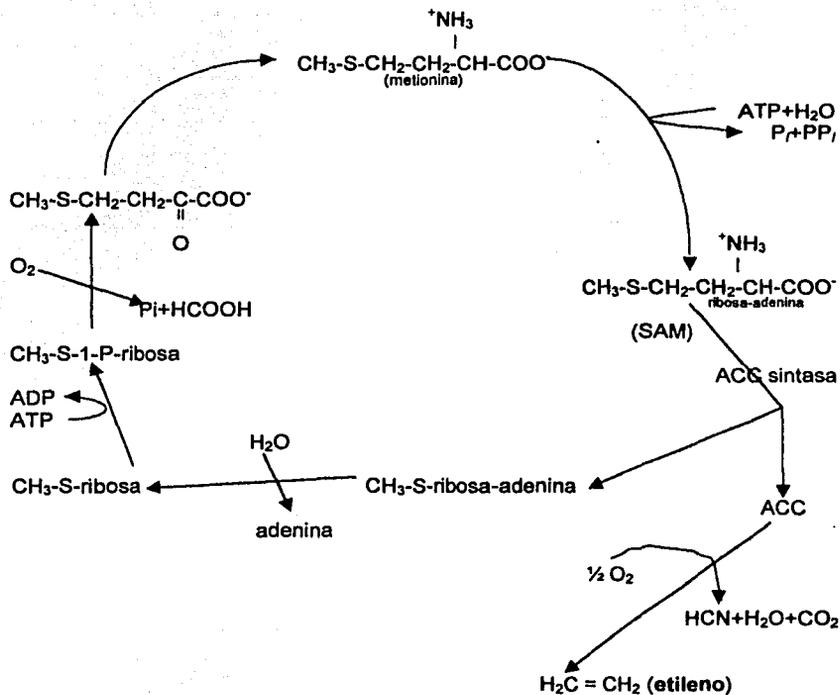


Fig. 3 Ruta para la formación de etileno

Fuente: Salisbury, 1994

El etileno es producido por todas las partes de la planta, tiene varios efectos en éstas, pero uno de los más estudiados es la inducción de la senescencia en las flores, en las cuales el resultado común es marchitamiento, atenuación del color, exportación de nutrimentos, agostamiento y posterior abscisión. Muchas flores presentan un punto climatérico en la respiración y en la producción de etileno, y en esas flores el etileno provoca finalmente senescencia. De hecho hay evidencia de

que cuando las células de pétalos se vuelven lo suficientemente sensibles al etileno, responden con una producción explosiva autocatalítica (retroalimentación positiva) del etileno de estimular su propia formación cuando se induce la ACC sintasa. Rápidamente los pétalos comienzan a marchitarse en respuesta a una mayor permeabilidad de la membrana plasmática y del tonoplasto, a la que sigue la pérdida de solutos y luego del agua hacia las paredes celulares y probablemente a los espacios intercelulares. En algunas especies la polinización eleva la de producción de etileno y la ACC sintasa es una de las sustancias trasladadas del estigma que provocan la liberación de etileno y la senescencia (Salisbury, 1994).

Es interesante el que muchos efectos mecánicos y de estrés, como frotamiento suave de un tallo u hoja, mayor presión, microorganismos patógenos, virus insectos, saturación de agua y sequía incrementan la producción de etileno.

Las altas concentraciones de CO₂ (5 a 10%), inhiben muchos de los efectos del etileno y aunque es común esta inhibición, no es universal. Un motivo de ello es que la propiedad inhibitoria del CO₂ se pierde cuando la concentración de etileno en el tejido se acerca a 1 µl/l excede este valor. Por este motivo y debido a las altas concentraciones de CO₂ necesarias, parece poco probable que el CO₂ actúe con frecuencia *in vivo* como antagonista de la acción del etileno (Salisbury, 1994).

Recientemente se descubrió que diversos compuestos olefinicos sintéticos volátiles son fuertes inhibidores de la acción del etileno, siendo particularmente eficaces, el transcicloocteno y el 2-5 norbornadieno. La senescencia de los pétalos de clavel inducida por el etileno puede ser demorada en grado apreciable por norbornadieno atmosférico y los pétalos parcialmente senescentes por tratamiento con etileno se pueden recuperar si se extrae el etileno y se agrega norbornadieno. Estos compuestos se unen a los receptores normales de etileno y con ello evitan la acción del mismo. También es muy probable que una disminución en el aporte de citocininas hacia las hojas sea parcialmente el inicio de la senescencia (Salisbury, 1994).

Se pueden emplear compuestos químicos para retardar la respiración, y es posible inhibir ciertas enzimas específicas en diferentes etapas de este complejo proceso. Cianuros, azidas y fluoruros se han empleado en estas investigaciones. Por otro lado la intensidad de la respiración puede acelerarse por el tratamiento de pequeñas cantidades de etileno o monóxido de carbono, muchos procesos fisiológicos son estimulados por el etileno, y es interesante notar que cuando se emplea este gas la primera indicación del efecto estimulante es el incremento en la respiración (Miller, 1981).

En general, las flores cortadas envejecen más rápidamente por alguna de las siguientes causas según Rogers y Tjía (1990):

1. Marchitamiento severo o humedad acentuada.
2. Reducción en el suministro de nutrientes almacenados.
3. Daño por etileno y muerte prematura
4. Falla en las células y membranas y pérdida de otras funciones vitales.
5. Daño por ataque de patógenos.

2.3 Problemas que afectan la vida de la flor cortada

Uno de los principales problemas que plantea la conservación de la gerbera es la aparición de la conocida "ruptura de tallo". En determinados cultivares de gerbera, durante la conservación de las flores cortadas se produce un doblez en el pedúnculo que evoluciona hasta el total encorvamiento o ruptura de éste. Dentro del pedúnculo la protopectina, que es la substancia que sirve como cemento entre las paredes celulares de dos células adyacentes, se acumula en altas concentraciones transformándose en pectina, ésta puede ser fragmentada por ciertas enzimas y provocar que las paredes celulares comiencen a separarse, lo cual indica la destrucción de tejidos, quedando roto el tallo, momento en que cesará el transporte de agua (Bañon, 1993).

Cuando las células en el área de rápida elongación del escapo floral (alrededor de 3-5 cm debajo de la flor) pierden turgencia, ocurre la ruptura del tallo. Esto es más pronunciado cuando las células en este segmento del tallo tienen un bajo contenido de carbohidratos o cuando las células comienzan a marchitarse, es un resultado de turgencia insuficiente (Roger y Tjía, 1990).

Las varas florales con pedúnculos más largos sufren más este fenómeno, al igual que aquellas que tienen las inflorescencias excesivamente densas, ya que pesan más y por tanto favorecen el encorvamiento del pedúnculo y su ruptura. De hecho, es aconsejable que el pedúnculo no sea demasiado largo, no debiendo superar los 60 cm para así favorecer por un lado la absorción de agua y por otro, la resistencia a que el tallo se doble (Bañón, 1993).

Se ha comprobado que en flores cortadas de gerbera se produce un brusco descenso del peso fresco tres días antes de que aparezca la ruptura del pedúnculo, acompañado con una disminución de la absorción del agua por la flor. Igualmente el potencial hídrico de las lígulas de las varas florales en las que se produce ruptura del pedúnculo disminuye mientras que permanece constante en las varas que no manifiestan dicha ruptura. Existen dos formas de absorber agua por parte de la vara floral de gerbera: una directa a través del xilema y otra indirecta a través de la cavidad central, presentándose ruptura del tallo cuando la vía directa está obstruida por la acción bacteriana y la indirecta está impedida, esto hace suponer la posibilidad de un comportamiento climatérico del tallo de la gerbera y no de la inflorescencia (Bañón, 1993).

Los microorganismos al multiplicarse pudren los tejidos de la planta y forman una barrera física que impide que el tallo pueda absorber agua y consecuentemente la flor se marchite y muera.

La inducción microbiana taponan la base del tallo y es la principal obstrucción al paso del agua a través del tallo de gerbera. Este taponamiento ocurre en los vasos al ser

conducida el agua y está es generalmente restringida a un centímetro y medio de la base del tallo. Los microorganismos están presentes en la solución del vaso, próximos al exterior del tallo (contaminado por el agua de riego durante su crecimiento o por otras circunstancias antes de la cosecha) o por el uso de recipientes antihigiénicos (Rogers y Tija 1990).

Los microorganismos se multiplican más rápidamente con la presencia de azúcar. El exceso de azúcar en la solución preservativa o en el vaso con agua, resulta en un incremento del bloqueo y un rápido marchitamiento (Sacalis 1993).

2.4 Calidad del agua

El agua es uno de los materiales esenciales en los procesos metabólicos, es el fluido en el cual ocurre el movimiento de productos químicos dentro de la planta. Su presencia en las flores cortadas abastece la presión interna, la cual impide el marchitamiento de hojas pétalos y tallos (Rogers y Tija, 1990).

Las flores así como el resto de los órganos de la planta son 90% agua,. Como las flores transpiran y pierden agua es necesario adicionar agua de alta calidad para suplir esas pérdidas (Biondo y Noland, 2000).

El pH del agua es importante y se refiere a la relativa concentración de iones hidrógeno en una solución y se clasifica desde 1 hasta 14, de 1 a 6 es ácido, 7 es neutro y de 8 a 14 es alcalino. El pH del agua varía según la región y puede ser alcalina o ácida, siendo las ácidas las preferibles ya que un alto contenido de sales resultan perjudicial para las flores, obstaculizando el xilema (la conductividad de agua en el tejido interno) causando debilitación del tallo (Biondo y Noland, 2000).

Cuando los tallos son cortados al aire se produce un cierre en los vasos que se denomina tapones de aire o embolias, que pueden obstruir el movimiento normal del

agua a través del tallo. Este daño en la habilidad para tomar o absorber agua puede ser minimizado por agua ligeramente acidificada (pH de 3 a 4) o bien, por recorte de tallos dentro del agua. Usando agua caliente a temperatura de 38°C también disminuye la formación de embolias (Sacalis, 1989).

Con muy pocas excepciones la absorción de agua por una flor cortada declina con el tiempo. La causa para este decremento en la habilidad de tomar agua es conocida como bloqueo fisiológico (Sacalis, 1989).

2.5 Flujo y potencial hídrico

El marchitamiento de las flores aparece a consecuencia de la perturbación del balance de agua. Este fenómeno está acompañado de varios procesos bioquímicos dentro de los tejidos vegetales que son negativos para la flor y su longevidad. La falta de agua en las flores cortadas (balance negativo) aparece a consecuencia de la toma insuficiente del agua provocada por el bloqueo de los vasos de la parte basal del tallo cortado. Este fenómeno aparece a consecuencia principal del bloqueo mecánico de los vasos por patógenos (hongos y bacterias) que se desarrollan en los tejidos, los cuales pueden actuar mediante exhudación de toxinas, enzimas o etileno. Aparte, los vasos pueden ser tapados por un bloqueo fisiológico, causado por procesos enzimáticos de carácter de oxido-reducción, que se dan a consecuencia de las heridas de los tejidos.

El balance negativo del agua se puede regular a través de labores y sustancias químicas, las cuales estimulan la toma de agua y limitan su pérdida. Las hormonas de las plantas juegan un papel importante en el balance negativo de agua, por ejemplo, las citocininas y los retardantes del crecimiento tales como CCC (Cicocel). Varias investigaciones señalan que los ésteres de 8 Hidroxiquinoleina citrato y sulfato, aplicados a 50 mg/l de agua son muy eficaces para prolongar la vida útil de las flores (Oskinis y Lisiecka, 1990).

La ruptura del tallo es fundamentalmente un problema de potencial hídrico, los tres factores fundamentales que afectan el potencial hídrico y la turgencia dentro de las gerberas cortadas son, según Rogers y Tjía (1990):

- Porcentaje de agua captada por el tallo
- Habilidad de la flor para retener esta agua en contra de la pérdida por transpiración y
- Porcentaje de agua perdida por el tallo.

2.6 Factores ambientales que afectan la vida de la flor cortada

2.6.1 Temperatura

Conseguir la temperatura apropiada es siempre importante en la comercialización de las plantas ornamentales. La mayoría de las plantas tropicales no deben mantenerse a temperaturas inferiores a 10 °C. En la mayoría de las flores cortadas la rapidez en el periodo de enfriamiento a la temperatura adecuada y su posterior mantenimiento a dicha temperatura son los pasos a seguir para que el comerciante asegure una buena calidad del producto (Yahia e Higuera, 1992).

La temperatura es un factor ambiental importante durante el periodo de postcosecha. Altas temperaturas causan rápidos rangos de respiración (los procesos por los cuales la energía almacenada es liberada para suministrar combustible para todas las reacciones requeridas dentro de la planta), resultando en una rápida depreciación en la energía de reserva. Esto es por lo que en el almacenamiento son recomendados 5°C para flores de gerbera (Rogers y Tjía, 1990).

2.6.2 Luz

La mayoría de las flores cortadas no requieren luz durante su transporte y comercialización y pueden mantenerse almacenadas en la oscuridad (Yahia e Higuera, 1992).

Hay muy poca investigación sobre los efectos de la luz en la longevidad de las flores cortadas. Esto no afecta significativamente la vida de florero. Se conoce, sin embargo, que la exposición de luz en flores cortadas promueve la intensidad del color cuando están abriendo e inhibe el amarillamiento del follaje durante el almacenamiento (Sacalis, 1993).

La luz es crucial para el proceso fotosintético por la manufactura de carbohidratos, ya que la energía es fuente básica para la vida de las plantas. Una adecuada iluminación durante la producción aumenta la vida de postcosecha de las flores. Aunque la luz después de la cosecha puede incrementar la vida de florero o lo frondoso de flores cortadas como en crisantemos. Sin embargo, esto tiene poco efecto en los escapos de flores cortadas de gerbera (Rogers y Tjía 1990).

2.6.3 Humedad Relativa

La flor cortada, principalmente aquella cuyo tallo sostiene aún las hojas (rosas, mums, etc.) pierde agua rápidamente. Es aconsejable mantener una humedad relativa alrededor de 95% y una temperatura de 0 a 2°C (Yahia e Higuera, 1992).

2.7 Preservación de la flor cortada

Las soluciones para el mantenimiento de la calidad revisten gran importancia para todos aquellos que manejan flores, como productores, intermediarios, vendedores, floristas y consumidores. Existen diferentes formulaciones en el mercado que son

útiles para incrementar la vida de florero. Sin embargo, es recomendable que para cada variedad floral se busque y aplique un preservativo floral que cubra los requerimientos de la flor cortada (Sacalis, 1989).

Las soluciones simples contienen por lo menos dos componentes, de los cuales uno, el soluto, está disperso en el otro, el solvente, en forma de moléculas o iones (Meyer, *et al.*, 1966).

Halevy y Mayak (1981) indicaron que existen 4 tipos de soluciones químicas comúnmente usadas siendo estas:

1. - **Soluciones de acondicionamiento.** Se usan para restaurar la turgencia de tallos florales, después de un estrés hídrico sufrido durante su manejo en el campo o invernadero o bien, durante el almacenamiento y transporte. El acondicionamiento se realiza con agua desionizada que contenga un germicida y además puede tener un agente humectante o acidificante.

2. - **Soluciones de pulso o carga.** Son usadas para dar tratamientos cortos de preembarque o prealmacenamiento, el efecto de este tratamiento puede durar toda la vida de la flor, aunque las flores sean mantenidas en agua sola. El principal componente de esta solución, es el azúcar, que es usada a altas concentraciones (2 a 20%) de acuerdo a la especie floral.

3. - **Soluciones de apertura de botón.** Son para tratar flores cortadas en un estado de desarrollo más temprano que el normal, las condiciones de tratamiento son similares o idénticas a las de pulso, el tiempo requerido para el tratamiento es más largo, y la concentración de azúcar es más baja

4. - **Soluciones de florero.** Se emplean para mantener la flor hasta que es vendida o para que el consumidor la use continuamente en un florero hasta que la flor termina su periodo de vida.

La solución contiene generalmente azúcar, germicida y ácido cítrico.

2.7.1 Elementos que conforman una solución preservadora.

Los elementos que conforman principalmente una solución preservadora son: agua, azúcar y un germicida, aunque también pueden contener inhibidores de etileno y reguladores del crecimiento.

2.7.1.1 Agua.

El agua debe contener bajas concentraciones de sales disueltas y especialmente una mínima presencia de flúor ya que a concentraciones normales en aguas potables fluoradas, puede ser tóxico para la planta, con bajas concentraciones de calcio y magnesio para evitar obturación de los vasos conductores (Bañón, 1993).

A fin de extraer las sales del agua, se ha utilizado equipo osmótico de reversión, resultando agua que es conocida como agua desionizada (DI). El agua que es en cierto modo ácida (pH alrededor de 2.5 a 3.5) es tomada por los tallos florales mucho más fácilmente que el agua alcalina. Desde entonces al suministrar en muchas áreas agua con contenidos minerales hace a ésta muy dura o alcalina, la hidratación de flores en estas áreas frecuentemente presenta un problema (Sacalis, 1993).

El agua alcalina es frecuentemente acidificada por la adición de ácido cítrico o sulfato de aluminio. El ácido cítrico es barato para su uso y es más efectivo. En general la cantidad de ácido cítrico debe ser determinada, ya que varía dependiendo del tipo y cantidad de minerales contenidos en el agua. La manera óptima de determinar la cantidad correcta de ácido cítrico requerida para cualquier agua de la llave y obtener un pH de 3.5, es haciendo una solución base de ácido cítrico y añadir pequeñas cantidades al agua o solución preservativa, checando el pH después de cada adición hasta alcanzar el pH deseado. El agua dura en general requiere entre 300 a 500 ppm de ácido cítrico. El sulfato de amonio es menos deseable como acidificador y puede

ser fitotóxico a bajo pH. El citrato de hidroxiquinoleína (HQC) baja algo el pH y puede ser usado como parte de la solución (Sacalis, 1993).

En caso de que estos productos químicos no estén disponibles el jugo de un limón en un litro de agua usualmente baja el pH alrededor de 3.0, en caso de que el contenido mineral en el agua sea bajo. Alta alcalinidad en agua dura, requiere grandes cantidades de jugo de limón. La entrada de agua también puede ser controlada por la temperatura de la solución, a 38°C el agua es mucho menos viscosa y es tomada por las flores mucho más fácilmente que a una temperatura de 2°C (Sacalis, 1993).

2.7.1.2. Azúcares.

Todos los seres vivos requieren contar con una fuente de energía para mantenerse y desarrollarse. Las flores cortadas no son diferentes. Las plantas y flores deben tener una constante fuente de sustancias en forma de carbohidratos. La sacarosa es incluida en muchas formulaciones preservativas, pero otros azúcares metabólicamente parecidos - glucosa y fructuosa - son similarmente efectivos, la lactosa y maltosa son activas sólo en bajas concentraciones y los no metabólicos como el manitol y la manosa son inactivos o nocivos. La concentración óptima varía con el tratamiento y la flor. Altas concentraciones de sacarosa son usadas para soluciones de pulso, intermedias para apertura de botón y bajas para soluciones de florero (Halevy y Mayak, 1981 y Salisbury y Ross 1994).

Añadiendo sacarosa, se capacita a las yemas florales para que se desarrollen adecuadamente y alcancen grandes dimensiones, siendo razonable, un incremento total de la longevidad. El azúcar puede ser disuelto en agua a concentraciones de 1 a 7 % o ser añadida constantemente, y de 5 a 12% para pulsaciones la noche anterior. Flores pulsadas de esta manera son usualmente sostenidas en agua simple para el resto de sus vidas.

Al aplicar de forma externa azúcares, estos son acumulados en las hojas y posteriormente traslocados a los pétalos, mejorando el potencial hídrico y osmótico. Wagner (citado por Halevy y Mayak, 1981), demostró que en pétalos de tulipán, la glucosa y fructuosa estaban localizadas primariamente en la vacuola.

El follaje de algunas flores puede marchitarse por la excesiva absorción de azúcar, ya que las hojas verdes son más sensibles a las altas concentraciones que los pétalos, esto debido probablemente a que su habilidad para el ajuste osmótico es más bajo que en los pétalos (Halevy y Mayak, 1981), lo cual puede ser remediado por una primera hidratación de flores en una solución sin azúcar y posteriormente pasadas a una solución preservativa con baja concentración de azúcar (Sacalis, 1993).

Algunos efectos fisiológicos de la sacarosa que aumenta la vida de florero de gerberas cortadas, al estar presentes en altos niveles en los pétalos según Roger y Tjía (1990), son que:

- 1) Mantiene fijos los rangos de respiración.
- 2) Inhibe la falla de los fosfolípidos en la vida de las membranas.
- 3) Alarga el período durante el cual las membranas retienen la habilidad para permitir el paso de iones de una manera selectiva.
- 4) Retarda el escape de iones por las vacuolas de las células, (lo cual es señal inminente de muerte en la flor).
- 5) Retarda incrementos en pH de los tejidos de la flor.
- 6) Retarda el daño por amoníaco libre, por convertir éste a amidas no tóxicas.

Estos mismos autores mencionan que al ser examinados los tallos de gerbera microscópicamente, revelan un marcado engrosamiento de paredes celulares, mostrando posteriormente incrementos en las cantidades de fibra y lignina presentes durante este mismo período. La fibra y la lignina son formadas por la construcción de

bloques de carbohidratos, suministrados en forma de azúcar en la solución preservativa.

2.7.1.3 Germicidas

Los preservativos florales simples contienen mínimo un compuesto con actividad germicida que aumenta la calidad de la flor. (Halevy y Mayak, 1981).

Uno de los más comunes es el ion plata (Ag^+), el cual actúa como germicida y puede ser aplicado en un pulso de 100 a 1000 ppm, sumergiendo el tallo por un rango de 10 segundos hasta 10 minutos o tomado continuamente en una solución preservativa de 25 a 50 ppm puede resultar efectivo en algunas flores. Sin embargo, no es generalmente recomendado por que es relativamente caro y puede causar ennegrecimiento, pudiendo reducirse su efectividad con la presencia de cloro; por lo que se recomienda su uso sólo con agua desionizada.

Los efectos del etileno son nulificados o inhibidos por este ion agregado como Nitrato de Plata. Para demorar la senescencia de las flores cortadas y con mejores resultados que el nitrato de plata es el Tiosulfato de Plata (STS), ya que en flores de clavel pretratadas durante sólo 10 minutos con Tiosulfato de Plata a 4mM y mantenidas posteriormente en agua desionizada a 20°C se conservaron frescas por 10 días (Salisbury, 1994).

2.7.1.4 Citocininas

Las citocininas son reguladores del crecimiento, naturales o sintéticos, distintos de los nutrientes, que en pequeñas cantidades estimulan o modifican algún proceso fisiológico en la planta y pueden, en determinados casos, afectar la edad y longevidad de flores cortadas (Sacalis, 1993). Su actividad más característica es estimular la división celular o citocinesis en tejidos vegetales.

El producto activo primeramente aislado se llamó Kinetina, posteriormente se han aislado otros como la Zeatina (extraída del endospermo de maíz) y sintetizado muchas más, denominándoseles citocininas. Todas son derivadas de la adenina y tienen una cadena lateral rica en carbono e hidrógeno unida al nitrógeno que sobresale de la parte superior del anillo de purina. Los productos puros inducen la citoquinesis a concentraciones del orden de 0.001 ppm aunque actualmente existen citocininas sintéticas de tipo purínico como la 6-bencilaminopurina (BA) que pueden ser mucho más potentes (Hurtado y Merino, 1991 y Primo, 1977) y que son generalmente muy activas cuando se aplican exógenamente (Azcon-bieto y Talon, 1993).

Un efecto curioso de las citocininas es el de retrasar el envejecimiento de órganos vegetales (Hurtado, 1991).

Al parecer las raíces dan algo a la hoja que la mantiene fisiológicamente joven. Este algo contiene con seguridad una citocinina transportada a través del xilema. Hay dos evidencias principales que sugieren que está implicada una citocinina. Muchas citocininas reemplazan parcialmente la necesidad de las raíces para demorar la senectud y el contenido de citocininas de la lámina foliar aumenta sustancialmente cuando se forman las raíces adventicias. En girasoles, el contenido de citocininas de la savia xilemática aumenta durante el período de crecimiento rápido y después disminuye mucho cuando el crecimiento se detiene y comienza la floración, lo cual sugiere que el decremento en el transporte de citocinina de las raíces al sistema aéreo podría permitir que la senescencia ocurriera con mayor rapidez (Skene mencionado por Salisbury, 1994).

Las citocininas además de estar implicadas en el proceso de crecimiento y del control de brotes y hojas, también parecen estar involucradas en el control de senescencia de las hojas. Desde hace tiempo se conoce que la aplicación exógena de citocininas a las hojas escindidas retrasa la senescencia de las mismas y en

algunas especies, puede producir incluso el reverdecimiento de hojas que ya están amarillentas (Azcon-bieto y Talon, 1993).

En un estudio propiamente bioquímico se ha demostrado que los niveles de citocininas en hojas de tabaco presenescentes son más altos que los niveles de hojas senescentes y que la capacidad de las hojas maduras y senescentes para absorber citocininas parece decrecer con el tiempo. Los niveles elevados de citocininas en las hojas verdes de tabaco se deben a un incremento en la absorción de citocininas del xilema o posiblemente a la síntesis *in situ* de las mismas, por que el tejido de las hojas más jóvenes presentan indicios de que se ha producido la escisión o ruptura de la cadena lateral, ya que las concentraciones celulares de citocininas también son influidas por su degradación. (Singh y Cols, citados por Azcon-bieto y Talon, 1993).

Cuando las hojas de avena y muchas otras especies se cortan y ponen a flotar en una solución diluida de sales minerales, comienzan a envejecer, lo cual se caracteriza primero por degradación de proteínas a aminoácidos y después por pérdida de clorofila. Esta senescencia ocurre con mucho mayor rapidez en la oscuridad que en la luz y las citocininas que se agregan en la solución en que flotan las hojas reemplazan esencialmente el efecto de la luz, demorando la senescencia (Salisbury, 1994).

Timann (citado por Salisbury, 1994). sugirió que las citocininas hacen lo anterior manteniendo la integridad de la membrana del tonoplasto. De no ser así proteasas de la vacuola escaparían al citoplasma e hidrolizarían tanto las proteínas solubles como la membrana de cloroplastos y mitocondrias. Conforme a esta idea Y.Y. Leshem y colaboradores (citados por Salisbury, 1994) han obtenido muchas evidencias que sugieren que las citocininas protegen a las membranas contra la degradación sus resultados indican fuertemente que las citocininas actúan evitando la oxidación de los ácidos grasos no saturados en las membranas. Esta prevención se debe tal vez a que las citocininas inhiben tanto la formación como la

descomposición acelerada de radicales libres como el superóxido y el hidroxilo que de otra manera oxidarían los lípidos de la membrana.

La demora de la senescencia debida a las citocininas parece ser un fenómeno natural, en parte controlado por las raíces y se asocia con otros fenómenos interesantes. Las citocininas causan el transporte de muchos solutos de partes más viejas de la hoja e incluso de partes más viejas hacia la zona tratada. También es una hipótesis interesante que las citocininas en las estructuras reproductivas podrían tener valor para la supervivencia por incrementar el movimiento de azúcares, aminoácidos y otros solutos de las hojas maduras hacia semillas flores y frutos (Salisbury, 1994).

La capacidad de las citocininas de retardar la senescencia se aplica también a ciertas flores y hortalizas verdes cortadas. La concentración de citocininas en los pétalos de rosa y clavel disminuye con el envejecimiento y si se aplican citocininas se desacelera este proceso. Los claveles son los que más se han estudiado y para esa especie son más eficaces las soluciones que contienen dihidrozeatina o benciladenina. Sin embargo para la mayoría de las flores cortadas, las citocininas exógenas no pueden compensar los efectos inductores de senescencia del etileno producido por las flores (Salisbury, 1994).

Halevy y Mayak (1981) mencionan que las citocininas más usadas en flores de corte son: la Kinetina (KI), 6-bencilaminopurina (BA), Isopenyl adenosina (IPA) y 6-(bencilamino)-9-(2-tetrahydropyranyl) 9-h purina (PBA). La kinetina y la bencilaminopurina disminuyen la proteólisis debido a que probablemente inhiben la síntesis de proteasas. También incrementan la transpiración y consecuentemente la absorción de agua, aumentando así el peso fresco de las flores. Otro beneficio es la reducción en la producción de etileno y la disminución de la sensibilidad al mismo.

La 6-Bencilaminopurina en flores, promueve el crecimiento de yemas axilares, acelera el crecimiento floral y evita o previene caída de flor por cortes (LTbiosyn, 2001).

El criterio para evaluar el efecto de las soluciones preservadoras en flores de corte, está basado en mantener la calidad con el máximo de longevidad para el consumidor, para lo cual Salinger (citado por Morales, 1994), menciona que los principales factores que se deben considerar son:

1. La vida de florero (número de días de antesis a senescencia).
2. Desarrollo floral (para flores en espiga).
3. Retención de la calidad del color.
4. Retención de la firmeza del pedicelo.
5. Desarrollo de yemas laterales.
6. Desarrollo de botón a antesis después del corte.
7. Prolongación de la vida de florero, después del almacenamiento en frío.
8. Disminución del daño a los tejidos.
9. Incremento de la vida en almacén al igual que la vida de florero.
10. Costos de los materiales usados.

2.8 Vida útil de flor de corte

Larson (1988) menciona que la vida de florero de *Gerbera jamesonii* es de 3 a 8 días y de 8 a 14 días según Herreros (1976).

Las características de longevidad de las flores no dependen tanto de la forma o construcción de la flor sino más bien de las características hereditarias y de las condiciones del cultivo. Las gerberas con flores liguliformes anchas, resultan ser más durables que las de ligulas más delicadas y angostas, además la longevidad de las

flores de gerbera depende de su color, las inflorescencias con flores liguliformes amarillas son más durables que las de color rojo (Osckinis y Lisiecka, 1990).

Para la vida útil de las flores influyen también otros factores. Su durabilidad disminuye en caso de una fertilización excesiva con nitrógeno; a causa de una temperatura demasiado alta durante el cultivo y cuando la cosecha de flores es prematura. Se ha determinado también que en otoño las flores son menos durables después de la cosecha, que en el período de primavera.

El tipo de variedad también ejerce una influencia sobre la durabilidad de gerbera (Nowak, citado por Osckinis y Lisiecka, 1990).

Las inflorescencias de gerbera cortadas en la fase de botón floral muestran capacidad de abrirse, ya que colocadas en una solución de nitrato de plata con concentraciones de 30 mg/l (30 ppm) con adición de 1.2 a 3% de sacarosa a 22 °C, humedad relativa de 75% y 1000 luxes de intensidad luminica alcanzan la madurez necesaria para su venta después de 9 días. Este método puede tener una gran importancia práctica pero requiere mayor investigación (Hempel y Kozak, citados por Osckinis y Lisiecka, 1990).

III.- Materiales y métodos

3.1. Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de Técnicas de Mejoramiento, de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Con una temperatura promedio de 18°C y con luz fluorescente constante, ya que el laboratorio permaneció durante todo el experimento con 10 lámparas encendidas de 150 W cada una las 24 horas del día.

3.2. Establecimiento del experimento

Para el desarrollo del presente experimento se utilizaron 150 tallos florales de Gerbera jamesonii (50 de la variedad Essandre, 50 de la variedad Viviane y 50 de la variedad Ebony). Las flores fueron adquiridas el día 05 de Noviembre del 2001 en la Central de Abastos de la Ciudad de México siendo su procedencia Villa Guerrero, Estado de México.

El material fue transportado el mismo día al laboratorio y fue desempaquetado, agrupándoseles por variedad.

Para uniformizar el tamaño del tallo floral en las tres variedades, se cortaron hasta obtener una altura de 35 cm, posteriormente se cuantificaron 50 tallos florales por variedad (2 tallos para cada uno de los 5 tratamientos), quedando 10 tallos florales para cada una de las 5 repeticiones, y etiquetándose de acuerdo al tratamiento.

Los tallos florales fueron depositados en frascos de 1 litro de capacidad, conteniendo cada uno 100 ml de la solución preservativa a probar, y posteriormente fueron distribuidos de forma completamente al azar sobre una de las mesas del laboratorio.

Con un total de 5 repeticiones se tuvieron 25 frascos experimentales.

La toma de datos inicio el 5 de Noviembre del 2001 y concluyó el día 27 de del mismo mes y año.

3.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial $5 \times 3 = 15$, con 5 repeticiones y con 2 tallos florales como unidad experimental.

$5 \times 3 = 15 \times \underline{5} = 75$ unidades experimentales (U.E.)

donde:

- 5= Número de tratamientos.
- 3= Variedades.
- 15= número total de tratamientos.
- 5= repeticiones.
- 75= total de unidades experimentales.

Factor A = tratamientos.

- nivel 1= T1 (testigo)
- nivel 2= T2 (solución sin 6-bencilaminopurina)
- nivel 3= T3 (solución con 5mg/l de 6-bencilaminopurina)
- nivel 4= T4 (solución con 10 mg/l de 6-bencilaminopurina)
- nivel 5= T5 (solución con 15 mg/l de 6-bencilaminopurina)

Factor B = variedades.

- nivel 1= variedad Essandre
- nivel 2= variedad Viviane
- nivel 3= variedad Ebony

Los tratamientos quedaron establecidos en el Cuadro 2 de la siguiente manera:

Cuadro 2. Contenido de cada tratamiento.

T	Solución preservativa	Variiedad	pH
1	agua de la llave (testigo)	Essandre	7.2
2	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS · l ⁻¹	Essandre	3.5
3	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 5 mg de BA· l ⁻¹	Essandre	3.5
4	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 10mg de BA· l ⁻¹	Essandre	3.5
5	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 15mg de BA· l ⁻¹	Essandre	3.5
6	agua de la llave (testigo)	Viviane	7.2
7	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS · l ⁻¹	Viviane	3.5
8	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 5 mg de BA· l ⁻¹	Viviane	3.5
9	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 10mg de BA· l ⁻¹	Viviane	3.5
10	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 15mg de BA· l ⁻¹	Viviane	3.5
11	agua de la llave (testigo)	Ebony	7.2
12	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS · l ⁻¹	Ebony	3.5
13	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 5 mg de BA· l ⁻¹	Ebony	3.5
14	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 10mg de BA· l ⁻¹	Ebony	3.5
15	Agua desionizada + 20 g de azúcar + 1.0 g de Acido Cítrico + STS + 15mg de BA· l ⁻¹	Ebony	3.5

Donde :

- T = tratamiento
- STS = Tiosulfato de Plata (el cual se preparo con 8mM de AgNO₃ y 32mM de Na₂ S₂O₃).
- BA = citocinina 6 – Bencilaminopurina.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Vida de florero

Se obtuvo mediante la observación de los días que tardó cada flor de gerbera en marchitarse en el florero, desde el momento del establecimiento del experimento hasta que se consideró que la flor hubiera perdido su valor decorativo.

3.4.2 Ruptura del pedúnculo o cuello plegado

Se cuantificó en días y de manera visual, desde el establecimiento del experimento hasta que se presentó el curvamiento en cada tallo floral que provocó la ruptura del mismo.

3.4.3 Consumo de agua

Se registró el consumo de agua en ml por cada florero, tomándose como base los 100ml iniciales y aforándose nuevamente a ésta cantidad cada 2 días hasta el final del experimento.

3.4.4 Peso

Se registró el peso fresco en g. de cada tallo floral desde el inicio y hasta el final de su vida en el florero, para lo cual se utilizó una balanza granataria.

3.4.5 Diámetro del capítulo

Se registró el diámetro horizontal de cada capítulo floral en cm, desde el establecimiento del experimento hasta el final de la vida de florero, para lo cual se utilizó un vernier.

3.4.6 Cambios de color

Para ésta variable se utilizaron los siguientes parámetros:

Valor	Descripción
1	Sin cambio de color
2	Cambio ligero de color
3	Cambio a coloración oscura

Fuente: García, 1999

Registrándose para cada flor el valor respectivo al final de su vida en el florero, y analizado mediante el método no paramétrico de Krukal-Wallis (Conover, 1971).

3.4.7 Marchitez

Para ésta variable se utilizaron los siguientes parámetros:

Valor	Descripción
1	Marchitamiento nulo del capitulo
2	Escaso marchitamiento
3	Medianamente marchita
4	Fuertemente marchita
5	Totalmente marchita

Fuente: García, 1999.

Registrándose para cada flor el valor respectivo al final de su vida en el florero, y analizado mediante el método no paramétrico de Krukal-Wallis (Conover, 1971).

IV.- Resultados y análisis

1. Vida de florero

En los resultados obtenidos en el análisis de varianza (anexo uno) para la variable vida de florero con un $\alpha = 0.05$ se detectó que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos analizados, las diferentes variedades utilizadas y la interacción de éstas con los tratamientos, por lo que se realizó la comparación de medias de Tuckey, observándose que los tratamientos con resultados más favorables fueron aquellos que contenían la citocinina 6-bencilaminopurina (BA).

Los tratamientos con concentraciones de 5 mg/l^{-1} de BA en la solución preservativa prolongaron de 1 a 3 días más la vida de florero, de 4 a 6 días en los tratamientos con 10 mg/l^{-1} y de 4-7 días en los tratamientos con 15 mg/l^{-1} sobre el promedio de 4 días que duró el tratamiento con agua sola. Lo cual indicaría que las citocininas podrían incrementar el movimiento de azúcares, aminoácidos y otros solutos hacia las flores aumentando la longevidad de la flor como lo menciona Salisbury (1994).

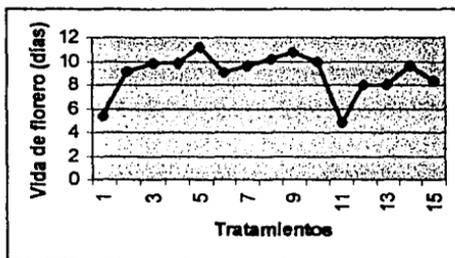
De igual manera se presentó diferencia altamente significativa entre las variedades siendo las de mayor duración en vida de florero las variedades Essandre (inflorescencia de color amarilla) y Viviane (inflorescencia de color blanca) con un promedio de duración de 9 a 10 días, no así la variedad Ebony (inflorescencia de color rojo violeta) la cual tuvo un promedio de duración de vida en florero de 6 días y que reitera lo mencionado por Oszkinis y Lisiecka (1990) de que las variedades oscuras tienen menor vida de florero que las variedades de color claro.

Con relación a la interacción tratamientos variedades, estos también presentaron diferencia altamente significativa lo que significa que dependiendo de la variedad fue el efecto del tratamiento, el mejor tratamiento para la variedad Essandre fue el que contenía 15 mg/l^{-1} de BA en la solución (tratamiento 5), ya que tuvo una duración

promedio de vida de florero de 11.2 días como se observa en la **gráfica 1**, para la variedad *Viviane* fue el tratamiento 9 con concentraciones de 10 mg/l^{-1} de BA, con un promedio de vida en florero de 10.8 días y para la variedad *Ebony* las concentraciones de BA a 10 mg también fueron favorables ya que su promedio de vida en florero fue de 10 días (tratamiento 14).

Presentándose como los peores tratamientos el 1 y 11 (agua sola) ya que tuvieron la menor duración en vida de florero con sólo 5.4 y 4.8 días en promedio respectivamente. Esto podría significar de acuerdo con Rogers y Tjja (1990) que los anteriores tratamientos presentaron problemas de balance hídrico ocasionando que las células empiecen a marchitarse como resultado de una turgencia insuficiente.

Gráfica 1. Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la vida de florero en *Gerbera jamesonii*.



2. Ruptura del pedúnculo o cuello plegado

Al realizar el análisis de varianza (**anexo dos**), para la variable ruptura del pedúnculo se puede apreciar que existe diferencia altamente significativa entre los diferentes tratamientos y también entre las tres variedades de flores de gerbera evaluadas, por lo que se procedió a realizar la comparación de medias de Tuckey donde el mejor resultado lo obtuvieron los tratamientos con BA a concentraciones de 15 mg/l^{-1} ya que

tardaron de 8 a 11 días para que se presentara ruptura del pedúnculo, sobre el promedio de 3 días que obtuvo el tratamiento con agua sola.

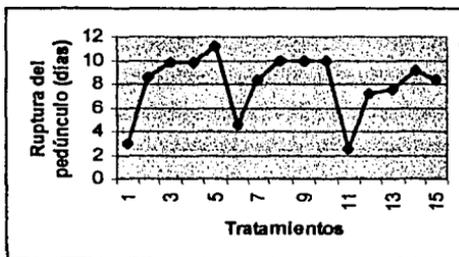
En cuanto a las variedades la menos afectada por este problema de ruptura del pedúnculo fue la variedad Essandre, la cual permaneció con tallos erectos por un promedio de 11.2 días en el tratamiento 5 el cual contenía concentraciones de BA de 15 mg/l^{-1} , en comparación con el tratamiento con agua sola que al tercer día ya había presentado dicho problema. En la variedad Viviane todos los tratamientos con BA (concentraciones de 5, 10 y 15 mg/l^{-1} presentaron una ausencia de ruptura del pedúnculo hasta por 10 días, lo que no sucedió en el tratamiento con agua sola que solo permaneció erecta por un promedio de 4.6 días. Finalmente con relación a la variedad Ebony, el mejor tratamiento fue el que tenía concentraciones de 10 mg/l^{-1} de BA con 9.2 días sin presencia de ruptura del pedúnculo en comparación con el testigo (agua sola) que a los 2.5 días ya tenía presente ésta ruptura. Esta última variedad pudo haber presentado diferencia con respecto a las otras en ésta variable debido a que sus inflorescencias eran excesivamente densas favoreciendo el encorvamiento del pedúnculo y su ruptura lo cual coincide con lo mencionado por Bañon (1993).

La **gráfica dos** muestra como el tratamiento con agua sola presentó más problemas en todas las variedades probablemente por que la vía directa de absorción de agua (xilema) se pudo haber encontrado obstruida por la acción de microorganismos ya que no contó con la adición de algún germicida y esto provocó ruptura del tallo, cuyo fenómeno aparece acompañado de una disminución de la absorción de agua por la flor.

Los tratamientos con solución preservativa sin BA (tratamientos 2, 7 y 12) no presentaron ruptura de pedúnculo sino hasta los 8 días de vida en el florero. Por lo que se puede deducir que la combinación de azúcar, ácido cítrico y tiosulfato de plata complementada con agua desionizada evitan en gran medida la presencia de este problema y que disminuye notablemente con la adición de citocininas, indicando esto

que las células en el área de rápida elongación del escapo floral pueden tener más contenido de carbohidratos y mayor turgencia por lo que hay mayor resistencia a que el tallo se doble.

Gráfica 2. Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la ruptura del pedúnculo en flores cortadas de Gerbera jamesonii.



3. Consumo de agua

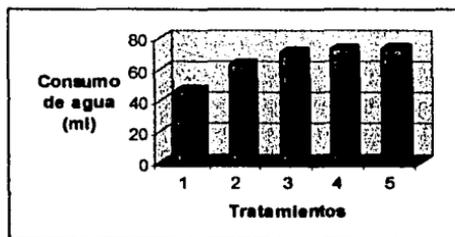
De acuerdo al análisis de varianza realizado para la variable consumo de agua a los 4 días de iniciado el experimento (**anexo tres**) se puede observar que existe diferencia altamente significativo entre los diferentes tratamientos, por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tuckey consignada en el mismo anexo en donde los mejores tratamientos fueron los que contenían concentraciones de 5 mg/l^{-1} de BA (tratamientos 3, 8 y 13). Observándose que el tratamiento con agua sola presentó el menor volumen en el consumo de agua con 46.2ml, probablemente por que el pH de la solución era alcalino (7.2) lo cual indicaría una alta cantidad de minerales principalmente de calcio y magnesio que provocan obturación de los vasos de conducción y que impiden el flujo de agua hacia la parte superior. De igual forma éste fenómeno puede aparecer a consecuencia del bloqueo

mecánico de los vasos por patógenos (hongos o bacterias) que se desarrollan en los tejidos, los cuáles pueden actuar mediante exudación de toxinas, enzimas o etileno.

Los tratamientos 2,7 y 12 con solución preservativa sin BA no presentaron el problema descrito anteriormente por la utilización de sustancias químicas como el ácido cítrico que bajo el pH manteniéndolo a niveles ácidos (3.2), la utilización de agua desionizada que probablemente redujo la presencia de minerales en la solución y el tiosulfato de plata (STS) que como germicida evito el desarrollo de microorganismos. Estimularon la toma de agua y limitaron su pérdida por lo que resultaron con diferencias estadísticas significativas.

Los tratamientos con BA a concentraciones de 5,10 y 15 mg/l⁻¹ fueron los mejores tratamientos, como se observa en la **gráfica tres**, ya que obtuvieron diferencias altamente significativas en relación con los demás tratamientos, con un consumo de agua de 73.4ml, 73ml y 70 ml respectivamente, lo cual indica de acuerdo con Halevy y Mayak (1981) que las citocininas disminuyen la proteólisis probablemente inhibiendo la síntesis de proteasas, incrementando la transpiración y consecuentemente la absorción de agua, activando también el transporte de nutrientes.

Gráfica 3. Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre el consumo de agua en flores cortadas de Gerbera jamesoni.



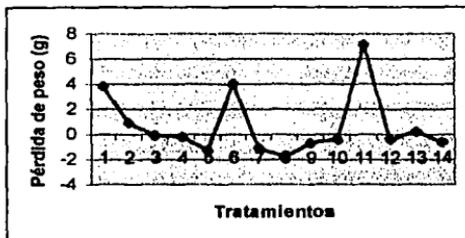
4. Peso fresco

En el análisis de varianza para la variable peso fresco de los tallos florales (**anexo cuatro**) con $\alpha=0.05$ realizado con los datos de la diferencia de pesos del día 1 al día 4 de iniciado el experimento, muestra que sólo existe diferencia entre los tratamientos analizados, siendo ésta diferencia altamente significativa, por lo cual se realizó la prueba de comparación de medias de Tuckey (consignada en el mismo anexo). De acuerdo a ésta prueba entre los tratamientos con solución preservativa sin BA, Y BA a concentraciones de 5, 10 y 15 mg l^{-1} no existe diferencia estadística, pero si de éstos con el tratamiento con agua sola, lo que indica que de acuerdo con Halevy y Mayak (1981) que el tratamiento con agua sola presentó los peores resultados ya que hubo pérdida de peso de los tallos florales, acompañado de una disminución en el consumo de agua de 5gr en promedio, lo que no sucedió para los tratamientos con solución preservativa, los cuales no sólo evitaron algunos la disminución de su peso sino que lo aumentaron de 0.5 a 0.6gr en promedio como sucedió en los tratamientos con BA.

Lo anterior indica que la utilización de soluciones preservativas en la vida de florero de gerbera influye de manera favorable en el peso fresco de la flor cortada de ésta especie especialmente aquellos que contienen 6- Bencilaminopurina (BA), ya que parecen mantener constante el potencial hídrico de las varas florales y por lo tanto, de las lígulas del capítulo floral, evitando la aparición de la ruptura del pedúnculo, síntoma inicial de senescencia como lo menciona Salisbury (1994).

En la **gráfica cuatro** se observa claramente que durante los primeros 4 días del experimento sólo los tratamientos con soluciones que contenían BA no variaron significativamente su peso inicial o ésta pérdida fue muy gradual lo que hace suponer que la BA aumento la absorción de agua (como lo expuesto en el análisis de la variable consumo de agua) lo que esta íntimamente relacionado con el peso de la flor, de tal manera que a mayor absorción de agua mayor peso en los tallos florales.

Gráfica 4. Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre el peso fresco de flores cortadas de *Gerbera jamesonii*



5. Diámetro del capítulo

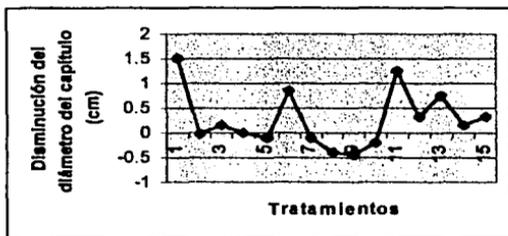
Al realizar el análisis de varianza para la variable diámetro del capítulo (**anexo cinco**) con un $\alpha=0.05$ con la diferencia de diámetros del día 1 al día 4 de iniciado el experimento. Los resultados muestran que existe diferencia altamente significativa entre los diferentes tratamientos utilizados, así mismo nos muestra que ésta misma diferencia (altamente significativa) también existe entre las variedades, por lo que se realizó la prueba de comparación de medias de Tuckey consignada en el mismo anexo cinco.

Para los tratamientos, la prueba de comparación de medias muestra que el tratamiento con agua sola es diferente a los que contenían solución preservativa ya que su diámetro disminuyó en 1.2cm en promedio, lo que no sucedió en los demás tratamientos, los cuales no mostraron disminución dramática del diámetro. Esto se presentó principalmente por que el tratamiento con agua sola perdió probablemente turgencia en las lígulas de la inflorescencia por la ruptura del pedúnculo. Salisbury (1994) menciona que hay evidencias de que cuando las células de los pétalos se vuelven lo suficientemente sensibles al etileno se produce un aumento del ácido-1-amino-ciclopropano-1-carboxílico (ACC) y los pétalos comienzan a marchitarse, por

lo que esto pudo provocar que la superficie del diámetro en el tratamiento con agua sola se viera reducida.

En cuanto a las variedades y como se muestra en la **gráfica cinco**, se ve una diferencia propia de cada variedad, en donde la variedad Ebony poseía un capítulo más grande (11.5 a 12.5cm) que el de las variedades Essandre y Viviane. Sin embargo, la menor variación en el diámetro la presentó la variedad Viviane en el tratamiento con concentración de 10mg/l^{-1} de BA en la solución. Lo que reitera que la utilización de BA en la solución preservativa aumenta el consumo de agua evitando la ruptura del pedúnculo y puede estar manteniendo el potencial hídrico de las lígulas del capítulo floral afectando en menor medida el diámetro del éste.

Gráfica 5. Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre el diámetro del capítulo de flores cortadas de *Gerbera jamesonni*

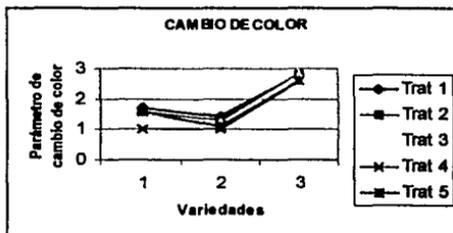


6. Cambios de color

En los resultados obtenidos en el análisis de varianza (**anexo seis**) para la variable cambio de color en las lígulas hasta el día 4 de iniciado el experimento con un $\alpha=0.05$, se detectó para las variedades Essandre, Viviane y Ebony que no existe diferencia significativa entre los tratamientos por lo que no se realizó ninguna otra prueba.

No existió cambio significativo de color de las lígulas en las flores de gerbera desde el establecimiento del experimento hasta el final de la vida en el florero como se observa en la **gráfica seis**. Lo cual podría indicar que la luz ejerce gran influencia sobre la expresión del color adecuado, ya que el experimento estuvo sujeto a la luz fluorescente del laboratorio las 24 horas del día, lo cual coincide con lo manifestado por Osckinis y Lisiecka (1990) que en condiciones de débil luminosidad hasta las plantas que contienen antocianinas pierden color y se vuelven amarillas o blancas y las que se encuentran en luz, expresan el color adecuado condicionado por el código genético.

Gráfica 6. Efecto de la adición de 6-Bencilaminopurina en la solución preservadora sobre el cambio de color en la vida de florero de 3 variedades de gerbera.



Donde:

variedad 1= Essandre

variedad 2= Viviane

variedad 3= Ebony

Cabe mencionar que en un estudio realizado por Amaureti, *et al* (1995) sobre gerberas de la variedad Marlene observaron que a los 5 días la intensidad de color fue mayor en inflorescencias de gerbera contenidas en agua desionizada que en una solución preservativa con sacarosa, sulfato de hidroxiquinoleina y potasio aumentando el volumen de antocianinas y pigmentos del carotenoide lo cual difiere

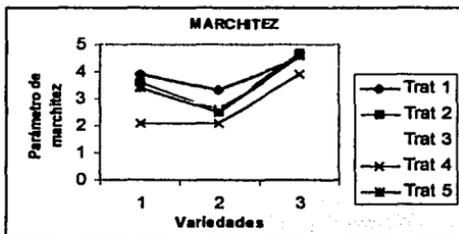
con el presente trabajo experimental, donde los tratamientos con solución preservativa y agua desionizada no fueron diferentes del tratamiento con agua sola.

7. Marchitez

Finalmente se realizó el análisis de varianza (**anexo siete**) para la variable marchitez del capítulo al final de la vida en el florero con un $\alpha=0.05$ y donde se detectó que para la variedad Essandre si existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se realizó la comparación de medias de Tuckey consignada en el mismo anexo y donde el tratamiento 4 con concentración de BA a 10mg l^{-1} se presento como el mejor, ya que provoco marchitamiento nulo y escaso de los capítulos florales, permitiendo mayor turgencia de las lígulas, lo que podría sugerir que las citocininas hacen lo anterior manteniendo la membrana del tonoplasto como lo menciona Timman (citado por Salisbury en 1994).

Sin embargo para las variedades Viviane y Ebony al realizar el respectivo análisis de varianza consignado en el mismo anexo siete, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, pero al observar la **gráfica siete** los tratamientos con concentración de 10mg l^{-1} mantuvieron por más tiempo a las flores sin marchitar aun en la variedad Ebony, que fue la que presentó senescencia floral más rápida, como se observa en los días que duró en el florero.

Gráfica 7. Efecto de la adición de 6-bencilaminopurina a la solución preservadora sobre la marchitez en vida de florero de 3 variedades de gerbera.



Donde:

variedad 1= Essandre

variedad 2= Viviane

variedad 3= Ebony

V.- Conclusiones

El empleo de la citocinina **6-bencilaminopurina (BA)** en soluciones preservativas para alargar la vida de florero en flores cortadas de *Gerbera jamesonii* tiene ventajas en comparación con el uso de agua sola, pues ésta evita principalmente la pérdida de agua y retrasa el marchitamiento de las flores, lográndose mantener por más tiempo las características decorativas de la flor al incrementar su longevidad y retrasar la ruptura del pedúnculo; principal problema en ésta especie.

Lo cual se comprobó en los tratamientos con BA a concentraciones de 10 y 15 mg/l en la solución preservativa al sobrepasar los 4 días promedio de duración de vida de florero en el tratamiento con agua sola (testigo), resultando los mejores tratamientos los siguientes:

T5 (Agua desionizada + azúcar 20 g + ácido cítrico 1g + STS + 15 mg de BA· l⁻¹ – variedad Essandre) prolongando la vida de florero por 6 días más sobre el testigo.

T9(Agua desionizada + azúcar 20 g + ácido cítrico 1g + STS + 10 mg de BA· l⁻¹ – variedad Viviane) prolongando la vida de florero por 5 días más sobre el testigo

T14(Agua desionizada + azúcar 20 g + ácido cítrico 1g + STS + 15 mg de BA· l⁻¹ – variedad Ebony) prolongando la vida de florero por 5 días más sobre el testigo.

La solución preservativa con contenidos de 10mg de BA, aumenta la vida de florero en las 3 variedades de gerbera, ya que incrementó el consumo de agua y el peso fresco, disminuyó la presencia de la ruptura del pedúnculo y evitó la disminución drástica del capítulo floral por lo que podría ser utilizada para fines comerciales.

VI. Recomendaciones

Se recomienda la utilización de 6-bencilaminopurina a concentraciones de 10 miligramos por litro de agua como parte de la solución preservadora, ya que favorece la longevidad de las flores de gerbera independientemente de la variedad y por lo tanto puede servir para fines comerciales.

Para posteriores trabajos se recomienda variar las concentraciones de azúcar a dosis más bajas y experimentar con otros productos inhibidores de etileno.

VII. Bibliografía

1. Agroinformación. *El Cultivo de la Gerbera*. [En Línea]. Actualizado El 31 De Octubre Del 2000. ("Citado El 04 De Diciembre Del 2001 Las 17:45"). Disponible En Internet: <[Http://Www.infoagro.Com](http://www.infoagro.com)> Apartados del 1 al 11.
2. Agroinformativo. *Tendencia en el mercadeo de gerbera*. No. 36. [en línea]. Sff. ("citado el 11 de enero del 2002 a las 11:05) disponible en Internet: <<http://www.agro.uba.ar/lisrural/sitios.htm>>.
3. Alvarez, Moctezuma José Guadalupe. 1988. *Producción de Gerbera (Gerbera sp.) para flor cortada*. Revisión bibliográfica y sugerencias de temas a investigar. Tesis, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 147p.
4. Alvarado, López Jorge. 1995. *Redacción y preparación del artículo científico*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Publicación especial 2. Chapingo, Estado de México. 49-59p.
5. Amariutei, A.; A. Alexe; C. Burzo. 1995. Cambios fisiológicos Y bioquímicos de Inflorescencias de gerbera cortada durante su vida en jarrón. *Acta Hort.* 405:108-116 Y 372-380.
6. Armendariz, García José Alonzo. 1987. *Aspectos generales del cultivo de la gerbera*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México.
7. ASERCA. 2001. *Apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria*. Canasta agropecuaria No.89-93. Información estadística mensual. Dirección General de Información y análisis de mercados. México.

8. Azcon-bieto, J. Y M. Talón. 1993. *Fisiología y bioquímica vegetal*. Interamericana. Mc Graw Hill. México.319-325p.
9. Bancomext. *Banco Nacional de Comercio Exterior*. Perfiles y estudios de mercado.[en línea]. Actualizado en el año 2000. ("citado el 25 de Octubre del 2001 a las 8:00"). Disponible en Internet:< <http://www.bancomext.com>>.
10. Bañón, Arias Sebastián. 1993. *Gerbera, liliium, tulipán y rosa*. Editorial Mundi Prensa. Barcelona España. 61-70p.
11. Biondo, Ronald J. and Diane A. Noland. 2000. *Floriculture from greenhouse produccion to floral desing*. AgriScience and Technology Series. Interstate Publishers, Inc Edit. 339-362p.
12. Cruz, Sánchez Prudencia. 1997. *Efecto de tres diferentes reguladores del crecimiento en soluciones utilizados en postcosecha de flores de Liliium. cv. Casablanca*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 22p.
13. Colinas, León María Teresa. 1992. Manejo postcosecha de flores cortadas. I *Reunión Latinoamericana de Tecnología Postcosecha*. UAM Iztapalapa. Nov-Dic. México. 70-77p.
14. Conover, W. J. 1971. *Practical nonparametric statistics*. Kansas State University, U.S.A. 203-264p.
15. Deambrogio, F; M. Dolci, Y E. Accati. 1991. Los efectos de soluciones de guarda en la vida de *Gerbera jamesonii* híbrida, cv. Rebeca. *Adelantos en ciencia hortícola* 5:4 135-138p.

16. García, Héctor Manuel. 1999. *Reguladores del crecimiento y calcio en postcosecha de flores cortadas de gerbera*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 14-23p.
17. González, Santarosa María Graciela. 1995. *Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento (Chloromequat y AG3) en el cultivo de gerbera (Gerbera jamesonii, H. Bolus) en maceta*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 20-24p.
18. Guerrero, Isabel. 1987. *El Cultivo rentable de las flores*. Ed. de Vecchi, S.A., Barcelona España. 141-158p.
19. Halevy, Abraham H. Y Shimon Mayak. 1981. *Senescence and postharvest physiology of cut flowers-part 2*. Edited by Jules Janick. Avi Publishing Company. Inc. Hort. Review.3: 60-112.
20. Halevy, Abraham H. 1990. *Gerbera. Handbook of flowering*. CRC. Press Inc. BOCA Raton Florida. U.S.A. Vol. III. 43-46p.
21. Hernández, Arellano Susana; María Teresa Colinas Leon Y Luis Manuel Serrano. 1993. Control químico de la apertura floral en ave del paraíso (Sterlitzia reginae Banks). *V Congreso nacional de horticultura*. Veracruz 18-23 de Julio. Programa científico y memoria. México. 164p.
22. Hernández, Campos Juana Lizbeth. 2001. *Evaluación de las alternativas de transporte para exportar gerbera (Gerbera jamesonii) a Ontario, Canadá*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de Chapingo, México. 23-37p.
23. Herreros, Delgado Luis M. 1976. *Cultivo de gerbera*. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. 1-16p.

24. Hill, Thomas A. 1984. *Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal*. Juvenil, S.A., Barcelona, España. 32-35p.
25. Hurtado, M. Daniel V. Y María Eugenia Merino, M. 1991. *Cultivo de tejidos vegetales*. Segunda reimpresión. Editorial trillas. 48-61p.
26. Internacional Group Transportation, S.A. De C.V. (IGT). Expertos en Transporte. [en línea]. Actualizado en el 2000 ("citado el 16 de Enero del 2002"). Disponible en Internet: <<http://www.igt-transport.com/index.htm>>
27. Larson, Roy A. 1988. *Introducción a la Floricultura*. Primera Edición en Español. AGT Editor S.A. México.
28. Lincoln, Taiz Eduardo Zeiger. 1998. *Plant Physiology*. Sinaver Associates, Inc. Publishers. Pp 715 y 715.
29. Lt biosyn, Inc. [en línea]. Actualizado en el 2001 ("citado el 16 de Enero del 2002"). Disponible en Internet: <<http://www.ltbiosyn.com>>.
30. López, L.; A. Angeles; N. Carazo, Y C. Biel. 1993. Efecto Durante el Periodo Estival del Tratamiento Postcosecha en la Duración en Vaso en Gerbera. *Actas del III Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas*. Zaragoza, España. Tomo I. 27-30 de Abril. Pp 533-539.4
31. Maldonado, Salvador. 2001. *Las Flores de Omato, Negocio muy Atractivo para exportar*. Revista Semanario. Sector Agrícola. Edición 243.
32. Meyer, Bernard S.; Donal B. Anderson; Richard H. Bohning. 1966. *Introducción a la Fisiología Vegetal*. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Pp 8-11.
33. Miller, Erston V. 1981. *Fisiología Vegetal*. UTEHA. Pp 169-177

34. Morales, Baltazar Cristina. 1994. *Estudio preliminar sobre el efecto de surfactantes en la vida postcosecha de algunas flores de corte*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
35. Nell, Terril A. 1993. *Flowering Potted Plants*. Prolonging shelf performance. Postproduction care and handling. Ball publishing Edit. Batavia Illinois, U.S.A.
36. Ohkawa, Kiyoshi; Kasahara, Youichi And Suh, Jung-Nam. 1999. Mobility and effects on vase life of silver containing compounds in cut rose flowers. *Hort Science* 34(1). Pp 112 y 113.
37. Oszkinis, Krystyna Y Anna Lisiecka. 1990. *Gerbera*. Edamex. 42-64 y 185-199p.
38. Pape, Henrich. 1977. *Plagas de las Flores y de las Plantas Ornamentales*. Oikostau, S.A., Barcelona España.
39. Paulin A. Y K. Muloway. 1979. Perspective In the use of growth regulators to increase the cut flowers vase life. *Acta Hort*: 91. 135-139p.
40. Primo, Yufera E. 1977. *Química Agrícola II*. Ed. Alhambra, España. Pp 587-636.
41. Rogers, Marlin N. Y Benny O. Tjia. 1990. *Gerbera Production for cut flowers and pot plants*. Growers Handbook Series Vol. 4. Timber Press Edit. 60-75p.
42. Rojas Garcidueñas, M. 1987. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Limusa México. 356p.
43. Sacalis, John N. 1989. *Fresh (Cut) Flowers for Designs*. Post production. Columbus Ohio University. Guide I. U.S.A. x-xivp.

44. Scalisi, John N. 1993. *Cut Flowers Prolonging Freshness*. Ball Publishing, segunda edición. Illinois U.S.A. 11-14 y 61-62p.
45. Salisbury, Frank B. Y Cleon W. Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 428-442p.
46. Schreurs. *A Fetish for beauty*. [en línea]. Actualización s/f. ("citado el 18 de Marzo de 2002 a las 13:45"). Disponible en Internet: <[http://: www.schreurs.nl/](http://www.schreurs.nl/)>
47. Secretaria de Economía. 2002. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Insurgentes Sur, 1940 1º y 4º piso, Col. Florida, Delegación Alvaro Obregon. C.P. 01030. México D.F.
48. Van, Meeteren U. And H. Van Gelder. 1980. Water relations and keeping-quality of cut flowers V. Role of endogenous cytokinins. *Scientia Hort*: 12. 273-281p.
49. Yahia, Elhadi M. E Inocencio Higuera, C. 1992. *Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas*. Editorial Limusa. México. 239-250p.

ANEXOS

Anexo uno

Análisis de varianza con $\alpha = 0.05$ para la variable vida de florero

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	4	137.8129	34.4532	25.4268	0.000**
Varietades	2	49.7397	24.8698	18.3542	0.000**
Interacción	8	41.4272	5.1784	3.8217	0.001**
Error	60	81.2998	1.3549		
Total	74	310.2797			

Donde:

F.V. = factor de variación.

G.L. = grados de libertad.

S.C. = suma de cuadrados.

C.M. = cuadrado medio.

F = prueba de Fisher

P = probabilidad

Comparación de medias con $\alpha = 0.05$ para la variable longevidad floral

Tratamiento	Media
5	11.2 A
6	8.9 A
7	9.0 A
8	10.2 A
9	10.8 A
10	10.0 A
12	8.0 A
13	8.0 A
14	10.0 A
15	8.2 A
3	9.8 AB
4	9.8 AB
2	8.8 B
11	4.8 C
1	5.4 C

Nota: las medias que tienen la misma letra no son significativamente diferentes.

Anexo dos

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable ruptura del pedúnculo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	4	435.2539	108.8134	65.6158	0.000**
Varietades	6	40.7402	20.3701	12.2834	0.000**
Interacción	8	16.2255	2.0281	1.2230	0.301ns
Error	60	99.5004	1.6583		
Total	74	591.7202			

Donde:

F.V. = factor de variación.

G.L. = grados de libertad.

S.C. = suma de cuadrados.

C.M. = cuadrado medio.

F = prueba de Fisher

P = probabilidad

Comparación de medias de Tuckey con $\alpha=0.05$ para la variable ruptura del pedúnculo.

Tratamientos (factor A)	Media	
1	9.86	A
2	9.66	A
3	9.13	AB
4	8.06	B
5	3.36	C

Varietades (factor B)	Media	
2	8.60	A
1	8.48	A
3	6.98	B

Nota: las medias que tienen la misma letra no son significativamente diferentes

Anexo tres

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable consumo de agua

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	4	2630.9687	657.7421	21.1631	0.000**
Error	20	621.5937	31.0796		
Total	24	3252.5625			

Donde:

F.V. = factor de variación.

G.L. = grados de libertad.

S.C. = suma de cuadrados.

C.M. = cuadrado medio.

F = prueba de Fisher

P = probabilidad

Comparación de medias de Tuckey con $\alpha=0.05$ para la variable consumo de agua

Tratamientos	Media	
3	73.4	A
4	73.0	A
5	70.8	A
2	62.8	B
1	46.2	C

Nota: las medias que tienen la misma letra no son significativamente diferentes

Anexo cuatro

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable peso fresco

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	4	371.22	92.80	26.39	0.000**
Variedades	2	14.44	7.22	2.05	0.132ns
Interacción	8	49.64	6.20	1.76	0.102ns
Error	60	210.95	3.51		
Total	74	646.27			

Donde:

F.V. = factor de variación.

G.L. = grados de libertad.

S.C. = suma de cuadrados.

C.M. = cuadrado medio.

F = prueba de Fisher

P = probabilidad

Comparación de medias de Tuckey con un $\alpha=0.05$ para la variable peso fresco

Tratamientos	Media
1	5.02 A
2	-0.43 B
3	-0.49 B
4	-0.58 B
5	-0.62 B

Nota: las medias que tienen la misma letra no son significativamente diferentes

Anexo cinco

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable diámetro del capítulo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	4	15.71	3.92	13.37	0.000**
Variedades	2	3.84	1.92	6.53	0.003**
Interacción	8	2.26	0.28	0.96	0.528ns
Error	60	17.62	0.29		
Total	74	39.44			

Donde:

F.V. = factor de variación.

G.L. = grados de libertad.

S.C. = suma de cuadrados.

C.M. = cuadrado medio.

F = prueba de Fisher

P = probabilidad

Comparación de medias de Tuckey con $\alpha=0.05$ para la variable diámetro del capítulo.

Tratamientos (factor A)	Media
1	1.20 A
2	0.18 B
3	0.16 B
4	0.08 B
5	-0.10 B

Variedades (factor B)	Media
3	0.52 A
2	0.34 AB
1	0.01 B

Nota: las medias que tienen la misma letra no son significativamente diferentes

Anexo seis

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable Cambio de Color en la variedad Essandre

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	4	2.72	0.68	3.23
Error	45	9.70	0.21	
Total	49	12.42		

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable cambio de color en la variedad Viviane

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	4	7	0.25	1.66
Error	45	7	0.15	
Total	49	8		

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable cambio de color en la variedad Ebony

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	4	1.12	0.28	1.64
Error	45	8.00	0.17	
Total	49	9.12		

Donde:

F.V. = factor de variación.

G.L. = grados de libertad.

S.C. = suma de cuadrados.

C.M. = cuadrado medio.

F = prueba de Fisher

P = probabilidad

Anexo siete

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable marchitez en la variedad Essandre

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	4	16.22	4.05	5.19
Error	45	35.44	0.78	
Total	49	51.62		

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable marchitez en la variedad Viviane

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	4	7.52	1.88	1.46
Error	45	58.00	1.28	
Total	49	65.52		

Análisis de varianza con $\alpha=0.05$ para la variable marchitez en la variedad Ebony

VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	4	3.92	0.98	1.46
Error	45	30.40	0.67	
Total	49	34.32		

Donde:

F.V. = factor de variación.

G.L. = grados de libertad.

S.C. = suma de cuadrados.

C.M. = cuadrado medio.

F = prueba de Fisher

P = probabilidad

Comparación de medias de Tuckey con $\alpha=0.05$ para la variable marchitez en la variedad Essandre.

Tratamientos	Media	
1	10	A
2	10	A
3	5	B
4	5	B
5	5	B

Nota: las medias que tienen la misma letra no son significativamente diferentes