

FALLA DE ORIGEN

2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"EL NITRATO DE PLATA COMO INHIBIDOR DE
ETILENO PARA PROLONGAR LA VIDA EN FLORERO
DE Rosa hybrida cv. Vega"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO-AGRICOLA
P R E S E N T A N :
ANA MARIA ACOSTA TORIZ
SANTIAGO ORTIZ FLORES

ASESOR: ING. HILDA CARINA GOMEZ VILLAR

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1995



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 está 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.

FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de tesis: "El nitrato de plata como inhibidor de etileno para prolongar la vida en florero de Rosa híbrida cv. Vega."

que presenta la pasante: Ana María Acosta Toriz
con número de cuenta: 8316370-2 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.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 1 de Junio de 1995.

PRESIDENTE M.en C. Ofelia Grajales Muñoz

VOCAL Ing. Hilda Carina Gómez Villar

SECRETARIO Biol. Abel Bonfil Campos

1er. SUPLENTE Ing. Roberto Guerrero Agama

2do. SUPLENTE Ing. Manuel Chávez Bravo

Julia S. M. 12-05-95
Hilda Carina Gómez Villar
Abel Bonfil Campos
Roberto Guerrero Agama
Manuel Chávez Bravo

FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAINE KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'Ns: Ing. Rafael Rodriguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de tesis: "El nitrato de plata como inhibidor de etileno para prolongar la vida en florero de Rose hybrida cv. Jugo".

que presenta el pasante: Santiago Ortiz Flores
con número de cuentas 8206954-6 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola.

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

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautilán Izcalli, Edo. de Méx., a 1 de Junio de 1995

PRESIDENTE	<u>Ing. Rafael Rodriguez Ceballos</u>	<u>Jefe de</u> <u>12-V-95</u>
VOCAL	<u>Ing. Hilario Ceballos Ceballos</u>	<u>Hilario Ceballos Ceballos</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Abelardo Torres Torres</u>	<u>Abelardo Torres Torres</u>
1er. SUPLENTE	<u>Ing. Roberto Guerrero Aguilar</u>	<u>Roberto Guerrero Aguilar</u>
2do. SUPLENTE	<u>Ing. Manuel Sánchez Torres</u>	<u>Manuel Sánchez Torres</u>

**Nuestro agradecimiento a todas aquellas personas
que directa o indirectamente han hecho posible
nuestro propósito al brindarnos su apoyo.**

Especialmente a los profesores:

Ing. Hilda Carina Gómez Villar

M. en C. Ofelia Grajales Muñiz

Biol. Abel Bonfil Campos

Ing. Roberto Guerrero Agama

Ing. Manuel Chávez Bravo

Ing. Juan Garibay Bermúdez

**A Jorge Zarate Estrada, ya que sin su valiosa ayuda
paciencia, trabajo, comentarios y asesoría, este trabajo no
no sería igual.**

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	Titulo	pág.
Tabla 1.	Comparación general entre fotosíntesis y respiración en plantas	6
Tabla 2.	Efecto de 0.5 ppm de etileno en la apertura floral de diferentes variedades de rosa mantenidas a 22°C	27
Tabla 3.	Tratamientos	47
Tabla 4.	Diseño experimental	49
Tabla 5.	Análisis de varianza (variable peso)	50
Tabla 6.	Análisis de varianza (variable días en florero) ..	51
Tabla 7.	Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable días en florero (factor concentración)..	52
Tabla 8.	Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable días en florero (factor tiempo)	53
Figura 1.	Duración de días en florero	54
Figura 2.	Eventos metabólicos desencadenados durante la senectud y la acción del AgNO ₃ (Efectos temprano y tardío)	57
Figura 3.	Comportamiento de diferentes tiempos de inmersión en AgNO ₃	58

I N D I C E

	Pág.
I.- Introducción	1
II.- Objetivos	3
III.- Hipótesis	3
IV.- Revisión bibliográfica	4
4.1. Importancia del cultivo de la rosa.....	4
4.2. Principales estados productores	5
4.3. Variedad Vega	5
4.4. Procesos metabólicos en productos cosechados .	6
4.4.1. Respiración	8
4.4.2. Vías de la respiración	8
4.5. Procesos metabólicos secundarios	10
4.6. Factores que afectan la vida de postcosecha de la flor cortada	11
4.6.1. Factores de precosecha	11
4.6.2. Factores de cosecha	17

4.6.3. Factores de postcosecha	19
4.7. Taponamiento vascular	20
4.8. Senescencia de la flor cortada	21
4.9. Etileno	25
4.9.1. Propiedades	26
4.9.2. Su papel en la maduración	28
4.9.3. Bioquímica	29
4.9.4. Regulación de la biogénesis	33
4.9.5. Mecanismos de acción	33
4.9.6. Transporte	35
4.9.7. Efectos en las plantas	36
4.9.8. Inhibidores	37
4.10. Preservadores florales	41
4.11. Suministro de carbohidratos	42
4.12. Calidad de agua	43
V.- Materiales y métodos	45
5.1. Diseño experimental	48
5.2. Variables de estudio	49

5.2.1. Peso (inicial-final)	49
5.2.2. Días de vida en florero.....	49
VI.- Resultados.....	50
6.1. Variable peso	50
6.2. Variable días de florero.....	51
VII.- Conclusiones	60
VIII.- Recomendaciones	61
IX.- Bibliografía	62

I. INTRODUCCION

La importancia de la floricultura en México se ha incrementado en los últimos años, esto se ha visualizado en los análisis hechos sobre el sector agroindustrial, que ubica a los cultivos ornamentales, con el potencial para llenar necesidades básicas del país, como son; generación de empleos en el medio rural y generación de divisas para la economía nacional (FIRA, 1989).

Debido ha esto surge la necesidad de realizar estudios en este campo principalmente en las especies de mayor comercialización, como son el clavel (*Dianthus caryophyllus*), gladiola (*Gladiola sp*) y rosa (*Rosa sp*).

El manejo, almacenaje y mercadeo de plantas o partes de éstas es una de las mayores preocupaciones de las sociedades humanas. Existe una gran diversidad de plantas perecedoras o partes de éstas con propósitos decorativos. Un problema mayor con el manejo de material perecedero es mantenerlo en condiciones apropiadas para la venta, por eso, es necesario conocer no solamente la naturaleza de la planta, sino también la tecnología y aspectos económicos asociados con la venta al consumidor. Desafortunadamente, muchas de las plantas cosechadas nunca alcanzan un punto máximo de utilización, debido al deterioro por senescencia, respuestas de stress, actividad patógena o daño mecánico (Kays, 1991).

Los estudios hasta ahora realizados para rosa, van encaminados a solucionar dificultades en la producción, específicamente en propagación, plagas, enfermedades, densidad de siembra, fertilización, etc. Sin embargo, poco se ha hecho con respecto a los problemas de postcosecha, considerando que un 20% aproximadamente de las flores de corte se pierde debido a un mal manejo tornándose inaceptables para el comercio a causa de una manipulación inadecuada, por ello, consideramos importante

conocer los factores que intervienen en el decremento de la vida de florero de *Rosa hybrida* cv. Vega.

Los trabajos de investigación que se llevan a cabo en México respecto a postcosecha en rosa, se han enfocado principalmente en preservadores florales. Lara en 1994 evalúa diferentes tipos de azúcares en un preservador floral.

En cuanto a los factores que intervienen en la senescencia de flores, el caso específico de la acción y síntesis del etileno ha sido poco estudiado en México y su publicación poco difundida, a pesar del problema que tienen los productores con la sensibilidad de la rosa a éste gas, que altera las funciones metabólicas y hormonales de las células de la flor, además de influir en la permeabilidad de las paredes celulares lo que trae como consecuencia efectos indeseables como: marchitez, apertura prematura de botones y finalmente la muerte de la flor, es precisamente por ello, que este trabajo surge como una inquietud de estudiar el efecto que tiene el etileno en la senescencia de la flor de corte *Rosa hybrida* cv. Vega y tiene como objetivo principal, evaluar el uso de nitrato de plata (AgNO_3) como inhibidor de la acción y síntesis del etileno y como consecuencia contribuir a prolongar la vida de florero.

Si bien, el papel del etileno en la vida de postcosecha de rosas de corte aun no es claro, se tienen investigaciones que aseguran que el etileno causa en las flores (rosa) apertura prematura o caída de los pétalos (Reid *et al*, 1989) (ver tabla 2).

Considerando que Lara en 1994 logró prolongar la vida en florero de *Rosa hybrida* cv. Vega por un lapso de 17 días utilizando miel de abeja como suministro de carbohidratos y manteniendo un pH de 3.5, se tomó esto como una base, utilizando también una concentración de 1% de miel y un pH de 3.5, para el presente trabajo.

II. OBJETIVOS:

-Evaluar los efectos de nitrato de plata como pretratamiento para prolongar la vida en florero de *Rosa hybrida* cv. Vega.

-Evaluar un pretratamiento de nitrato de plata como preservador floral en combinación con miel de abeja.

III. HIPOTESIS:

El uso de nitrato de plata inhibirá la síntesis y acción del etileno en la senescencia de la flor y como respuesta tendremos el incremento en la vida en florero de *Rosa hybrida* cv. Vega.

IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

4.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA ROSA

Cada vez más el sector social está tomando la producción de flores como una prioridad, por lo cual, los gobiernos de algunos estados con potencial florícola, han desarrollado programas de fomento de esta actividad en sus respectivas entidades.

En los últimos años, el reto nacional se centra en los negocios rentables en forma financiera y en oportunidades de mercado externo. Desde el punto de vista de mercadotecnia, la industria de las flores posee ambas características, y cada vez el interés de este negocio está en crecimiento (FIRA,1989).

Esto se ha visualizado en los análisis hechos sobre el sector agroindustrial que indica la categoría de productos no básicos rentables:

- Frutas frescas
- Frutas y verduras procesadas
- Flores de corte
- Pescados y mariscos

De estas posibilidades, las flores de corte se distinguen por ser un producto alejado de la intervención oficial, no estando comprendido dentro de los productos estratégicos de la alimentación del pueblo mexicano, tratándose de un producto de uso suntuario que diversifica el sector agropecuario con potencial para llenar necesidades básicas como son:

- Generación de empleo en el medio rural y,
- Generación de divisas para la economía nacional.

Actualmente se estima que la floricultura nacional cuenta aproximadamente con 7,000 ha. de cultivo de flores, follajes y otros productos de la horticultura ornamental.

Dentro de la floricultura, el rosal está considerado como una de las cinco especies más importantes en la producción de flor cortada, entre las cuales se encuentra el clavel, orquídeas, gladiolas, crisantemos (Lara, 1994).

Los productores han abandonado los cultivos de baja densidad económica como los claveles y crisantemos sosteniendo los de mayor valor unitario como las rosas y pompones, aunque la tendencia para estos últimos también muestra un descenso pronunciado de la demanda (FIRA, 1989).

4.2. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES

A nivel nacional, el cultivo del rosal bajo cubierta se concentra por orden de importancia en los estados de México, Morelos, Michoacán, Puebla, Hidalgo y Baja California Norte, la mayor concentración se encuentra en Villa Guerrero y Tenancingo Estado de México, con el 80% aproximadamente de la producción de flor cortada en la República Mexicana (Lara, 1994).

4.3. VARIEDAD VEGA

Origen holandés, color rojo, porte alto, longitud de tallo mayor de 60 cm. y el resto es menor a la media base. Producción por metro cuadrado de 110 a 120 tallos florales anuales. Productividad de 5 a 6 años. Es una de las variedades más cultivadas para el color rojo. (Stokman, R. b. v. 1992; citado por Lara, 1994).

4.4. PROCESOS METABOLICOS EN PRODUCTOS COSECHADOS

El metabolismo representa el todo de muchas actividades químicas que ocurren dentro de las células. Muchos componentes específicos del metabolismo, especialmente aquellos que son útiles (benéficos) o dañinos para la calidad de los productos cosechados, son los de mayor interés para los fisiólogos de postcosecha.

Tabla 1. Comparación general entre fotosíntesis y respiración en plantas

	Fotosíntesis	Respiración
Función	Adquisición de energía	Utilización de la energía, y formación de esqueletos de carbono
Localización en las células	Cloroplastos	Mitocondria y citoplasma
Papel de la luz	Esencial	No está involucrado
Sustratos	CO ₂ , H ₂ O, Luz	Carbono almacenado, O ₂
Propósito de los productos	O ₂ , Carbono almacenado	CO ₂ , H ₂ O, Energía
Efecto total	Incremento en el peso	Disminución del peso de la planta o parte de ésta
Reacción general	$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{energía}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ <p style="text-align: center;">Cloroplastos</p>	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{energía}$ <p style="text-align: center;">mitocondria</p>

Fuente: Kays, 1991.

La fotosíntesis y la respiración siempre han sido vistas como fuerzas opuestas.

Desde el punto de vista de la adquisición de carbono, alojamiento y almacenamiento, existe dentro de las plantas un alto grado de especialización en su función en cada uno de sus órganos. Las hojas por ejemplo, fotosintetizan pero raramente actúan como almacén de fotosintatos. Los peciolos y tallos transportan el carbono fijado pero tienen un potencial fotosintético limitado y cuando son utilizados para almacenamiento frecuentemente actúan como alcantarilla.

Las flores, raíces, tubérculos, y otros órganos y tejidos también tienen papeles relativamente específicos con respecto a la adquisición de carbono. Mientras que están unidos a la planta, muchos de éstos órganos distribuyen la energía requerida para llevar a cabo la fotosíntesis en las hojas. Debido a ello existe una interdependencia entre las plantas intactas y cada uno de sus órganos. Separando estos órganos de la planta se rompe ésta interdependencia y de este modo se influye sobre el comportamiento de postcosecha, por ejemplo, la separación de hojas, cuya función primaria es fijar bióxido de carbono más que almacenarlo, además la fotosíntesis termina o marcadamente se restringe. De este modo, las hojas tienen pocas reservas limitando así su propia manutención. Por otra los órganos de almacén, si maduran suficientemente, tendrán carbono almacenado que puede ser reciclado para su propia manutención y en reacciones sintéticas.

En contraste con este alto grado de especialización entre los órganos y la adquisición de energía, vemos que la respiración ocurre en todas las células vivas y es esencial para el mantenimiento de la vida y los productos después de la cosecha (Kays, 1991).

4.4.1. Respiración

La respiración es el proceso principal en células vivas que regula la liberación de energía a través del rompimiento de los componentes de carbono y la formación de cadenas necesarias para el mantenimiento y la síntesis de reacciones después de la cosecha. Desde el punto de vista de postcosecha, la tasa de respiración es importante debido a estos efectos principales; sin embargo, la tasa de respiración también da una indicación de todo el metabolismo de la planta. Todo cambio que ocurre después de la cosecha es importante, especialmente aquellos que influyen directamente en la calidad del producto.

Existen dos tipos de procesos en las plantas, aquellos que ocurren sin importar la presencia o ausencia de luz (respiración oscura) y aquellos que ocurren sólo con la presencia de luz (fotorespiración) (Kays, 1991).

4.4.2. Vías de la respiración oscura

Las células vivas de plantas ya cosechadas respiran continuamente, utilizando reservas almacenadas y oxígeno del ambiente además de liberar CO_2 . La habilidad para respirar es un componente esencial de los procesos metabólicos que ocurren en las plantas cosechadas aún vivas. La ausencia de respiración es la mayor distinción entre las plantas procesadas y las aún vivas. La respiración es el término usado para representar una serie de reacciones de óxido-reducción en donde una gran variedad de sustratos encontrados dentro de las células son oxidados a CO_2 , al mismo tiempo, el oxígeno absorbido de la atmósfera es reducido para formar agua. La oxidación de la glucosa se expresa a continuación:



Glucosa	Oxígeno	Bióxido de carbono	Agua	Energía
---------	---------	-----------------------	------	---------

Fuente: Kays, 1991.

Los productos de ésta reacción son bióxido de carbono, agua y lo más importante; energía, la cual es requerida para procesos esenciales dentro de la célula. Mucha de la energía generada en la respiración de los productos cosechados se pierde como calor, no obstante, cantidades significativas son retenidas por la célula en forma química, que pueden ser utilizadas para sus procesos esenciales. De hecho la respiración es mucho mas compleja de lo que nos representa la reacción general. Los ácidos glicólico y tricarbóxico, además de fosfato pentosa y el sistema de vías del citocromo están involucrados en el rompimiento de los sustratos comunes utilizados por la celulosa. Frecuentemente durante el proceso de oxidación del sustrato la conversión a CO₂ no es completa y los intermediarios formados son utilizados por las células en las síntesis de reacciones para la formación de aminoácidos, nucleótidos, lípidos y compuestos saborizantes. Durante el crecimiento de la planta, un gran porcentaje de carbono fijado durante la fotosíntesis es desviado a reacciones sintéticas. Por lo tanto durante el crecimiento, sustratos comunes así como la hexosa, frecuentemente no son oxidados a CO₂, sino solamente pasan a formar parte del sistema de respiración, produciendo esqueletos de carbono. Debido a que estos compuestos también requieren energía derivada de las fases de respiración, una parte de carbono fijado fotosintéticamente es utilizado para éste propósito. De este modo es alcanzado un balance entre la disponibilidad del sustrato respiratorio y la demanda para la producción de energía y armazones de carbono. Así ni la disponibilidad ni la demanda son estáticos; el sistema está continuamente cambiando éste balance durante el día y el ciclo de desarrollo de la planta (Kays, 1991).

En la cosecha, la relación entre la adquisición de carbono y su utilización es radicalmente cambiada cuando una parte de la planta es separada de ésta, interrumpiendo el suministro de carbono abastecido por la fotosíntesis. Por lo tanto un nuevo balance debe ser alcanzado; la energía y esqueletos de carbono deben ahora venir de fuentes ya existentes dentro de los tejidos de la planta separada. Las partes de plantas que funcionan como órganos de almacenaje de carbono (semillas, raíces, tubérculos, etc.) pueden utilizarlo en la vía respiratoria por un período largo. Los órganos tales como las hojas o flores que no funcionan como almacén de carbono tienen muy pocas reservas y en consecuencia el balance entre el abastecimiento y la demanda se mueven a un equilibrio dinámico (Kays, 1991).

4.5. PROCESOS METABOLICOS SECUNDARIOS

La síntesis y degradación de carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas, lípidos, pigmentos, compuestos aromáticos, fenoles, vitaminas, y fitohormonas están clasificados como procesos secundarios (secundarios a la respiración y fotosíntesis), aunque la distinción es un poco arbitraria.

El metabolismo de la mayoría de estos productos es absolutamente esencial tanto en la vida de precosecha como en la vida de postcosecha del producto. Durante el período de postcosecha, se llevan a cabo síntesis de muchos componentes y la degradación de otros componentes que proveen energía y precursores para otras reacciones sintéticas. Muchos de estos cambios ocurren después de la cosecha, sin embargo, no son deseables. Debido a esto el hombre se esfuerza para almacenar productos de manera que se minimicen los cambios indeseables (Kays, 1991).

4.6. FACTORES QUE AFECTAN LA VIDA DE POSTCOSECHA DE LA FLOR CORTADA.

Las plantas al igual que las flores cortadas presentan una característica en común: una flor cortada es aun un espécimen viviente. Por lo que la conservación de estas ofrece dificultades notables, ya que poseen un alta actividad metabólica, presentando fenómenos idénticos a los de la planta entera, ya que no siguen recibiendo nutrientes para su metabolismo; sino que sólo depende de sus reservas alimenticias. (Ordóñez, 1990).

La longevidad de las flores es afectada no sólo por el balance de agua y el suministro de carbohidratos. En estudios hechos en rosas (Mayak y Halevy, 1970; citados por López, 1981) encontraron que por lo menos tres hormonas participan en el control de senescencia de los pétalos; citocininas, que se asocian con la disminución del envejecimiento, mientras que el ácido abscísico y el etileno promueven la senescencia. Por lo que para incrementar la longevidad de las flores estas deberán recibir tratamientos con agentes antisenescentes.

Al igual que las frutas y hortalizas, la vida de postcosecha de las flores se ve afectada por los diferentes factores ambientales y culturales que prevalecieron durante su desarrollo.

4.6.1. Factores de precosecha.

El resumen final del crecimiento de una flor es la fabricación de fotoasimilados. Si la luz, temperatura, nutrientes, agua, se aportan al nivel óptimo, los azúcares y otras reservas tendrán un nivel máximo y será de esperar una larga vida de la flor (López, 1981).

Por otra parte, las plagas y enfermedades también tienen un efecto muy marcado en la longevidad de las flores.

Luz

Las plantas no sólo son una máquina que sigue la energía solar, sino una estructura tan compleja que está particularmente determinada por la cantidad y calidad de la energía radiante que ésta recibe. Una plántula que crece en la obscuridad es dramáticamente alterada por la absorción, incluso de poca cantidad de luz; la velocidad, dirección de la hoja y el crecimiento del tallo son modificados, el cuello de la plúmula se endereza, se desarrollan bellos en la epidermis, y la pigmentación de hojas y tallos, además de muchos aspectos de la anatomía de la plantula son afectados.

Durante la floración y fructificación, la planta depende del factor luz en su totalidad. Finalmente, la caída de las hojas, el principio de la dormancia en botones y semillas, y el fenómeno de la senescencia son manifestaciones de la luz y la sincronización de señales previamente recibidas (Galston, 1980).

La luz no solo influye en la producción floral sino también en la función clorofílica o síntesis que se realiza en las hojas, y de manera muy notable en la formación del aroma y coloración de los pétalos florales.

Después de la humedad y calor, el factor luz puede considerarse como el más importante para el desarrollo de las plantas, y muy especialmente el rosal. (Juscafresca, 1979).

La fotosíntesis, proceso por el cual las plantas capturan la energía de la luz y la convierten en energía química no es comúnmente considerado como significativo en los procesos metabólicos de postcosecha. No cabe duda del hecho de que muchos

de estos productos tradicionalmente asociados con la fisiología de postcosecha contienen pocos cloroplastos y son usualmente almacenados en la oscuridad. Sin embargo, muchos productos tienen el potencial de fotosintetizar y muchos aunque no todos pueden dar beneficios aun después de ser removidos del área de producción. Estos productos se pueden dividir en dos grupos:

1) Plantas intactas tales como ornamentales, hojas y cultivo de tejidos.

2) Partes de plantas separadas de éstas, tales como manzanas verdes, renuevos, hojas y flores.

Por eso muchos de estos últimos productos dependen sustancialmente de las reservas almacenadas en sus tejidos (Kays, 1991).

La intensidad es muy importante, un cultivo que crece bajo vidrios sucios o durante un período de luz muy pobre, tendrá un nivel bajo de carbohidratos, esto es debido a que la intensidad luz es el factor determinante para que se lleve a cabo la fotosíntesis.

Cuando hay poca reserva de carbohidratos estos se consumen muy rápidamente en el proceso de respiración. Se debe tener en cuenta que la respiración no cesa al cortarse la flor, de ahí la importancia de proporcionar un adecuado manejo antes de la cosecha. Además de que la fotosíntesis se reduce considerablemente a causa de la poca luz que pueda existir en el lugar de almacenamiento de la flor, desencadenándose los eventos metabólicos que conducen a la senescencia (Ordóñez, 1990).

Temperatura.

Los efectos de la luz son difíciles de separar de los de temperatura. Una temperatura demasiado alta aumenta la velocidad de respiración, con lo que disminuyen los niveles de azúcares y la vida de la flor se acorta. Así, las flores en verano duran menos que en invierno, porque aunque posean más azúcares, estos se consumen antes. (López, 1981).

La temperatura y la intensidad de la luz afectan el color de los pétalos de algunas flores. La combinación anormal de éstas (Altas o bajas), provocan palidez o tonalidades oscuras en el producto que demerita su calidad.

Los procesos vitales de la asimilación de la planta se inicia a partir de una temperatura superior a los 0°C, acelerándose al alcanzar los 15°C, siendo su punto óptimo entre los 30 y 35 grados, para cesar al sobrepasar los 45°C (Juscafresca, 1979).

A temperaturas bajas se registra en los rosales un cierto retraso vegetativo respecto a las temperaturas elevadas, si éstas se manifiestan estáticas o permanentes; no obstante, en aquellos climas y microclimas donde en invierno y verano se registran temperaturas extremas, aquel retraso vegetativo a veces es fácilmente recuperado y la floración más retardada pero de una mayor resistencia y colorido que en los climas más templados o de temperaturas ardientes (Juscafresca, 1979).

Nutrientes.

López, 1981, citando a diversos autores reporta que siempre que los nutrientes estén en un rango óptimo tendrán poco efecto sobre la vida posterior de la flor. Pero si ocurre una deficiencia o exceso, la vida de la flor se ve disminuida.

Una deficiencia de potasio acorta la longevidad, por el contrario un exceso de potasio aumenta la tendencia hacia el azulamiento de las variedades rojas, aunque reduce los dobleces de cuello; una deficiencia de calcio impide una apertura normal.

Una deficiencia o aumento de boro reduce también la vida de la flor.

Una fertilización elevada de nitrógeno, en el crisantemo, produce flores débiles y de corta duración en florero. De la misma manera los suelos con deficiencia de este elemento causan lignificación en los tallos lo que se denota en una disminución de la absorción de agua. (Ordoñez, 1990).

Los suelos con alta concentración de sales tienen efectos indeseables en la vida de postcosecha.

Plagas y enfermedades.

Hay muchas plagas de las plantas y trastornos fisiológicos reportados en las rosas de invernadero; El ácaro rojo de dos lunares (*Tetranychus urticae*) es la plaga más seria de la rosa de invernadero, comúnmente conocida como araña roja, las encontradas en los invernaderos son de color verde con dos puntos distintivos negros. El ciclo de vida de estos ácaros bajo invernadero es de 12 a 14 días. Las hojas infestadas muestran áreas manchadas, finalmente la hoja se vuelve café amarillenta. Una infestación severa muestra una caída del follaje.

Afidos o pulgones, al menos tres especies atacan a las rosas bajo techo. Son de color verde y miden de 4 a 5mm, dañan a la hoja al deformarla al igual que a los pétalos.

Trips, se introducen a los botones florales en etapa cerrada alimentándose de las orillas de los pétalos, causándoles deformación y un color café.

Los insectos enrolladores de la hoja son de varias especies, las larvas trepan a las hojas y se alimentan de estas.

Algunas infecciones de barrenadores ocurren a finales de la primavera, al ser depositados los huevecillos en los tallos estos eclosionan y posteriormente la larva barrena un túnel en el centro del tallo hacia el ápice de crecimiento.

Las enfermedades más comunes de rosal son las de origen fungoso que atacan el tallo y follaje de la planta, por ello resulta importante mantener condiciones apropiadas en el medio ambiente en el invernadero.

Dentro de las enfermedades fungosas que atacan el cultivo de la rosa se encuentra cenicillas o mildiú polvoriento (*Sphaerotheca pannosa*), moho gris o botrytis (*Botrytis cinerea*), roya (*Phragmidium disciflorum*), mancha negra (*Diplocarpo rosae*).

Existen también algunos cánceres, causando manchas de color café de centro más oscuro o gris en los tallos, con frecuencia en madera vieja. A medida que el tejido muere aparecen estructuras negras productoras de esporas.

Hay varios virus que inducen diseños de una figura definida en las hojas y distorsionan el crecimiento foliar tanto como el desarrollo del tallo. No hay curación una vez que la enfermedad está en la planta.

Los nemátodos reducen el crecimiento en las plantaciones de rosal. El nemátodo agallador es el más evidente.

La presencia de microorganismos en el suelo o en la planta tiene un efecto muy marcado en la vida de la flor. Algunos hongos al penetrar en el sistema vascular de la planta, producen toxinas que cierran los vasos capilares e impiden la absorción de agua, disminuyendo la vida de la flor.

Enfermedades en hojas tales como el oidio, botrytis, etc. incrementan la producción de etileno acortando la longevidad de la flor (López, 1981).

Cuando se cortan las flores con ligeras manchas provocadas por el hongo botrytis, y al ser transportado en un empaque que permita el incremento de temperatura y reduzca la pérdida de humedad relativa, estas pueden llegar al sitio de demanda, con la enfermedad avanzada, lo que disminuye su valor decorativo y por consiguiente la preferencia del consumidor.

Existen plagas de las plantas que provocan trastornos fisiológicos como el decrecimiento en la actividad fotosintética ya que una infestación severa de araña roja por ejemplo resulta en una caída prematura de las hojas. (Lara, 1994).

4.6.2. Factores de cosecha.

El estado de desarrollo en el cual se corta una rosa tiene importancia capital en la longevidad de la flor y en la satisfacción del consumidor. Si se cosecha la flor muy prematuramente pueden resultar en cuellos doblados. Esto se presenta, cuando un tallo no transmite suficiente agua para mantener a la flor y al tallo inmediatamente abajo en condiciones de turgencia. Las flores a las que se les permite madurar excesivamente antes de la cosecha, reducen su vida de florero (Larson 1988; citado por Lara, 1994).

El momento de la cosecha en una determinada etapa de desarrollo, depende del tipo de flor, ya que en el caso de crisantemo, clavel, etc., son flores que después del corte abren en forma lenta mientras que otras flores como la rosa, gladiola, e iris, evolucionan hasta su total apertura y por consiguiente permiten el poder cortarlas en un estado de desarrollo mas próximo al botón (Ordoñez, 1990).

Las variedades de rosa con gran número de pétalos (Visa y Red Success) requieren cortes en estados más avanzados que las que poseen pocos pétalos (Alfa y Meinanstur). Una flor cortada prematuramente posee una vida de un 36% más corta. La marchitez del cuello también se incrementa. (López, 1981).

El corte se debe hacer a 10cm. por arriba del nivel del suelo, dado que si se realiza por debajo de este nivel, los tallos son mas leñosos conforme se acerca al substrato y como consecuencia se reduce la absorción de agua o bien de la solución aplicada para la apertura de la flor. Al momento de corte, a los tallos se les debe eliminar el follaje de la parte basal.

La práctica más común es cortar la rosa sobre las primeras cinco hojas del tallo nuevo. Esto asegura que haya otras rosas en siete semanas (42 a 45 días) después del corte. El corte debe practicarse dos veces al día para asegurarse que no quede ninguna flor olvidada que florece en la planta y de preferencia a la misma hora.

En general el corte de las flores se debe hacer de tal manera que estas sufran el menor daño mecánico, debido a que estas pueden permitir la entrada de microorganismos patógenos los cuales se pueden desarrollar en el almacenamiento, transporte, y florero. La recolección de los tallos con flor ha de realizarse con ayuda de instrumentos filosos, de tal manera que se haga de un solo golpe, ya que si se ejerce presión a los vasos del xilema la absorción del agua y la vida de postcosecha será reducida. (Ordoñez, 1990).

4.6.3. Factores de postcosecha.

El agua es un constituyente del citoplasma celular, y a veces puede alcanzar hasta el 95% o más del peso total. Cuando el citoplasma se deshidrata deja de ser activo, y por debajo de cierto contenido hídrico muere. Esto es debido a que casi todas las macromoléculas (carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos) están hidratadas en su estado natural y si se elimina el agua se ven afectadas en sus propiedades físico-químicas y por ende sus funciones.

Gran cantidad de agua en las plantas se encuentra en las vacuolas dentro del citoplasma, donde es responsable del mantenimiento de la rigidez (turgencia) de las células, y por lo tanto, de la planta como un todo (Grajales, 1985). Debido a ello, el tratamiento que se les dé a las flores inmediatamente después del corte tiene un profundo efecto sobre la vida posterior. López en 1981 citando a Parvin y Krone demuestran que las flores cortadas en su momento óptimo de desarrollo deben ser colocadas en agua caliente (37°C) limpia y con algún preservativo. El propósito es influir sobre el potencial hídrico, ya que al aumentar la temperatura, aumenta la energía interna de las moléculas, y por lo tanto aumenta la energía libre, incrementando la facilidad del agua para entrar al tallo. Esto se puede explicar ya que el agua se mueve siguiendo siempre un gradiente de potenciales hídricos desde el suelo hasta la atmósfera, atravesando los diferentes órganos de la planta.

Por otra parte deben ser mantenidas a 1.6-2.5°C durante 12 horas, por lo menos, antes del envío. Si las rosas se marchitan antes de meterlas en agua, la vida posterior disminuye gradualmente.

La calidad de la flor es uno de los principales aspectos que repercuten en el mercado y se basa en su apariencia, presentación y vida de florero.

El agua es un elemento necesario para todo organismo vivo, y el suministro regular de agua de buena calidad durante el almacenamiento y comercialización, es esencial.

La flor cortada, principalmente aquella cuyo tallo sostiene aún las hojas, pierde agua rápidamente. Es aconsejable mantener una humedad relativa alrededor del 95% y una temperatura de 0 a 2°C para reducir las pérdidas de agua (Ordoñez, 1990).

4.7. TAPONAMIENTO VASCULAR.

Las rosas de corte frecuentemente presentan síntomas de marchitamiento así como doblamiento del cuello. Esto es debido a un potencial de agua bajo, el cual es considerado como una oclusión vascular. La naturaleza de la oclusión vascular en rosas de corte, aún no es clara. Entre las posibles causas mencionadas en la literatura están el aire contenido en el xilema (Durkin, 1980; citado por Van Doorn, *et al.*, 1989), microorganismos, y procesos fisiológicos en los tallos como una respuesta al corte. El corte generalmente da un incremento en la producción de etileno, y en *Ricinus communis* el etileno exógeno indujo el bloqueo vascular (Van Doorn *et al.*, 1989).

Algunos autores notan la presencia de tapones amorfos en los vasos de las rosas de corte, de 15 a 30 cm después de la superficie de corte. Estos tapones no presentan reacciones típicas de decoloramiento de las bacterias celulares, pero fueron encontrados principalmente carbohidratos. La formación de tales tapones vasculares pudo ser posiblemente inducido por el etileno, producido en la superficie de corte y por bacterias. Zagory y Reid (1986), encontraron que algunas bacterias del agua de florero produjeron etileno.

El bloqueo del flujo del agua pudo también ser debido a una capa impermeable la cual puede llegar a depositarse como una

respuesta del corte. Después de dos días del corte la cantidad de suberina se incrementó en la superficie de corte de tallos de geranio, y algunos tapones de suberina se encontraron en los vasos del xilema. La biosíntesis de monómeros de lignina y suberina es generalmente incrementada después del corte, y enzimas oxidativas están involucradas en los procesos de polimerización. Algunos autores sugieren que estos mecanismos tal vez sean importantes en el bloqueo vascular de rosas de corte (Van Doorn, et al. 1989).

El bloqueo vascular se supone que es parcialmente debido a la presencia de bacterias. Concentraciones externas de bacterias desarrollan obstrucción vascular (Van Doorn, et al., 1986).

La población inicial de bacterias encontradas pudieran ser importantes.

La composición de las especies detectadas principalmente son pseudomonas en agua de florero (Van Doorn, W.G. et al., 1986). Esto corresponde a la composición del agua de florero reportado por (Taplin y Mertz 1973, McClary y Layne 1977). Sin embargo, algunas especies pueden ser más efectivas induciendo el bloqueo que otras (Van Doorn, et al., 1986).

4.8. SENESCENCIA DE LA FLOR CORTADA

Una vez que las flores han sido retiradas de la planta el proceso de envejecimiento se incrementa mucho más que en condiciones normales (flor unida a la planta). Las flores al envejecer sufren una serie de cambios de los cuales los más evidentes son un descenso del peso fresco y un agotamiento de las sustancias de reserva, ya que la flor es incapaz de absorber agua con la misma velocidad a causa de la transpiración (López, 1981).

La senescencia puede ser considerada como la secuencia de

eventos metabólicos que culminan en la muerte celular. El desenvolvimiento de estos fenómenos tal vez es controlado por células individuales dentro de un tejido, durante los estados finales de diferenciación del xilema o sincrónicamente en todas las células, incluyendo cualquier órgano de la planta (flor, fruto, hoja) e incluso en plantas monocarpicas (Woolhouse, 1980; citado por Roberts, 1985).

La senescencia en muchos tejidos de plantas involucra un incremento en la permeabilidad de la membrana celular, a iones y moléculas pequeñas incluyendo el agua. En los pétalos de la flor esto conduce al marchitamiento, degradación de los pigmentos y por último el colapso y muerte de los pétalos. Una causa probable del incremento en la permeabilidad de la membrana es el cambio en las propiedades y arreglo de los lípidos de la membrana (Faragher, 1986).

La secuencia de los eventos durante la senescencia de los pétalos de rosa aparece como sigue de acuerdo a un estudio llevado a cabo en 1986 por Faragher, J.D:

(i) Cambios en las propiedades físicas de los lípidos de la membrana, un incremento en la temperatura en la fase de transición, formación de fase gel, y fase de separación y un incremento en la microviscosidad ocurrida durante los primeros estados de envejecimiento. Dos factores involucran las causas de estos cambios: acción del etileno y cambios en la composición de los lípidos neutrales de las membranas.

(ii) La producción del rango del etileno se incrementó en los pétalos. Esto posiblemente promueve más los cambios en las propiedades físicas de la membrana.

(iii) La permeabilidad de la membrana se incrementa como resultado de la formación de la fase lípida gel y la fase lípida de separación en las membranas. La función de las proteínas de la membrana dificultó el incremento de la microviscosidad.

(iv) El marchitamiento y decoloramiento de los pétalos llevó al fin de la longevidad de la flor.

La senescencia va ligada a graves variaciones en la permeabilidad de la membrana celular, que pierde la capacidad de mantener las concentraciones adecuadas de solutos en el citoplasma, provocando la salida incontrolada de éstas al medio y la pérdida del contenido acuoso de la célula.

Otro fenómeno común durante el envejecimiento de muchas flores es la decoloración de los pétalos. Hay varios tipos de pigmentos que contribuyen al color de las plantas; clorofila, carotenoides, flavonoides, y betalainos. El comportamiento de estos pigmentos varía mucho según las especies de plantas, en algunos casos no cambian durante la senescencia, o bien pueden disminuir y también aumentar.

Durante los períodos de cosecha y postcosecha muchos productos sufren cambios significativos en la composición de sus pigmentos. Estos cambios incluyen tanto la degradación de pigmentos existentes como la síntesis de nuevos pigmentos; en muchos casos, ambos procesos pueden ocurrir simultáneamente. Los cambios en la pigmentación en los productos son de mucha importancia, ya que dichos pigmentos son usados como un criterio para evaluar la calidad.

La degradación de pigmentos puede ser subdividida en dos clases generales: a) pigmentación perdida que beneficia a la calidad del producto y b) pigmentación perdida que es detrimental para el producto.

Muchos de los beneficios se centran alrededor de la degradación de la clorofila que conlleva a la síntesis de otros pigmentos o la liberación de pigmentos dentro de los tejidos. Un ejemplo sería la degradación de clorofila en naranjas en el cual se sintetizan carotenoides.

Las pérdidas detrimientales después de la cosecha pueden ser vistos en el decoloramiento de las flores. A nivel celular la senescencia parece estar controlada rígidamente aunque no se conocen los mecanismos de control. Las células senescentes sufren una reducción de su estructura y la mayoría de las inclusiones membranosas subcelulares se rompen (Kays, 1991).

Se ha sugerido que la vacuola actúa como un lisosoma, secretando enzimas hidrolíticas que digieren el material celular que ha dejado de ser necesario. Es evidente que ocurre algún tipo de destrucción del tonoplasto y las enzimas hidrolíticas se liberan del citoplasma. Sin embargo, la situación no es tan simple pues también se reduce la estructura interna de los cloroplastos y mitocondrias y parece que esto sucede antes que se rompan sus membranas externas. Por lo tanto, parece probable que se inicien procesos de degradación o se eliminen procesos de síntesis, tanto en los orgánulos como en las células. Posiblemente la misma señal que causa la senescencia en las células es percibida también en sus orgánulos provocando que lleguen a la senectud simultáneamente (Kays, 1991).

En estudios previos con flores de rosa, la senescencia ha sido evaluada en términos de longevidad de la flor, determinada por la apariencia de los signos visibles tales como azulamiento de los pétalos y su marchitez (Halevy y Mayak, 1979; citado por Barthe, 1991). Sin embargo, tales síntomas son el resultado final de varios procesos los cuales están relacionados. Estos son la última manifestación de los procesos que empiezan aún antes de la apertura total de la flor. El fenómeno de la senescencia inicia muy temprano (Trippi and Paulin, 1984; citado por Barthe, 1991) antes de que las diferencias sean visibles. Esto está marcado por un incremento en la actividad de algunas enzimas hidrolíticas que inducen a la hidrólisis de los componentes de la célula y una caída en el nivel de proteínas y complejo de moléculas.

Otro fenómeno común durante el envejecimiento de muchas flores es la decoloración de los pétalos. Hay dos tipos principales de pigmentos que contribuyen al color de las flores; caratenoides secundarios y antocianinas.

Los cambios más notables durante el desarrollo y senescencia de la flor ocurren en los plastidios: Los cloroplastos verdes en pétalos jóvenes cambian a cloroplastos amarillos; características de la desaparición gradual de los tilacoides y del estroma (Cuellar, 1987; citado por Ordoñez, 1990).

El comportamiento de estos pigmentos varía según las especies de flores, en algunos casos no cambian durante la senescencia, o bien pueden disminuir y también aumentar. Por otro lado, el pH de la vacuola es el factor más importante que determina los cambios de color en los pétalos de senescencia (Colinas, 1989; citado por Ordoñez, 1990).

En contraste al punto de vista que se tenía antes sobre la senescencia como un simple colapso en la organización de la célula, ahora se conoce que la senescencia es inicialmente un paso estrictamente controlado, en el cual hay normalmente una secuencia de eventos bien ordenados, en los cuales, la acción y síntesis del etileno tiene un efecto marcado. La idea de ésta serie controlada de eventos es subrayada por el hecho de que la senescencia es un proceso activo, que requiere energía (Kays, 1991).

4.9. ETILENO

Antes de que el etileno fuera considerado como una hormona de las plantas, este era utilizado como un regulador de crecimiento. Un agricultor de piña en los Azores experimentando con gas en el invernadero para matar insectos, observó que las plantas florecían más tempranamente después de la fumigación.

Como resultado de esta observación el uso de gas para inducir la floración de piña en invernadero llegó a ser una práctica común en los Azores. Desde final del siglo, nuestro conocimiento de los efectos del etileno en el crecimiento y desarrollo de las plantas ha crecido rápidamente y ha sido extensamente documentado (Galston, 1989).

4.9.1. Propiedades

La lista de fenómenos regulados por el etileno incluye: Ruptura de la latencia, regulación de la turgencia, elongación, hipertrofia, epinastia, cierre de botones, inducción de raíces adventicias, inhibición de la expansión foliar, control de la inducción de la floración, maduración, abscisión y senescencia (Abeles, F.B; citado por Lugo, 1980).

Reid, 1989, sugiere que el etileno está involucrado en la vida de postcosecha de las flores de corte, debido a que concentraciones significativas de etileno son frecuentemente encontradas en los lugares de almacenaje. La siguiente tabla reporta un estudio de los efectos del etileno en la vida de postcosecha de algunas variedades de rosa de corte.

Tabla 2. Efecto de 0.5ppm de etileno en la apertura floral de diferentes variedades de rosa, mantenidas a 22°C.

Variedad Efectos del etileno en la apertura

Angel	Aceleración
Bettina	Abscisión, Aceleración
Candia	Aceleración
Capella	Abscisión
Cara mia	Aceleración
Celica	Distorsión
Cerisa	Aceleración
Chantilly lace	Inhibición
Coed	No afectó
Excitement	Aceleración
Gold rush	No afectó
Golden fantasy	Aceleración, Abscisión
Golden wave	Aceleración
Grace	No afectó
Jack frost	Aceleración, Distorsión
Lady Diana	No afectó
Lavande	Aceleración, Abscisión
Lovely Girl	Inhibición
Paul's pink	Aceleración
Privé	Abscisión
Royalty	Distorsión
Sonia	Abscisión
St. Louis	Inhibición, Abscisión
Sterling silver	Aceleración
Tobone	Aceleración, Abscisión
White success	Aceleración

Fuente: Reid, M.S. et al., 1989.

La implicación del etileno en la senescencia de las flores y la madurez de frutos, ha sido claramente demostrado tanto *in situ*, como en condiciones experimentales en flores removidas de la planta. El incremento en la producción de etileno es uno de los eventos más detectables, en muchos casos en la senescencia de flores y frutos, y el gas ha sido implicado tanto en la iniciación como en la aceleración de dichos procesos (Roberts, 1985).

4.9.2. Su papel en la maduración de frutas.

El etileno (hormona de la maduración) es un factor esencial en la secuencia de eventos que constituyen la maduración. Varias evidencias confirman este hecho: En muchos frutos se liberan grandes cantidades de etileno, que coinciden con el período en que tienen lugar los cambios bioquímicos asociados con la maduración inducida con etileno exógeno bioquímicamente igual a la que ocurre en forma natural, el etileno posee una alta especificidad como inductor en la maduración en comparación con otros hidrocarburos.

El papel que el etileno posee como inductor del climaterio se evidencia en la definición que se ha dado de este último: "Es un período en la ontogenia de ciertas frutas, en el que se inician cambios bioquímicos debidos al etileno producido en forma autocatalítica, que marca el cambio de desarrollo a senescencia, involucra un aumento de la respiración y conduce a la maduración".

La maduración conlleva a cambios internos que dan lugar a cambios externos observables antes, después o en el pico o máximo climatérico de respiración. Una vez que la fruta entra a esta fase crítica el proceso es irreversible, por lo cual no puede detenerse sólo retardarse por modificación de factores externos (temperatura, concentración de oxígeno, bióxido de carbono, etileno, etc.) (Lugo, 1980).

4.9.3. Bioquímica.

El reconocimiento del etileno sobre algunas respuestas fisiológicas data de 1901. Posteriormente se encontró que algunas variedades de fruta acumulaban concentraciones intracelulares de etileno lo suficientemente altas para estimular la maduración algunas horas antes de la elevación en la respiración climatérica. A partir de estos estudios se observó un resurgimiento en el interés sobre el etileno, como un constituyente de las plantas superiores, sin embargo, se observó que en algunos hongos principalmente el *Penicillium digitatum* también fue capaz de emanar etileno.

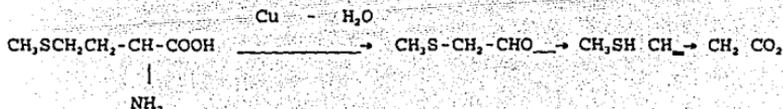
Una de las preguntas a resolver fue la determinación del sitio intracelular donde se efectúa la síntesis del etileno, por lo que se realizaron estudios directos sobre fracciones subcelulares así como indirectos con secciones de tejidos.

Al trabajar con secciones de tejido de manzana y pera, se observó que la producción de etileno podía ser suprimida por inmersión del tejido en agua o en soluciones hipotónicas, restableciéndose al trasferirlo a soluciones de alta tonacidad con sustancias no tóxicas a la respiración de tejido. De aquí se concluyó que la fuente de producción de etileno podía ser un organelo y se propuso a la mitocondria. Sin embargo, estudios posteriores con fracciones subcelulares indicaron que el sitio de biogénesis del etileno está localizado en el citoplasma en lugar de la mitocondria. Al estar preparando fracciones subcelulares por centrifugación, se mostró que fuerzas centrífugas mayores de 105 000 x g estimulaban la producción de etileno debido a la desintegración de las partículas citoplásmicas. En esta etapa de estudio se puede concluir que ninguno de los estudios a nivel celular han proporcionado una evidencia fuerte que favorezca a algún organelo como el sitio de biogénesis del etileno (Lugo, 1980).

Existen varias propuestas como rutas de biogénesis del etileno, dentro de las que se encuentran:

a) Ruta de la glucosa.- Durante el estudio de la ruta de biogénesis, se observó que al alimentar ^{14}C -glucosa tanto a tejidos de fruta como a cultivos de *Penicillium digitatum*, se presentó una rápida producción $^{14}\text{CO}_2$, seguida de una incorporación significativa de ^{14}C al etileno después de un ligero retraso y se determinó que los carbonos 2 del acetato, 2-3 piruvato y 2-3 del fumarato producían etileno en tejido de manzana por lo que se concluyó que la producción del etileno puede estar relacionada con el metabolismo de los ácidos en el ciclo de Krebs. Otra contribución en apoyo de esta ruta se obtuvo al observar que en ausencia de oxígeno, no hubo conversión del 2- ^{14}C -acetato a etileno, acumulándose una sustancia que es convertida rápidamente a etileno en presencia de oxígeno, se encontró que esta sustancia fue acetaldehído y no etanol (Ibid, 1974. Gibson, 1966, citados por Lugo, 1980).

b) Ruta de la metionina.- Durante el estudio del sistema modelo Cu ascorbato se obtuvo la producción del etileno a partir de la metionina como sustrato siendo el único hidrocarburo formado. Se determinó la formación de peróxido de hidrógeno como un intermediario de la reacción y que es necesario para que ocurra ésta a través de la degradación de Strecker, proponiéndose la siguiente secuencia de reacciones:



Usando ^{14}C -metionina se determinó que el etileno se forma a partir de los carbonos 3 y 4 de ésta.

Se observó que la rizobitoxina inhibe la conversión de la metionina a etileno, restableciéndose al añadir metionina. Se conoce que la rizobitoxina inhibe las reacciones en el que el fosfato pirodoxílico actúa como intermediario y puesto que la estructura de aquella es similar a la estructura de la metionina, se propuso al fosfato piridoxílico como un intermediario de la conversión de la metionina a etileno.

De aquí se concluyó que en lo concerniente al etileno en la maduración, la L- metionina probablemente es el precursor inmediato mas sobresaliente del etileno.

Gracias a la cromatografía de gases se ha podido estimar las cantidades de etileno presentes es algunos órganos vegetales y demostrar como varía la producción de etileno de una parte de la planta a otra, por ejemplo, las hojas jóvenes del algodón producen mucho más etileno que las hojas viejas. Otro órgano que parece producir mucho etileno es la flor, después de la polinización las flores de las orquídeas "Vanda" producen gran cantidad de etileno. Los frutos también producen etileno, pero en este caso la cantidad suele ser pequeña al principio y aumentar al ir madurando el fruto (Lugo, 1980).

La síntesis del etileno es fuertemente estimulada por las auxinas y se ha sugerido que muchos de los efectos de malformaciones de éstas, particularmente en la raíz, se deben realmente a la producción de etileno causada por el estímulo auxínico.

4.9.4. Regulación de la biogénesis

A partir de estos conocimientos se sugiere que el etileno puede generarse total o parcialmente por sistemas enzimáticos, regulándose la producción por la disponibilidad de sustratos y cofactores, por el estado redox de la molécula o por radiaciones. Además se sugirió la existencia de reguladores sobre la biogénesis al observar que la producción de etileno no fue inhibida parcialmente en aquellas frutas que permanecieron en el árbol (Lugo, 1980).

4.9.5. Mecanismos de acción

El mecanismo de acción del etileno en una multitud de efectos morfológicos sobre tejido vegetal así como la floración, abscisión e inducción de la maduración no han sido resueltos aún. Ciertamente se sabe poco acerca de la acción del etileno, y del hecho que el etileno se inhibe competitivamente por el CO_2 (otra molécula pequeña) y es más activo que cualquiera de sus homólogos en la serie de las olefinas.

El etileno tiene efectos sobre la síntesis de algunas enzimas y de ácidos nucleicos, pero algunos de sus efectos son tan rápidos que la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas no parecen estar implicadas.

Hay varios mecanismos posibles mediante los cuales el etileno puede estimular la germinación y brotación; por ejemplo, puede estimular el desplazamiento de enzimas hidrolíticas en los tejidos de almacenamiento; también es posible que el etileno producido durante el crecimiento de una yema, pueda servir para controlar la movilización de reservas alimenticias en los tejidos circundantes (Lugo, 1980).

Todavía no se conoce la función precisa que desempeña el etileno en el proceso de abscisión, debido en parte a que la fisiología de la abscisión resulta generalmente muy compleja. Quizá el etileno desempeñe una función importante en la transcripción y traducción del código genético del DNA al RNA a las proteínas y pueda incorporarse en el RNA al igual que algunas de las otras hormonas. Si es así, contribuiría también a la regulación de otros fenómenos del desarrollo, como son la floración, abscisión y maduración de los frutos (Kohli, *et al.*, 1974).

Sin embargo, el mecanismo de acción parece ser sobre las membranas celulares (plasmalema y membranas intracelulares, adhiriéndose a un receptor desconocido). Se ha propuesto el siguiente mecanismo: El etileno determina de modo no conocido la concentración de peroxidasas, las que, a su vez, aumentan la hidroxiprolina en la pared celular, produciendo ésta su elasticidad. Ultimamente se ha propuesto la existencia de una molécula receptora, el ACC (1-aminociclopropano), que desencadenaría una serie de reacciones y estaría sujeta a una rápida disociación.

Una de las consecuencias del proceso de mecanismo de acción del etileno sobre las membranas celulares consiste en que cierta enzima que destruye la clorofila penetra a los cloroplastos. La descomposición de la clorofila torna visibles los pigmentos rojo y/o amarillo presentes en las células del fruto, adoptando este color en la madurez. (Astudillo, *et al.* 1978).

Se ha intentado correlacionar el incremento de la producción de etileno con los cambios de la permeabilidad de la membrana ya que estos se tornan aparentes conforme progresa la maduración. Sin embargo, ha sido difícil establecer si en las primeras etapas, estos cambios son una causa o una consecuencia de la maduración. Se obtuvo evidencia de que el etileno puede afectar el movimiento de sustancias a través de la membrana, al tratar tejido vegetal con altas concentraciones de etileno, causando una

redistribución de lípidos, enzimas lipídicas y un cambio en el tejido de diferenciación. Concluyendo que el etileno causa la abscisión "in vivo" al inhibir la síntesis, transporte o el realce de las destrucciones de auxinas, sugiriendo que la acción fue sobre la pared celular, sin embargo, hacen datos concluyentes de este efecto (Lugo, 1980).

4.9.6. Transporte

Se cree que el etileno producido en el ápice de un brote puede difundirse hacia abajo. Quizás el etileno producido en la porción central se desplace hacia el exterior, en la misma dirección que la maduración de muchos frutos (del centro hacia afuera) estimulando la maduración de tejidos inmaduros (Kohli, et al., 1974).

Debido a que el etileno es un alqueno de dos átomos de carbono su naturaleza es hidrofóbica (química), por lo que se difunde fácil y rápidamente a través de las membranas biológicas, por ello, cuando se produce puede localizarse en toda la planta además su forma de acción es por simple difusión, por lo que no requiere de un transporte dirigido o activado a través de la célula o del sistema vascular (Grajales, 1985).

Sin embargo, el transporte del etileno posee un problema especial, ya que este es un gas difusible. Más aún, su precursor, el 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC), es transportado desde la raíz hacia el retoño en el xilema. Por lo tanto, usando el concepto tradicional de que una hormona es un mensajero de química translocada, el ACC puede ser más apto considerarlo una hormona que al etileno. Es decir, en las dificultades inherentes en el transporte de un gas difusible, el etileno puede actuar generalmente como segundo mensajero, el cual es producido localmente como respuesta a un signo hormonal en cualquier otra parte de la planta. Es necesario mencionar que la anegación de

la raíz, incrementa el transporte de ACC en el xilema de las hojas donde su conversión a etileno resulta en marchitez (Lugo, 1980).

4.9.7. Efectos en las plantas

El etileno tiene frecuentemente efectos inhibidores pero, como el ácido abscísico, está involucrado en respuestas de largo plazo, las cuales son concernientes principalmente con cambios en el desarrollo de etapas de la planta. El proceso efectuado incluye todo el ciclo de vida, desde la germinación de la semilla, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y por último la senescencia. El etileno no es solamente una hormona inhibidora, sus efectos sobre el proceso como la germinación de la semilla y la formación de raíces adventicias usualmente son estimulatorias. La formación y acción del etileno en algunos, pero no en todos los casos, está ligada a la presencia continua de IAA; el ejemplo clásico es la inhibición del crecimiento alargado por altas concentraciones de auxinas, las cuales resultan en la producción de etileno.

Uno de los primeros efectos observados del etileno fue el de estimular la germinación, y el crecimiento de brotes. Los tubérculos de papa en reposo, se ven estimulados a germinar cuando se les aplica etileno. También se estimula el crecimiento de varios granos, bulbos, estacas de madera dura y raíces, al igual que la germinación de algunas especies (Lugo, 1980).

Otro de los efectos del etileno es provocar abscisión prematura de las hojas, frutos jóvenes y otros órganos. El etileno puede también inducir la floración, por ejemplo, realiza la formación de flores pistiladas en las plantas cucurbitáceas (Kohli, et al., 1974).

Así mismo, el etileno tiene efectos morfogenéticos para producción de epinastia en las hojas de tomate. Es bien conocido su efecto sobre la maduración de frutos activándola de modo que puedan llegar un poco a tiempo a sobremadurez. (Linsangan, 1979).

Por otra parte, los efectos del IAA en la floración de la piña puede deberse al etileno producido de esa forma; recientemente se ha sugerido que la respuesta geotrópica está mediada por el IAA inducido al formarse etileno, así que la floración de las piñas estimuladas geotrópicamente puede ser un efecto colateral del etileno producido en respuesta a la acumulación de IAA en el lado inferior de la planta.

4.9.8. Inhibidores de etileno

Los inhibidores de etileno como preservadores en florero no son muy usados, sin embargo, sus beneficios en algunas especies esta siendo estudiado.

Los compuestos más utilizados como agentes anti-etileno son:

- a) Nitrato de plata.
- b) Tiosulfato de plata
- c) Citrato o sulfato de hidroxiquinoleína

Plata

Recientemente, los complejos de plata han sido extensamente investigados por su acción anti-etileno y su rápido movimiento en los tejidos de la planta a los sitios de producción de etileno, por lo que pueden ser utilizados en tratamientos con grandes ventajas (Nowak, 1985).

Veen y Van Geijn (1978) (citados por Nowak, 1981 y Ordoñez del Villar, 1990) demostraron que la plata se mueve rápidamente en los tallos de los claveles y que debido a su rápida transportación al sitio de producción de etileno, puede ser usada en tratamientos con grandes ventajas.

Debido a que la plata tiene un mecanismo para bloquear la acción del etileno, es una herramienta poderosa en el fenómeno de la senescencia (Veen y Kwakkenbos, 1983, citados por Ordoñez, 1990).

Nitrato de plata (AgNO_3)

Los iones de plata se usan para incrementar la longevidad de algunas flores cortadas. Un estudio realizado con flores de clavel (*Dianthus caryophyllus* L. cv. White sim), tratadas con nitrato de plata (AgNO_3 , 50-100 ppm) al momento de ser cortadas mostró que el Nitrato de plata contrarresta la acción del etileno al retrasar la senescencia y aumentar la vida de las flores cortadas (Halevy y Kofranek, 1977; citados por Ordoñez, 1990).

En otro trabajo realizado con fragmentos o secciones de hojas de petunia *Petunia hybrida* L. tratadas con Nitrato de plata, se controló la síntesis y acción del etileno (Gavinlertvatana, et al., 1980; citado por Ordoñez, 1990).

En tomates sometidos a un tratamiento de nitrato de plata (250-500ppm) se inhibió la acción del etileno y por tanto se retrasó la presencia de epinastia, senescencia y abscisión (Beyer, 1976; citado por Nowak, 1985).

Sanford y Batholomew, 1981, citados por Ordoñez, 1990) aplicaron nitrato de plata (20-200ppm) y CoCl_2 (10-200ppm) a plantas de piña unas horas antes de tratarlas con etefón para inducir la floración. La aplicación de nitrato de plata disminuyó

el porcentaje de inducción floral y retardó el desarrollo floral de los brotes que fueron inducidos, sin embargo, el efecto del CoCl_2 fue menos consistente.

La aplicación de nitrato de plata en solución acuosa inhibe la acción del etileno y por tanto retrasa la maduración. Este hecho se estudió en plátano verde, tomate y manzanas en estado postclimatérico (Mikal *et al* 1978; citados por Lugo, 1980).

La incapacidad del etileno para superar el efecto inhibitorio de la plata sugiere que el nitrato de plata interfiere en la acción primaria del etileno.

Tiosulfato de plata

Otro producto químico que se puede utilizar como inhibidor es el tiosulfato de plata.

En 1978 se encontró que la plata en la forma del complejo del tiosulfato de plata (STS) es fácilmente absorbido y translocado en plantas y flores cortadas (Veen y Van de Geijn, 1978; citado por Ordoñez, 1990). De esta forma el tiosulfato de plata es muy activo para la prevención de problemas de postproducción.

La concentración a utilizar de tiosulfato de plata, depende de la longitud de los tallos florales, el tiempo en que se mantendrán en la solución y la temperatura del medio.

La presencia de concentraciones muy bajas de etileno tiene efectos dramáticos en rosas de corte (*Rosa hybrida* L.). Dependiendo de la variedad el grado de apertura no fue afectado (e.g., "Gold Rush"), acelerado (e.g., "Sterling Silver"), o inhibido (e.g., "Lovely Girl"). Los efectos del etileno pudieron ser controlados por los pretratamientos con $0.5\mu\text{mol}$ de tiosulfato de plata por tallo. (Reid, *et al* ., 1989).

El tiosulfato de plata bloquea el movimiento de etileno, precedente al marchitamiento de los pétalos. El aumento en la producción de bióxido de carbono seguido del incremento en la producción de etileno, es completamente suprimido después de un pretratamiento con tiosulfato de plata. Como una consecuencia la vida de florero se extiende cerca de un 100% (Veen, 1979).

Nowak, 1981, citado por Ordóñez del Villar 1990, considera que los beneficios de los compuestos de plata, se deben principalmente a que la plata actúa como agente anti-etileno.

Los pretratamientos de flores con tiosulfato de plata previenen el incremento climatérico en la producción de etileno (Veen, 1979) y retarda la senescencia (Reid et al. , 1980).

Sulfato y Citrato de Hidroxiquinoleina

El citrato de hidroxiquinoleina es conocido para inhibir la acción de etileno en claveles (Parups y Peterson, 1972, citado por Wouter, et al. , 1990) y en la superficie de corte de tallos de rosa; así mismo, encontraron que el citrato de hidroxiquinoleina inhibe la producción de etileno en estambres de rosas y rebanadas de manzana, por lo que atribuyeron el efecto retardante de la senescencia del citrato a la inhibición de la producción de etileno.

La más popular de las soluciones conservadoras es la que contiene 8-HQC y sacarosa. El éxito de esta técnica depende de cosechar los botones en una etapa de desarrollo adecuada y manejar las concentraciones apropiadas de conservadores.

El 8-HQC y 8-HQS también tienen efectos acidificantes traduciéndose en una extensión de la vida de las flores. La base 8-HQ y sus ésteres sulfato y citrato aparte de tener un amplio espectro bactericida y fungicida, también reducen el bloqueo

fisiológico del tallo. Se ha sugerido que este efecto está relacionado con las propiedades quelantes de los ésteres de quinolina, que pueden quelar los iones metálicos de las enzimas que actúan en el bloqueo del tallo. La propiedad antiséptica de las sales de 8-HQ funciona por la habilidad de precipitar metales como Cu, Fe, y Zn que necesita el microorganismo para formar vitaminas esenciales para su crecimiento (Ordoñez, 1990).

4.10. PRESERVADORES FLORALES

El uso de soluciones preservadoras, en todas las etapas de mercadeo es de suma importancia ya que la finalidad de estas es restaurar o mantener la turgencia de las flores, durante su manejo en el invernadero, clasificación o durante el almacenamiento, transporte y vida de florero (Lara, 1994).

Existe un amplio rango de tratamientos químicos, que han sido recomendados en flor cortada. Comercialmente se dispone de varios productos preservadores, usualmente estos materiales contienen:

- a) una fuente de energía como la sacarosa, glucosa, etc.
- b) un inhibidor del crecimiento de microorganismos como citrato y sulfato de 8-hidroxiquinoleína.
- c) un acidificante (usualmente ácido cítrico) para reducir el pH a 3 ó 3.5 y favorecer la absorción de agua, (Harderburg, *et al.*, 1988; citado por Lara, 1994).

4.11. SUMINISTRO DE CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos son los constituyentes bioquímicos más abundantes en las plantas, representando del 50-80% del total del peso seco. Los CHOS forman parte de la reserva de energía almacenada y constituyen el esqueleto estructural de las células. En adición, los carbohidratos simples tales como la sacarosa y fructuosa aportan atributos muy importantes en la calidad de muchos productos cosechados (Kays, 1991).

La apertura e inhibición floral de la rosa de corte, está relacionada con un inadecuado suministro de carbohidratos. Los azúcares solubles en la corola tienen implicaciones en estos aspectos (Evans, 1988), ya que la glucosa puede causar el cierre estomático y de este modo reducir la pérdida de agua.

Una vez que la flor es separada de la planta madre, ésta deja de recibir los elementos nutritivos disueltos en la savia, por lo que dependerá de sus propias reservas, en particular carbohidratos, los cuales son agotados pronto.

Los pétalos de las flores y las hojas, acumulan pocas reservas de azúcar durante el desarrollo de la planta madre. Cuando la flor es cortada, la proporción en la cual el azúcar es metabolizada es uno de los factores que determina su longevidad. Por lo tanto, se le deben suministrar los requerimientos que tienen en forma natural con el objeto de retardar la senescencia (Lara, 1994).

En muchas soluciones preservadoras se incluye una fuente de carbono, siendo la sacarosa la más común, aunque la glucosa y la fructuosa son también muy efectivas.

La sacarosa (azúcar común), sirve como sustrato de la respiración y actúa como osmótico (soluto), lo que da como resultado un cierre de estomas y por lo tanto, reduce la transpiración.

Otra fuente alternativa que suministra carbohidratos, es la miel, los azúcares representan del 70 al 99% de los sólidos que constituyen este producto.

La dextrosa y la levulosa siguen siendo los principales azúcares que la constituyen, aunque se han encontrado doce o más: Maltosa, isomaltosa, turanosa, maltulosa, nigerosa, kogibosa, leucrosa, melecitosa, erlosa, kestosa, refinosa y dexfrantriosa (Lara, 1994).

4.12. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua está directamente relacionada con el análisis que vaya a efectuarse. Puede diferir, de hecho, en función de los componentes orgánicos, inorgánicos y microbiológicos y del uso que se vaya a dar a dicha agua.

Cualquier método de preparación de agua de calidad para reactivos es aceptable siempre que se cumplan los requisitos adecuados, ya que un sistema mal conservado puede dar lugar a la inducción de contaminantes. Los principales aspectos de la calidad de agua relevantes en flores de ornato son:

1.- El pH es el cálculo de la alcalinidad o acidez de una solución, el pH de una solución ideal (después que se ha combinado agua con un preservador floral) para manejo de flores frescas es de 3.5 - 4.5.

2.- Sólidos totales disueltos (STD), se refiere a la salinidad, al cálculo total de elementos disueltos del agua.

Las reglas de cuidado y manejo indican que el agua de alta calidad deberá tener menos de 200ppm de STD o menos de 0.315 MM HCS/CM (APHA, et al ., 1992).

El agua que contiene niveles mayores a estos puede reducir la longevidad de las flores.

V. MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración del presente experimento se utilizaron 90 botones de *Rosa hybrida* cv. Vega; las cuales se cultivaron en condiciones de invernadero.

El invernadero donde fueron cultivadas las rosas se localiza en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México a 50 kilómetros aproximadamente de la ciudad de México.

Las flores fueron cosechadas por la mañana del 6 de noviembre de 1994 y llevados al cuarto de selección donde se hicieron manojos de 25 flores de calidad comercial, estos manojos fueron colocados en cajas de cartón para ser transportados.

Las flores fueron transportadas a la FES-Cuautitlán y llevadas al laboratorio de Técnicas de Mejoramiento, en donde se procedió a prepararlas para el experimento:

- 1) Se eliminaron las hojas basales de cada flor con el objeto de facilitar su colocación en los floreros.
- 2) Se pesó cada flor en una balanza granataria para determinar su peso fresco.
- 3) Cada flor se sumergió en agua y se realizó un corte de 2cm con tijeras de podar en la parte inferior del tallo, para evitar que se formaran burbujas de aire que impiden el flujo de agua.
- 4) Finalmente se formaron y etiquetaron grupos de 5 flores, para la aplicación de tratamientos en dosis y tiempos determinados: (ver tabla 3).

Las soluciones de nitrato de plata se prepararon un día antes utilizando agua destilada y se colocaron en frascos de cristal de color ambar, con el objeto de evitar su oxidación.

Posteriormente a la aplicación de los tratamientos en un tiempo determinado (5, 10 y 15 min.) las flores fueron colocadas en una solución de agua + miel al 1%, como suministro de carbohidratos + ácido cítrico para mantener un pH de 3.5, (Lara en 1994 menciona que un pH ácido favorece el movimiento de agua).

El uso de miel en combinación con un preservador floral, resulta favorable para alargar la vida de florero de la *Rosa hybrida* cv. Vega a dosis por debajo del 1.25% de concentración, sin embargo, el uso de miel y agua (solos) como tratamiento, tienen una duración menor que los testigos que sólo contienen agua (Lara, 1994).

Los testigos fueron puestos únicamente en agua corriente o de la llave, y colocados en frascos transparentes.

En la solución de miel 1% + ácido cítrico, se utilizó agua de la llave, preparada el mismo día de su aplicación, realizando cambios de la solución en todos los tratamientos cada tercer día.

Todos los tratamientos fueron mantenidos en frascos de cristal transparente.

Las flores permanecieron en el laboratorio de Técnicas de Mejoramiento durante la vida en florero, realizándose observaciones diarias (doblamiento de cuello, marchitez en los pétalos y su aspecto en general).

Tabla 3. Tratamientos

C ₁ T ₁ = Agua					
C ₁ T ₂ = Agua					
C ₁ T ₃ = Agua					
C ₂ T ₁ = 5 min	AgNO ₃	(250ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₂ T ₂ = 10min	AgNO ₃	(250ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₂ T ₃ = 15min	AgNO ₃	(250ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₃ T ₁ = 5 min	AgNO ₃	(500ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₃ T ₂ = 10min	AgNO ₃	(500ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₃ T ₃ = 15min	AgNO ₃	(500ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₄ T ₁ = 5 min	AgNO ₃	(750ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₄ T ₂ = 10min	AgNO ₃	(750ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₄ T ₃ = 15min	AgNO ₃	(750ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₅ T ₁ = 5 min	AgNO ₃	(1000ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₅ T ₂ = 10min	AgNO ₃	(1000ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₅ T ₃ = 15min	AgNO ₃	(1000ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₆ T ₁ = 5 min	AgNO ₃	(1250ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₆ T ₂ = 10min	AgNO ₃	(1250ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	
C ₆ T ₃ = 15min	AgNO ₃	(1250ppm)	+ Agua + Miel	al 1%	

5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue un bifactorial:

Factor 1; concentración con seis niveles (0ppm, 250ppm, 500ppm, 750ppm, 1000ppm y 1250ppm).

Factor 2; tiempo con tres niveles (5min. 10min. y 15min.).

Con un arreglo de las unidades experimentales completamente al azar, usando 5 repeticiones por cada tratamiento.

Este diseño se usa, cuando se está interesado en estudiar varios factores que actúan simultáneamente.

El diseño es útil para condiciones de invernadero, laboratorio, etc. Dicho diseño requiere que las unidades experimentales sean uniformes y el material homogéneo, al igual que el manejo para evitar errores (Little, 1983).

La importancia del diseño se centra, en que cada factor varíe en distinto nivel, pudiendo deducir su posible relación entre los factores y estimando su efecto sobre el resultado final.

Esto indica que la variabilidad entre los tratamientos no se debe al azar, sino a ciertas causas biológicas, pudiendo determinar de ésta manera el o los factores más importantes y su grado de interdependencia, con ello se puede desglosar el factor más importante y hacer un análisis detallado o global según como se prefiera.

Con los datos de análisis de varianza se hacen pruebas de significancia de las diferencias o contrastes (Robert, 1985).

Tabla 4. Diseño experimental.

Concentración AgNO ₃ (ppm)	Tiempo (min.)		
	T ₁ (5)	T ₂ (10)	T ₃ (15)
C ₁ (0)	C ₁ T ₁	C ₁ T ₂	C ₁ T ₃
C ₂ (250)	C ₂ T ₁	C ₂ T ₂	C ₂ T ₃
C ₃ (500)	C ₃ T ₁	C ₃ T ₂	C ₃ T ₃
C ₄ (750)	C ₄ T ₁	C ₄ T ₂	C ₄ T ₃
C ₅ (1000)	C ₅ T ₁	C ₅ T ₂	C ₅ T ₃
C ₆ (1250)	C ₆ T ₁	C ₆ T ₂	C ₆ T ₃

5.2. VARIABLES DE ESTUDIO

5.2.1. Peso

Se utilizó una balanza granataria para determinar el peso inicial de cada flor el día de la cosecha, y su peso final se registró el día que terminó su vida útil en florero. El valor utilizado en el análisis de varianza fue la diferencia de pesos.

5.2.2. Días de vida en florero

Los días de vida en florero es el parámetro más importante a considerar.

La vida en florero se consideró desde el momento que se estableció el experimento hasta que se percibió la inclinación de cuello y el valor decorativo de la flor se perdió.

VI. RESULTADOS

6.1. Análisis de resultados para la variable peso

El análisis de resultados de la variable peso, nos indica que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos (ver tabla 5).

Tabla 5. Análisis de varianza de la variable peso

P.V.	gl.	S.C.	C.M.	F _c	F _t	
					5%	1%
Conc.	5	159.138	31.827	2.04 n.s.	2.35	3.30
Tiempo	2	22.074	11.037	0.71 n.s.	3.13	4.94
Conc* Tpo	10	207.436	20.743	1.33 n.s.	1.97	2.59
Error	72	1124.072	15.612			
total	89	1512.721				

Las flores, raíces, tubérculos, y otros órganos y tejidos tienen papeles específicos con respecto a la adquisición de carbono (ver tabla 1). Mientras que están unidos a la planta muchos de éstos órganos distribuyen la energía requerida para llevar a cabo la fotosíntesis cuyo efecto final es el incremento en el peso. Sin embargo, separando estos órganos de la planta se rompe ésta interdependencia y de este modo se influye sobre el comportamiento de postcosecha. Por lo tanto, una vez que las flores han sido retiradas de la planta el proceso de envejecimiento se incrementa, induciendo a una serie de cambios de los cuales los más evidentes son un desenso en el peso fresco y un agotamiento de las sustancias de reserva (respiración).

El primer objetivo para alargar la vida de la flor cortada, es procurar que absorba toda el agua posible y reducir al mínimo la pérdida por transpiración. Para ello, se debe conseguir que los vasos conductores no se obstruyan y que los estomas de las hojas permanezcan cerrados.

La sacarosa actúa como osmótico (soluta) lo que da como resultado un cierre de estomas y por lo tanto, se reduce la transpiración (Lara, 1994), sin embargo, en este trabajo los resultados muestran que el uso de AgNO₃, con diferentes concentraciones y tiempo (en combinación con miel) no fue favorable para contrarrestar la pérdida de peso. Es decir, el peso perdido por las flores no fue estadísticamente significativo en ninguno de los tratamientos.

6.2. Análisis de resultados para la variable días de florero

En relación a esta variable se encontró que existe una diferencia estadísticamente significativa. Esto lo podemos observar en la tabla número 6, sin embargo, es indispensable aclarar que debido al tipo de diseño experimental utilizado, resulta conveniente desglosar cada factor con el objeto de identificar si existe uno de mayor peso o bien si la interacción de estos es el punto determinante de los resultados.

Tabla 6. Análisis de varianza de la variable días en florero

F.V.	gl.	S.C.	C.M.	F _o	F _t	
					5%	1%
Conc.	5	384.900	76.980	5.99 **	2.35	3.30
Tiempo	2	36.067	18.033	1.40 n.s.	3.13	4.94
Conc* Tpo	10	234.733	23.473	1.83 n.s.	1.97	2.59
Error	72	924.000	12.844			
total	89	1580.500				

En el análisis de varianza observamos que el factor concentración fue el único que mostró ser altamente significativo, mientras que los factores tiempo y la interacción conc*tpo no resultaron ser significativos.

Para poder hacer un análisis entre cada tratamiento, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de tukey tanto para el factor concentración, tabla 7 (con los niveles 250ppm, 500ppm, 750ppm, 1000ppm y 1250ppm de AgNO₃) como para el factor tiempo, tabla 8 (con los niveles 5, 10, y 15 minutos).

Tabla 7. Prueba de comparación de medias de tukey para la variable días en florero con el factor concentración

Grupos tukey	Medias	N	Concentración
A	13.533	15	6
B A	12.200	15	5
B A C	11.133	15	4
B A C	10.000	15	3
B C	8.800	15	1
C	7.333	15	2

Esta tabla muestra las diferencias entre medias de concentración:

- a) La concentración 6 resultó mejor que la concentración 1.
- b) La concentración 6 resultó mejor que la concentración 2.
- c) La concentración 5 resultó mejor que la concentración 2.

La concentración 6 (1250ppm) resultó ser la mejor para prolongar la vida en florero con una diferencia aproximada de 7 días en promedio más que la concentración 2 (250ppm).

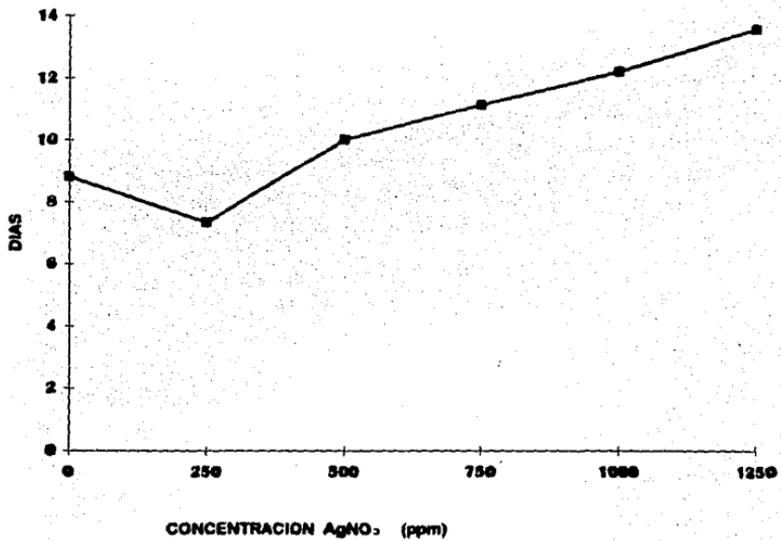
Las concentraciones 6 (1250ppm AgNO₃) y 5 (1000ppm AgNO₃) tuvieron un efecto marcado para prolongar la vida en florero (ver figura 1) este hecho es atribuible al efecto que tiene el AgNO₃, como agente anti-etileno ya que el ion plata actúa como un inhibidor de la acción y síntesis de éste, debido a su rápido movimiento en los tejidos de la planta hacia los sitios de producción (Nowak, 1985).

Por otra parte, los tratamientos que no tuvieron influencia fueron, el 1 (Testigo 0ppm AgNO₃) y el 2 (250ppm AgNO₃). Esto pudiera deberse a que en éstas concentraciones no existe un punto óptimo de saturación de las enzimas, debido a ello, podemos decir que a ésta concentración el ión Ag⁺ no tiene la capacidad de inhibir la síntesis de etileno (efecto temprano) (ver figura 2), mientras que la concentración 1250ppm, si alcanza un nivel en el cual el etileno queda inhibido por la acción del ión Ag⁺, tal como lo reporta Nowak en 1985.

Tabla 8. Prueba de comparación de medias de tukey para la variable días en florero con el factor tiempo.

Grupos tukey	Medias	N	Tiempo
A	11.333	30	3 (15min)
A	10.367	30	2 (10min)
A	9.800	30	1 (5min)

FIGURA NO. 1 DURACION DE DIAS EN FLORERO



El factor de análisis tiempo como lo podemos ver en la tabla 8, no representó alguna diferencia significativa, debido probablemente a una absorción de AgNO_3 , limitada, ya que si hacemos un análisis de las medias de tukey, nos podemos dar cuenta que a medida que se incrementa la concentración y el tiempo de exposición (tiempo 3) de AgNO_3 , existe una respuesta favorable en el incremento de días en florero.

Así mismo, el contraste de los factores concentración y tiempo, tampoco representó alguna diferencia significativa.

Esto nos lleva a la conclusión que el factor concentración fue el que más influyó para prolongar la vida de las rosas de corte.

La senectud representa una etapa general que ocurre a todas las plantas, consistiendo de una serie de procesos tanto metabólicos celulares, como fisiológicos que requieren de la inducción de enzimas específicas.

En estudios previos con flores de rosa, la senescencia ha sido evaluada en términos de longevidad de la flor, determinada por la aparición de los signos visibles tales como azulamiento de los pétalos y su marchitez (Halevy, 1981). Sin embargo, estos síntomas son el resultado final de multitud de procesos que son desencadenados por la acción del etileno.

Inicialmente, ocurre la síntesis del etileno a partir de la metionina (ver figura 2), y posteriormente, el etileno desencadena una serie de eventos entre los cuales se encuentra una inducción a la síntesis de enzimas hidrolíticas, como las clorofilasas, las glucosidasas y las lipoxigenasas. Dichas enzimas son las responsables de acelerar la hidrólisis de pigmentos fotosintéticos. Por otra parte, el etileno produce la acción a nivel de la vacuola, induciendo la destrucción de tonoplasto y la producción de hidrolasas.

Además, el etileno también actúa a nivel del sistema membranal de la célula, ocasionando un deterioro de la función de la misma.

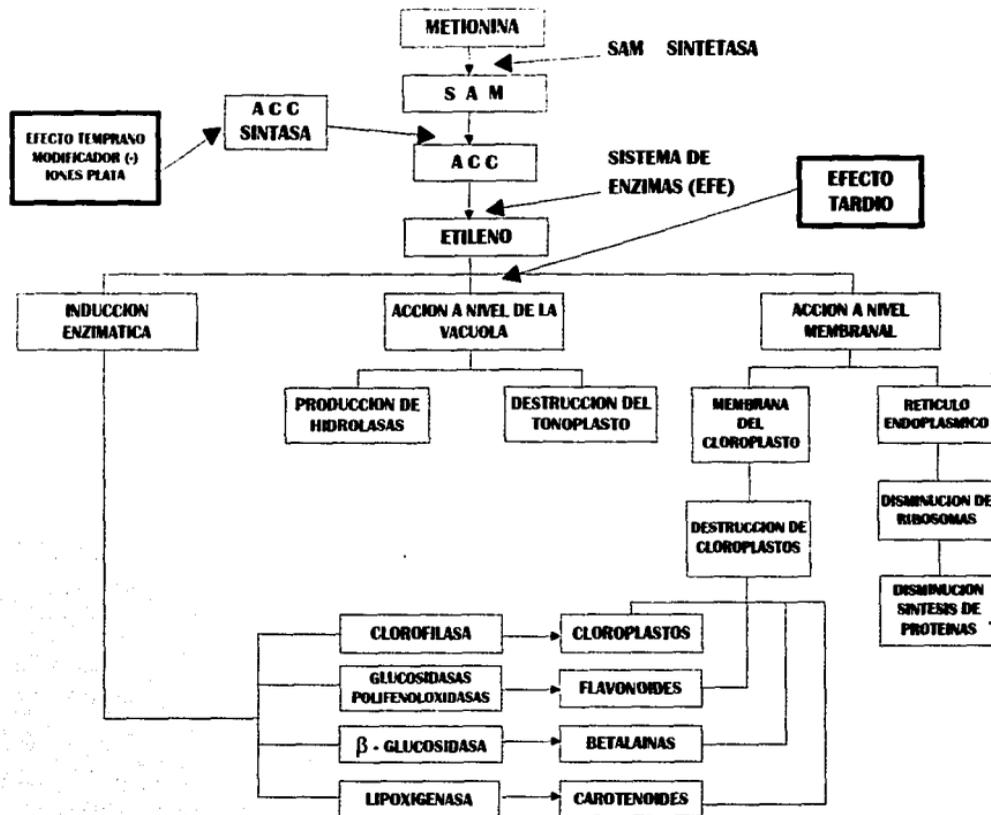
De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se puede inferir a qué nivel actúa el AgNO_3 . Es posible proponer dos efectos de los iones Ag^+ :

- Un efecto temprano manifestado a nivel de una de las enzimas que regulan la síntesis de etileno (ACC sintetasa), probablemente, actuando como un modificador (-) disminuyendo la síntesis de etileno, en virtud de que se sabe que esta enzima es regulatoria (Kays, 1991).

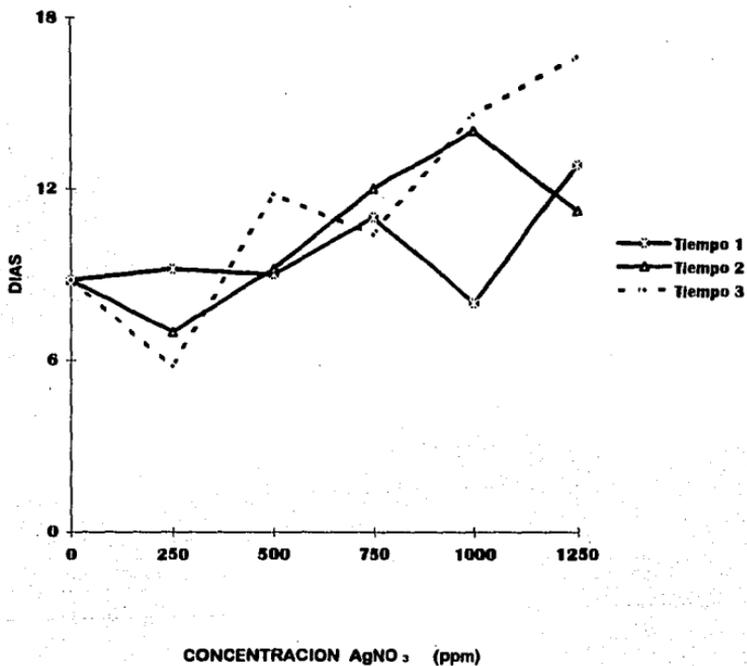
- Un efecto tardío, que pudiera ser a nivel de los eventos que desencadena el etileno, especialmente los que se refieren a la acción a nivel de la vacuola y del sistema membranal, puesto que se ha encontrado que los iones Ag^+ pueden quedar secuestrados en los enlaces coordinados de la estructura molecular del etileno, disminuyendo de este modo su acción molecular.

Esta especulación es posible hacerla, dado que en este trabajo (y en otros más) se encontró que la presencia de AgNO_3 prolongó la vida de florero de *Rosa hybrida* cv. Vega (Nowak, 1985).

FIGURA NO. 2. EVENTOS METABOLICOS DESENCADENADOS DURANTE LA SENECTUD Y LA ACCION DEL $AgNO_3$ (EFECTOS TEMPRANO Y TARDIO)



**FIGURA NO. 3 COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES
TIEMPOS DE INMERSION EN AgNO_3**



En el presente experimento se utilizó miel como fuente de carbohidratos, utilizando la dosis recomendada por Lara en 1994, sin embargo, consideramos que dicha fórmula no fue la óptima para nuestro experimento debido a un exceso de miel en las soluciones, ya que el cáliz al tacto se podía sentir pegajoso, lo cual nos indica quizás una sobredosis. El efecto posterior, nos condujo a un taponamiento de vasos, manifestándose en el doblamiento de cuello de las flores, sin embargo, una vez que eran colocadas en agua volvían a una posición erecta. Esto se explica, debido a que el potencial hídrico del agua pura es mayor que la solución mantenedora (agua + miel al 1%) y como consecuencia se facilita el flujo de agua hacia el tallo, incrementándose la turgencia en las células de la flor.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

VII. CONCLUSIONES

- El nitrato de plata prolongó la vida en florero, debido probablemente a un efecto temprano sobre la síntesis del etileno y a un efecto tardío sobre la acción del mismo.

- Las concentraciones 1000 y 1250ppm de AgNO_3 , son las más favorables para prolongar la vida en florero.

- El tiempo de inmersión evaluado (5,10 y 15 min.) estadísticamente mostró no ser un factor determinante, sin embargo, la tendencia es un incremento en la vida en florero, a medida que aumenta el tiempo de exposición y la concentración de nitrato de plata.

- El nitrato de plata no influyó para contrarrestar la pérdida de peso de las flores.

- El uso de miel a la concentración del 1%, no fue la más adecuada en este trabajo, debido al taponamiento de conductos.

VIII. RECOMENDACIONES

El uso de miel como fuente de carbohidratos sin duda es eficiente, no obstante, consideramos necesario llevar a cabo más estudios al respecto (dosis), ya que en el trabajo anterior en el cual se empleo miel, también se utilizó un preservador comercial lo cual tuvo una influencia muy marcada para prolongar la vida en florero.

Por otra parte, el uso de nitrato de plata resultó favorable para prolongar la vida en florero en este experimento, sin embargo, consideramos necesario tomar en cuenta concentraciones por arriba de 1250ppm de AgNO_3 , y una concentración de miel inferior al 1% para posteriores experimentos.

Aún cuando el tiempo no resulta ser significativo, es importante que sea considerado para pruebas posteriores, ya que en la figura 3, los resultados nos muestran claramente una tendencia al incremento en días en florero según aumenta el tiempo de inmersión.

Finalmente, se debe tener el mayor cuidado posible con el manejo de las flores, ya que aún cuando el etileno es producido en forma natural por las plantas, es un hecho de que muchos tejidos que normalmente sintetizan poco etileno, elevan la síntesis de éste de 3 a 10 veces mas, después de que han sufrido daños mecánicos.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Adams, D.O. and Yang, S.F. (1979). Proceedings of the National Academy of Sciences. USA. 76. 170-174.
- APHA, AWWA, WPCF. 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Edit. DIAZ DE SANTOS, S.A. p. 63.
- Astudillo, E.O. and N.D. Bondad. 1978. Potassium nitrate-induced flowering of "Carabao" mango shoots at different stages of maturity (summary). Philipp. J. Crop. Sci. 3(3); 147-152.
- Barthe, Ph. Vaillant, V and Gudín, S. 1991. Definition of indicators of senescence in the rose; effect of the application of plant hormones. Acta Horticulturae., 298; 61-68.
- Evans, R.Y., and Reid, M.S., 1988. Changes in carbohydrate and Osmotic potential during rhythmic expansion of rose petals. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113. 884-888.
- Faragher, J.D; and Mayak, S. 1986. Changes in physical properties of cell membranes and their role in senescence of rose flowers petals. Acta Horticulturae. Israel. 181; 371-375.
- FIRA. 1989. La floricultura en México y la comercialización internacional. Subdirección técnica de evaluación de proyectos de asistencia. México.
- Franco, M.L. 1989. Caracterización del manejo pre y postcosecha de flor cortada en México (*Rosa sp*; Clavel, *Dianthus sp*; y crisantemo, *Chrysanthemum sp.*) para exportación. Tesis profesional. Chapingo. México.
- Galston, W.A. Davies, J.P. and Satter, L.R. 1980. The life of the green plant. Englewood, Cliffs, N.J. USA. p. 464.

Goszczyńska D. and Rudnicki M.R. 1982. Long term storage of carnations cut at the green-bud stage. *Scientia Horticulturae*. 17: 289-297.

Grajales, M.O. Martínez, H.E. 1985. Apuntes de Fisiología Vegetal. FES-C, UNAM.

Halevy, A.H; Mayak, S. 1981. Senescence and post-harvest physiology of cut flowers. Part. 2. *Horticultural Reviews*.

Juscáfresca, B. 1979. Cultivo del rosal. Edit. Aedos. Barcelona, España.

Kays, J.S. 1991. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. New York, USA. p. 532.

Kholi, R.R. and Dore Swamy and Randhawa, G.S. 1974. Effect of (2-chloroethyl) phosphoric acid on flower induction in juvenile mango (*Mangifera indica*) seedlings. *Physiol. Plant* 32; 188-190.

Lara, M.B. 1994. Evaluación de diferentes tipos de azúcares en preservadores florales en postcosecha de rosa (*Rosa sp*) var. vega. Tesis. UNAM. México.

Linsangan, E. 1979. Flowering in mango induced with potassium nitrate. *Hortscience*. 11; 195-196. (abstract).

Little, T.M. 1983. Métodos estadísticos para la investigación de la agricultura. Edit. Trillas. México.

López, M.J. 1981. Cultivo del rosal en invernadero. Edit. Mundi-Prensa. Madrid.

Lugo, O. M.S. 1980. Aspectos relevantes de la acción del Etileno y su aplicación en la maduración del plátano encerado. Tesis. Facultad de Química, UNAM. México.

McClary, C.L. and Layne, 1977. Flower vase water and ornamental potted plants as reservoirs for gram-negative pathogenic bacteria. *Developments in industrial microbiology*. 18: 731-739.

Nowak J. and Mynett K., 1979. Condiciones para almacenamiento largo en flores cortadas. *Floricultura*. 96:100.

Nowak J. and Mynett K., 1985. The effect of sucrose, silver thiosulfate and 8-hydroxyquinoline citrate on the quality of *Lilium* inflorescences cut at the bud stage and stored and low temperature. *Scientia Horticulturae*. 25: 299-302.

Ordoñez de Villar. N.I. 1990. Refrigeración en seco de la flor cortada de rosas (*Rosa* sp) var. visa en combinación con atmósfera modificada y su respuesta a diferentes tratamientos de hidratación. Tesis. FES-C UNAM. México.

Reid, M.S., Paul, J.L., Farhoomand, M.B., Kofranek, A.M. and Stolby, G.L. 1980. *Journal of Amer. Soc. Hort. Sci.* 105, 25-27.

Reid, Michael.S; Evans, Richard.Y; and Dodge, Linda.L. 1989. Ethylene and Silver Thiosulfate influence opening of cut rose flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(3); 436-440.

Roberts, J.A; Tucker, G.A. 1985. Ethylene and plant Development. Butterworths, England.

Robert, R.D. Steel and James H. Torrie. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos*, 2a Edic. Edit. Mc Graw-hill Latinoamericana, S.A.

Stockman, R.b.v. 1992. Idepsa. México, S.A.

Taplin, D. and Mertz, P.M. 1973. Flower vases in hospitals as reservoirs of pathogens. *The Lancet* 7841: 1279-1281.

Van Doorn, W.G., Groenwegen, G., van de Pol, P.A. and E.M. Berkholtst, C.E.M. 1991. Effects of carbohydrate and water status on flower opening of cut Madelon roses. Postharvest Biology and Technology, pp. 47-57.

Veen, H. 1979. Effects of silver salts on ethylene production and respiration of cut carnations. Acta Horticulturae. pp. 91.

Van Doorn, W.G. de Witte, Y. and Waltmann. B.C.H. 1986. Effect of exogenous bacterial concentrations on water relations of cut rose flowers. Acta horticulturae, pp. 181; 463-466.

Van Doorn, W.G. Schurer, K. and de Witte. Yke. 1989. Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. J. Plant Physiol. Vol. 134. pp. 375-381.

Van Doorn, W.G. and R.J. René, P. 1990. Hydroxyquinoline Citrate and Low pH prevent vascular blockage in stems of cut rose flowers by reducing the number of bacteria. J. Amer. Soc. Hort. Sci. The Netherlands. 115(6); 979-981.

Yang, S.F. 1980. HortScience. 15. 238-243.

Zagory, D. and M.S. Reid. 1986. Evaluation of the role of vase micro-organisms in the postharvest life of cut flowers. Acta Hort. 181, 207-217.