

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
INSTITUTO DE HORTICULTURA**

F
Tesis
3093
C.2

METODOS DE DESHIDRATACION Y TINCIÓN EN ROSAS

TESIS

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:

Rocío Hernández Martínez



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, México, noviembre de 2008



Instituto de Horticultura



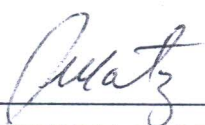
BIBLIOTECA

MÉTODOS DE DESHIDRATACION Y TINCIÓN EN ROSAS

Tesis realizada por **Rocío Hernández Martínez**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

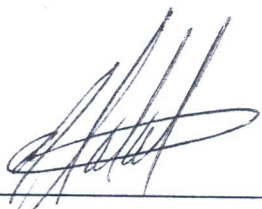
DIRECTOR:


DRA. MA. TERESA MARTÍNEZ DAMIAN

ASESOR:


DRA. MA. TERESA COLINAS LEON

ASESOR:


DRA. MA. DE LOURDES C. ARÉVALO GALARZA

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a cada una de las personas de mi comité asesor, que hicieron posible la realización de este trabajo con la aportación de ideas, sugerencias y observaciones acertadas para el mejoramiento del mismo.

A todos los maestros que participaron en mi formación durante estos dos años siempre dispuestos a colaborar y ayudar en cualquier actividad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico otorgado durante este periodo de maestría que fue parte primordial en el sustento durante mi estancia en la institución.

A la Universidad Autónoma Chapingo, especialmente al Departamento de Fitotecnia, que a través del Instituto de Horticultura, me brindó la oportunidad de realizar la Maestría en Ciencias en Horticultura.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor de la presente Tesis, nació en el Municipio de San Salvador el Seco, Puebla, el 11 de agosto de 1982. Realizó sus estudios de primaria en la escuela federal "Francisco J. Mujica", secundaria en la escuela "18 de noviembre" ambas escuelas ubicadas en su comunidad natal. El bachillerato en la escuela "Jesús Reyes Heróles" ubicada en ciudad Serdán, Puebla. En el 2000 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo donde realizó sus estudios profesionales, egresando en el 2005 con el título de Ingeniero Agroindustrial. Durante el 2006 se desempeño como encargada de control de calidad en la empresa CAIVO S. A de C. V. ubicada en la ciudad de Puebla. En el 2007 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, donde realizó estudios de Maestría en Ciencias en Horticultura.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Mecanismos de transporte y absorción de agua en la planta	3
3.2 Procesos fisiológicos en poscosecha	6
3.3 El proceso de tinción	9
3.4 Secado de flores	11
3.4.1 Técnicas de secado	11
3.5 Características de la calidad física de las flores	17
3.5.1 Flexibilidad	17
3.5.2 Firmeza	18
3.5.3 Forma	18
3.5.4 Color	18
3.5.5 Abscisión	19
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	20

4.1 Ubicación del experimento	20
4.2 Material vegetal	20
4.3 Preparación del material vegetal	20
4.4 Factores de estudio	20
4.5 Diseño de tratamientos	23
4.6 Análisis estadístico	24
4.7 Variables respuesta evaluadas	24
V. RESULTADOS	28
5.1 Variables cuantitativas	28
5.1.1 Producción de CO ₂	28
5.1.2 Etileno	30
5.1.3 Velocidad de absorción	31
5.1.4 Pérdida de peso	35
5.1.5 Reducción del diámetro de la flor	36
5.2 Variables cualitativas	37
5.2.1 Flexibilidad en hojas	39
5.2.2 Apariencia	40
5.2.3 Textura en pétalos	42
5.2.4 Forma	43
VI. CONCLUSIONES	44
VII. LITERATURA CITADA	45
ANEXO	48

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Descripción de los tratamientos utilizados para la tinción y deshidratación de rosa	24
CUADRO 2. Escala numérica para las variables cualitativas evaluadas	27
CUADRO 3. Comparación de medias entre los diferentes tipos de solución para las variables pérdida de peso y reducción del diámetro evaluados en rosas secas	33
CUADRO 4. Comparación de medias entre los métodos de secado para las variables pérdida de peso y reducción del diámetro evaluadas en rosas secas	33
CUADRO 5. Comparación de medias de la interacción entre el tipo de solución y método de secado para las variables pérdida de peso y reducción del diámetro evaluadas en rosas secas	34
CUADRO 6. Comparación de medias entre los diferentes tipos de solución para las variables flexibilidad, apariencia, textura y forma evaluadas en rosas secas	37
CUADRO 7. Comparación de medias entre los métodos de secado para las variables flexibilidad, apariencia, textura y forma evaluadas en rosas secas	37
CUADRO 8. Comparación de medias de la interacción entre el tipo de solución y método de secado para las variables flexibilidad, apariencia, textura y forma evaluadas en rosas secas	38
CUADRO 1A. Análisis de varianza para producción de CO ₂ , etileno y velocidad de absorción evaluados en tallos florales de	

rosas en los diferentes tipos de soluciones	48
CUADRO 2A. Análisis de varianza para pérdida de peso y diámetro de la flor evaluados en tallos florales de rosas en los diferentes tipos de soluciones y métodos de secado	48
CUADRO 3A. Prueba de Kruskal – Wallis para las variables flexibilidad, apariencia, textura y forma evaluadas en rosas secas.	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración de los métodos de secado	23
Figura 2. Colocación de las rosas dentro del recipiente para medir respiración y etileno	25
Figura 3. Efecto de las soluciones en la producción de CO ₂ al inicio y a las tres horas de inmersión	29
Figura 4. Efecto de las soluciones en la producción de etileno al inicio y a las tres horas de inmersión	30
Figura 5. Efecto de las soluciones en la velocidad de absorción de acuerdo a su densidad y valor de pH	32

MÉTODOS DE DESHIDRATACION Y TINCIÓN EN ROSAS

METHODS OF DRYING AND DYEING ROSES

Rocío Hernández Martínez¹; Ma. Teresa Martínez Damian²; Ma. Teresa Colinas León²
y Ma. De Lourdes Arévalo Galarza³

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Chapingo en el 2008 con el objetivo de evaluar diferentes métodos de deshidratación en rosa que mejoren las características comerciales en rosas secas y teñidas. Se determinó el efecto que tiene la glicerina en la flexibilidad de una flor seca. Además se evaluó la eficiencia de dos surfactantes en la velocidad de absorción de la solución. Las variables que se evaluaron fueron: producción de etileno, respiración, porcentaje de pérdida de peso, diámetro de la flor, flexibilidad, apariencia, textura y forma. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial de 4x3 que correspondió a cuatro soluciones de tinción y tres métodos de secado cada uno con 5 repeticiones. Se encontraron diferencias significativas en la variable apariencia entre los tipos de soluciones y métodos de secado, obteniendo mejores resultados con las soluciones que contenían colorante y el método de secado al aire. Las variables flexibilidad y textura mejoraron considerablemente por efecto de la glicerina. El mejor método de deshidratación para rosas fue el de secado al aire, en el cual se perdió mayor contenido de humedad y no modificó la forma de las flores. El surfactante DADPLUS® aceleró la velocidad de absorción al disminuir el pH de la solución.

Palabras clave: sílica, aire, arena-bórax, flores secas

ABSTRACT

This research was carried out at the Universidad Autónoma Chapingo in 2008 with the objective of evaluating different methods of drying roses in order to improve the commercial characteristics of dry and dyed roses. The effect of glycerin on the flexibility of a dry flower was determined. In addition, the efficiency of two surfactants in terms of the absorption speed of the solution was evaluated. The variables evaluated were: production of ethylene, respiration, weight loss percentage, flower diameter, flexibility, appearance, texture and shape. The experimental design was completely randomized with an factorial arrangement of 4x3 that corresponded to four tint solutions and three drying methods, each one with 5 repetitions. Significant differences were found in the changeable appearance among the solution types and drying methods; better results were obtained with the solution that contained coloring and made use of the air drying method. The flexibility and texture variables improved considerably with the glycerin effect. The best method of drying roses was air drying, which resulted in greater moisture content loss but did not modify the shape of the flowers. The surfactant DADPLUS accelerated the absorption speed upon diminishing the pH of the solution.

Key words: sílica, air, sand - borax, dry flowers

¹Estudiante de la Maestría en Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

²Profesor investigador, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. C.P. 56230.

³Profesor investigador, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

I. INTRODUCCION

Actualmente existe una riqueza en producción y consumo de rosas, que genera importante actividad económica en nuestro país. La sociedad demanda mayor vida de florero y una gran variedad de colores en rosas frescas o secas. Con la finalidad de satisfacer las necesidades del mercado se han realizado diversos estudios sobre el manejo poscosecha en flores cortadas. Para la generación de nuevos colores se ha realizado mejoramiento genético en las plantas, sin embargo, no todos los colores son obtenidos de esta manera, existen rosas de color azul, negro o café que se obtienen a partir de colorantes artificiales. El incremento en la vida de florero ha sido posible gracias a la utilización de técnicas de manejo poscosecha y la adición de preservantes florales. Otra manera de conservar mayor tiempo los tallos florales ha sido el proceso de secado, éstas técnicas incluyen entre otras el secado natural al aire, prensado, inmersión en soluciones de compuestos químicos (glicerina o blanqueadores), mezclas desecantes granulares (sílica gel, arena, bórax, harina de maíz, sustratos agrícolas y detergentes), cámaras de secado y liofilización. La mayoría de estos métodos ocasionan rigidez del tallo, botón floral quebradizo, cambio drástico en el color, deformación etc., que demeritan la calidad comercial de estas flores. Los mejores resultados de secado en flores se han obtenido utilizando sílica gel, mezcla de arena-bórax y secado al aire. Al no existir hasta el momento un método de deshidratación eficaz, el presente trabajo tuvo como objetivos:

II. OBJETIVOS

- Evaluar la factibilidad de aplicación de 4 soluciones de tinción para mejorar la apariencia en tallos florales de rosas.
- Comparar la eficacia de 2 surfactantes en la velocidad de absorción de la solución.
- Determinar cambios en respiración y producción de etileno durante el proceso de tinción.
- Comparar y determinar la eficacia de 3 métodos de deshidratación (sílica gel, arena-bórax y secado al aire) que conserven las características comerciales en rosas secas.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Mecanismos de transporte y absorción de agua en la planta

Transporte y absorción de agua. La parte aérea de las plantas terrestres pierde agua continuamente por evaporación, el líquido perdido se recupera a partir del agua contenida en el suelo. La transpiración, la absorción de agua y su transporte desde su principal reservorio, el suelo, hasta las hojas, son procesos básicos en el balance hídrico de los vegetales. El menor potencial hídrico de la atmósfera respecto al suelo, en relación a la distancia a recorrer suministra el gradiente o la fuerza impulsora del proceso. El equilibrio hídrico se mantiene a un nivel adecuado gracias al constante flujo del agua que tiende a establecer un equilibrio dinámico en el sistema (Gil, 1995).

La absorción del agua no es un proceso independiente sino que está relacionado y controlado en gran parte por la velocidad de pérdida de agua en la transpiración. Los procesos de absorción y transpiración están ligados por continuas columnas de agua en el xilema de las plantas, entonces el movimiento de agua a través de las plantas desde su fuente principal hasta la atmósfera es visto como una serie de procesos en los cuales la velocidad es controlada por varios factores (Boyer, 1985).

Bidwell (1979) menciona que varios mecanismos pueden contribuir al movimiento del agua a través de los tallos como son: la presión de raíz, la transpiración, capilaridad, fuerzas de tensión y cohesión etc. El agua se

mueve desde el suelo, a través de la epidermis, corteza y endodermis hasta el tejido vascular de la raíz, después es llevada hacia arriba mediante elementos del xilema hasta las hojas, y finalmente, por transpiración a través de los estomas hacia la atmósfera.

Transporte en el xilema. En la mayoría de las plantas, el xilema constituye la parte más larga de la ruta del transporte de agua. La presión hidrostática negativa generada por la transpiración de las hojas succiona el agua a través del xilema. Las células conductoras en el xilema tienen una anatomía especializada que les permite transportar grandes cantidades de agua con gran eficiencia. Hay dos tipos principales de elementos traqueales en el xilema: las traqueidas y los elementos de los vasos.

Los elementos de los vasos están presentes sólo en las angiospermas, en un pequeño grupo de gimnospermas y posiblemente en algunos helechos. Las traqueidas están presentes tanto en angiospermas como en gimnospermas, así como en helechos y otras plantas vasculares. La maduración de traqueidas y elementos de los vasos implica la muerte de la célula, de forma que las células conductoras de agua funcionales no tienen ni membrana ni orgánulos. Lo que queda son paredes celulares gruesas y lignificadas que forman tubos huecos a través de los cuales el agua puede fluir con relativamente poca resistencia (Taiz y Zeiger, 1991).

Las traqueidas son células largas con forma de hueso que se disponen solapadas en filas verticales. El agua fluye entre las traqueidas a través de

numerosas punteaduras en las paredes laterales. Estas punteaduras son regiones microscópicas que carecen de pared secundaria, y cuya pared primaria es fina y porosa (Flowers, 1992).

Los elementos de los vasos tienden a ser más cortos y anchos que las traqueidas, y tienen paredes perforadas en sus extremos que forman las llamadas placas perforadas. A diferencia de las traqueidas, los extremos perforados de los elementos de los vasos les permiten apilarse unos sobre otros en hileras formando una unidad más larga denominada vaso. Los vasos varían en longitud tanto dentro de una misma especie como entre especies diferentes

Puesto que el xilema constituye un sistema transportador de agua de extremos abiertos, esencialmente con movimiento en una sola dirección es probable que los solutos se movilicen pasivamente por un flujo de masas. El ascenso de agua a través del xilema ocurre principalmente por un déficit de presión (Flowers, 1992).

Boyer (1985) describió que a través del xilema cuyo pH es ácido fluye principalmente agua, aminoácidos, azúcares y algunas hormonas como citocininas y ácido abscísico.

Fenómeno de transpiración. Parte del agua que pierde la planta se evapora de las superficies foliares por el proceso de la transpiración, la cual consiste esencialmente en la evaporación del agua de las superficies celulares y su pérdida a través de las estructuras anatómicas de la planta como son los estomas, lenticelas y cutícula. La mayor parte de la transpiración se produce vía estomas, estos se encuentran localizados en la epidermis de la hoja, son considerados como células epidérmicas modificadas por contener cloroplastos. El número y apertura de estomas depende de factores estructurales y ambientales. La pérdida de agua ocurre cuando el estoma se abre y realiza un intercambio de gases, entra CO₂ y sale agua. Este proceso está bajo el control de la planta, aunque impuesto por las condiciones del medio representando uno de los puntos principales de interacción entre la planta y su ambiente (Flowers, 1992).

3.2 Procesos fisiológicos en poscosecha

Senescencia en flores. Quesada y Valpuesta (2000) mencionaron que la senescencia es la última etapa del proceso de desarrollo que lleva de la madurez a la completa y final pérdida de la organización de funciones por una serie de procesos bien ordenados y programados. Hoyos y Palma (1995) definieron la senescencia desde el punto de vista de la floricultura como el cambio que sufren las flores cortadas entre la madurez y la muerte. Durante esta etapa de senescencia ocurren una serie de cambios fisiológicos y bioquímicos que llevan a la muerte de tejidos y órganos.

Producción de etileno y respiración. Al igual que ocurre durante la senescencia de las hojas, el inicio y el desarrollo de la senescencia en las flores depende en muchos casos del etileno. En vivo, el incremento de la producción de etileno y CO_2 se inician al mismo tiempo (Borochoy, 1996). Así mismo, se ha encontrado que durante el desarrollo de algunas flores cortadas como claveles y rosas hay un incremento climatérico en la producción de etileno y CO_2 , lo cual provoca un aceleramiento de la senescencia. Como efecto de lo anterior se ha detectado que ocurre un cambio en la permeabilidad de las membranas celulares provocando caída de hojas y pétalos. (Reid y Wu, 1992). Figueroa (2001) obtuvo un intervalo de producción de CO_2 en rosas cortadas de 78.7 hasta los 184.4 $\mu\text{L g}^{-1} \text{h}^{-1}$ al ser sometidas a diferentes soluciones pulso encontrando diferencias significativas entre ellas.

Disminución de sustratos. Otro aspecto importante en el deterioro involucra la disminución de sustratos respiratorios. La rapidez de esta disminución es en parte dependiente de la cantidad de reservas presentes en la flor al momento de ser cortada. Junto con la respiración, la hidrólisis enzimática de componentes celulares son sucesos bioquímicos y metabólicos principales que ocurren durante la senescencia de las flores. Durante el transcurso de la senescencia de los pétalos ocurre una disminución de componentes macromoleculares como almidón, polisacáridos de la pared celular, proteínas y ácidos nucleicos. La senescencia de las flores cortadas está estrechamente relacionada con la

reducción de energía necesaria para las reacciones de síntesis (Kaltaler y Steponkus, 1976).

Disminución de la absorción de agua. La rápida tasa de absorción de agua y la relativamente constante tasa de transpiración cuando las flores cortadas son colocadas en agua, también conduce a la pérdida de turgencia de los tejidos. El agua se pierde por la transpiración natural y se incrementa al momento del corte debido a la pérdida de la habilidad de las membranas para retener los solutos dentro de las células y entonces la humedad pasa gradualmente de célula a célula en dirección a un potencial hídrico menor hasta que alcanza un equilibrio con el medio externo.

Esta disminución de absorción de agua también ha sido atribuido al bloqueo vascular en la base del tallo, lo cual reduce la absorción de agua a través de este. El bloqueo puede tener varias causas como; obstrucción física causada por bacterias o partículas presentes en el agua, por efecto del aire al quedar tallos fuera del agua y permitir la entrada de burbujas de aire. Las bacterias y partículas pueden bloquear completamente el paso del agua al introducirse en el tejido vascular. Esto trae como consecuencias el marchitamiento y el envejecimiento prematuro de las flores. En el caso de las rosas, este fenómeno se hace visible al doblarse los pedúnculos florales (Lineberger y Steponkus, 1976).

Cambios en la pigmentación. Según Francis (1980) otro proceso importante durante la senescencia es el la decoloración o pérdida del color, síntoma común de muchas flores senescentes y en muchos casos es la razón principal para terminar la vida de florero. Los principales pigmentos que contribuyen a los diferentes colores de las flores son los carotenoides y antocianinas. Sin embargo, la cuantificación del contenido de pigmentos no es siempre un indicador del color, el empleo de métodos de medición directa de color son una forma más objetiva de medir los cambios de color que sufren las flores. También se señala que cambios en el color de los pétalos senescentes están influenciados en forma significativa por cambios en el pH de la vacuola y por co-pigmentación con otros flavonoides y compuestos relacionados (Salunkhe *et al.*, 1990).

Borochoy (1996) reportó que la disminución en el pH de los pétalos viejos es causada por un incremento de ácidos orgánicos, pero hay un incremento del pH de la vacuola que se atribuye a la proteólisis y a un incremento de asparginas como principal compuesto amino en pétalos y hojas, seguido por la acumulación de amoníaco.

3.3 El proceso de tinción en flores

El color artificial en flores y follajes involucra una gran variedad de productos como son los espray, polvos, tintas y lacas. Existe una gran variedad de flores blancas que pueden utilizarse para teñirse y cambiarle el color por uno más llamativo. Las flores y follajes pueden ser blanqueados antes del proceso de tinción para lograr un color más uniforme, sin embargo, esta

los pétalos de la flor. El blanqueado consiste en una decoloración química en los tejidos de la planta al ser sumergidos en soluciones como peróxido de hidrogeno, hipoclorito de sodio o de calcio (Stevens, 1998).

La coloración de las flores es una práctica común. Muchos colores son posibles, incluyendo el verde, azul, café y negro, colores ausentes en cultivares naturales. Los colorantes en polvo se diluyen en agua y son absorbidos por los tallos hacia las flores, dejando una atractiva orilla escarchada en los pétalos. Los cultivares blancos son los utilizados para este fin, aunque los rosados tenues se pueden usar para algunos colores (López, 1981).

Hay tintes especiales disponibles para flores en forma de líquido concentrado o polvo, que se mezcla en pequeñas cantidades con agua limpia y caliente (37°C). Se debe experimentar primero con diferentes cantidades de tinte porque las recetas se han mantenido secretas. Dos o tres tintes básicos pueden combinarse para crear tonos adicionales de color. También se agrega un agente solubilizante para incrementar el movimiento del agua en los tallos (Kendall, 1998). Las flores para colorear se dejan a propósito fuera del agua durante unas horas ya que las flores ligeramente flácidas absorben más rápidamente la solución del tinte. Los tallos se recortan antes de sumergirlos. Las flores adsorben suficiente color en 20 a 40 minutos. La intensidad de la coloración se controla con la duración del

tiempo que los tallos permanecen en la solución y con la concentración del tinte (Condon, 1971).

3.4 Secado de flores

El secado de flores es un proceso mediante el cual la flor sufre una pérdida de agua con la finalidad de conservar flores de diferentes especies, manteniendo algunas de las características físicas de las flores frescas por más tiempo, sin que estas sufran daños por hongos, marchites o pudrición (Martínez *et al.*, 2005).

La humedad en las plantas puede existir como: agua libre en las cavidades celulares, agua ligada la cual es retenida higroscópicamente por las paredes celulares, vapor de agua en los espacios vacíos, y finalmente como agua constitutiva en la composición química dentro de las paredes celulares, sólo las fases libre y ligada son removidas de la biomasa en el proceso de secado. El agua libre o absorbida, es la forma predominante y se libera con gran facilidad, se estima en la mayor parte de los métodos usados para el cálculo del contenido en agua.

3.4.1 Técnicas de secado

Existen varias técnicas para lograr la deshidratación de plantas como métodos de secado al aire, uso de tratamientos líquidos, la utilización de materiales desecantes, el prensado y otros como el liofilizado.

Secado al aire. Este método es el más sencillo y barato en el secado de flores y follajes, la única desventaja es que presenta considerables cambios tanto en el tamaño de la flor así como en el color. Para este método solo se requiere de un lugar fresco, seco y templado no menor de 10° C para evitar que un ambiente húmedo provoque la formación de moho, además debe ser un lugar oscuro ya que al colocar las flores a la luz directa del sol se provocaría su decoloración (Thompson, 1995).

El método de secado al aire se puede dividir en:

- Colgados boca abajo.
- Extendidos sobre superficie plana.
- De pie insertados sobre un bloque de unicel.

Pretratamiento con glicerina. La glicerina puede ser adsorbida internamente a través de los tallos. La glicerina es un conservador que sustituye progresivamente el agua de las células de la planta (Arnold, 1997). La glicerina es demasiado espesa para ser absorbida por la planta, por lo general una tercera parte de glicerina es mezclada con dos terceras partes de agua caliente y 1% de un surfactante. El detergente se puede usar como surfactante para reducir la tensión superficial del agua (Armitage, 1993).

El tiempo de permanencia en la solución puede variar según la especie. La principal ventaja de usar glicerina como pretratamiento de secado radica en que el material se mantiene flexible, no se deforma y evita que se torne quebradizo, en cambio tiene el inconveniente de que las hojas y flores no

mantienen su color original adoptando generalmente tonalidades pardas o caqui (Miralles, 1992).

Byczynski (1994) mencionó que el uso de glicerina tiene mejores resultados en los follajes que en las flores ya que estas sufren un cambio drástico en el color, sin embargo, en ambos casos el uso de este compuesto mejora las características de flexibilidad.

Secado con agentes desecantes. Las plantas de consistencia delicada se pueden secar mejor con agentes desecantes o deshidratantes que con las técnicas de secado natural. La mayoría de estos desecantes tienen la característica de ser ligeros y de pequeñas partículas que permiten un secado uniforme y evita que las flores se maltraten. Los desecantes absorben la humedad de la planta, lo que contribuye a su conservación. Con la correcta aplicación de estos agentes se pueden conseguir flores con una apariencia asombrosamente viva. Sin embargo, las flores que son secadas por este método tienen mayor probabilidad de absorber la humedad del ambiente por lo que Hernández (1988) recomienda pulverizar con laca para darles brillo y conseguir que conserven su color y evitar que la humedad las reblandezca.

Una de las actividades más importantes es el cubrimiento de las flores con la mezcla desecante, de esto depende el secado correcto de la flor. El cuidado que se debe de tener al cubrir la flor es simplemente no mover los pétalos de su posición natural y dejar que el desecante invada las cavidades formadas

por la flor. Esta actividad es realizada manualmente porque es la única manera de controlar la penetración correcta del desecante y evitar el movimiento de la posición natural de la flor (Martínez *et al.*, 2005). De acuerdo con Hamel (1971) los métodos granulares son los más exitosos en el secado de flores los cuales tienen la virtud de conservar la forma y el color, en este método el tiempo de secado es variable y depende de cada especie.

Harina de maíz o de arroz. La harina es un desecante de consistencia muy fina que permite ser distribuida por toda la superficie de la flor, incluso entre los pétalos además de que no es cáustica como el detergente y el bórax, sin embargo, puede utilizarse mezclada con estos y resulta ser un material barato y fácil de conseguir.

Martínez *et al* (2005), evaluó tres métodos de secado en rosas y el mejor resultado lo obtuvo al utilizar la harina de arroz como agente desecante en rosas. Este agente también ha sido usado como desecante de semillas en el Banco de Germoplasma de Royal Botanic Gardens.

Bórax. El tetraborato de sodio con 10 moléculas de agua ($B_4O_7Na_2 \cdot 10H_2O$) se usa mezclado con otros productos. Este es un producto de uso agrícola así que es relativamente fácil de conseguir. Se debe tener mucho cuidado con este producto ya que tiende a formar conglomerados que pueden afectar el secado de la flor. Generalmente el secado con bórax provoca

pétalos quebradizos y duros, pero al mezclarlo con un desecante no cáustico se reduce este riesgo (Sarret, 1992).

En el trabajo realizado por Orduño (1995) se concluyó que el tratamiento más indicado para el secado de flores de rosa es la utilización de la mezcla arena de río- bórax, en proporción 1:1 y de 15 a 20 días de secado. Sin embargo, Pérez (1996) recomienda usar la mezcla arena-bórax en proporción 1:3 para secar flores de clavel.

Arena. Se usa para secar flores grandes o muchas flores a la vez. La arena fina de color plata es la más recomendada, pues sus granos son más finos y no necesitan ser lavados y secados. La arena de mar no se recomienda porque contiene sales, y pueden tener un mal efecto sobre las flores. Hamel (1971) clasifica a la arena para gatos como sustituto de la arena, por barata y ligera, usando el mismo método que para otras mezclas granulares y el tiempo requerido es el mismo. Bernabé (1998) reportó que el mejor método para secar flores de gerbera es la mezcla de arena-bórax.

Sílice. El gel de sílice (sílica gel) es el dióxido de silicio SiO_2 , que resulta de la acción de un silicato alcalino; absorbe las moléculas de agua hasta que este saturado. Se puede adquirir como polvo blanco o como cristales blancos o azules cuando se encuentran secos y de color rosa cuando absorben humedad. Este desecante es el más costoso de todos. El tiempo de secado depende de la especie de que se trate, y va desde uno hasta cinco días, se debe revisar con frecuencia para evitar flores quebradizas. La

planta ya está seca cuando al tocar el pétalo este parece como de papel. Entonces se extrae con cuidado la flor del sílica gel y se eliminan los restos del desecante que pudieran quedar en los pétalos con ayuda de una brocha. El gel de sílice puede usarse cuantas veces se requiera, siempre y cuando se seque al horno a 110°C (Miralles, 1992).

Dahiya *et al* (2003) al deshidratar flores de crisantemo, evaluó la eficacia del secado tanto en arena como en sílica gel, teniendo mejores resultados en el tratamiento con sílica gel, al perder mayor contenido de humedad y menor contenido de carotenoides obteniendo flores de bajo peso y de buen color.

Prensado. El prensado es otro método para conservar el material vegetal, aunque resultan plantas en dos dimensiones (planas), es un método sencillo y barato. Los mejores resultados se obtienen al utilizar material pesado sobre el material vegetal. Algunos materiales cambian de color al ser prensados, generalmente las flores amarillas y anaranjadas retienen mejor el color, en cambio algunas de color azul o rojo pueden llegar a beige o marrón (Sarret, 1992).

Liofilizado. Es un procedimiento industrial para el secado de flores, tiene como principal ventaja conservar el color de las plantas en la mayoría de los casos, sin embargo, se trata de una técnica costosa por lo caro que resulta el aparato liofilizador, por lo que normalmente se aplica a especies rentables. Este método se basa en la deshidratación de productos por sublimación al vacío y se reconocen tres fases; la sobre congelación a una temperatura de -

80 °C en el curso del cual el agua libre forma microcristales de hielo, la desecación primaria es donde el producto se somete al vacío para sublimar el hielo y finalmente la desecación secundaria, donde el producto es calentado más intensamente pero manteniéndolo al vacío de manera que se elimine parte del agua residual (Wilkins y Desbourogh, 1986). Con el liofilizado es difícil obtener materiales flexibles, debido a que se pierde un alto porcentaje de humedad por lo que se recomienda usar glicerina como pretratamiento de secado porque mantiene el material flexible, no se deforma y evita que se torne quebradizo (Miralles, 1992).

Cruz (1998) obtuvo mejor resultado al secar flores de hortensia con el método de liofilizado y pretratamiento con glicerina, conservando mejor sus características cualitativas pero teniendo la desventaja de ser un método muy costoso.

3.5 Características de la calidad física de las flores secas

3.5.1 Flexibilidad

La flexibilidad es una característica que permite doblar un material sin que este se quiebre o sufra algún daño. La flexibilidad está dada por el contenido de agua en las estructuras de la flor, las estructuras de la flor se pueden volver quebradizas por un exceso de secado, es decir, cuando se extrae la mayor cantidad de agua posible contenida en la flor. En flores secas se busca que se tenga materiales vegetales que permitan ser manipulados en el transporte, en la colocación de arreglos y en la limpieza de los pétalos sin tener el riesgo de que las flores se quiebren. Por esta razón para tener

flexibilidad se busca que con los métodos de secado se conserve un porcentaje de humedad en las estructuras de la flor con la finalidad de mantener cierto grado de flexibilidad (Saxena, 2001).

3.5.2 Firmeza

La firmeza es una de las características físicas que se refiere al grado de flacidez de las estructuras que sostienen la inflorescencia y en específico a cada flor. En flores secas lo más deseable es tener flores con la menor flacidez posible para lograr la mayor estabilidad en las estructuras florales. La firmeza evita el doblamiento de tallos y la sensación de marchites (Cruz, 1998).

3.5.3 Forma

La forma es un carácter que implica el modificar lo menos posible la forma natural de la flor, es decir, la disposición y forma de los pétalos. En flores secas la forma se termina durante el proceso de secado, ya que se debe de brindar un soporte que permita que los pétalos mantengan su posición original en la flor. Se ha visto que al deshidratar con desecantes ligeros y finos en sus partículas se puede introducir hasta las cavidades de la flor y lograr un secado más uniforme, además de que el mismo desecante puede servir como soporte para mantener la forma original de la flor (Martínez *et al.*, 2005).

3.5.4 Color

El color es una de las características que se busca mantener lo más natural posible. La conservación o cambio de tonalidad en el color de las flores

secas va a depender de la especie, el método de secado, o la tonalidad del color original de la flor. En general las flores blancas tienden al color crema con el secado. Los colores violetas y púrpuras tienden a oscurecerse. Usualmente las flores amarillas no alteran su color después del proceso de secado (Sarret, 1992).

3.5.5 Abscisión

La abscisión es el fenómeno que causa la caída de flores, pétalos y botones promovida por el etileno. El tiempo que tarde en presentarse este fenómeno va a depender de la especie y la edad de la flor, entre mayor edad, mayor abscisión de pétalos tanto en flores frescas como secas y entre más rápido sea el secado menor será el fenómeno de caída de pétalos (Orensanz, 1996).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en el 2008, en el Laboratorio de Usos Múltiples del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México.

4.2 Material vegetal

Se utilizaron rosas de cultivar blanco "MarcoPolo". Las flores fueron adquiridas en la central de abastos de la ciudad de México teniendo 3 días de haber sido cortadas, clasificadas y empacadas. El experimento se estableció al siguiente día de haberlas adquirido.

4.3 Preparación del material vegetal

Antes de someter los tallos a los diferentes tratamientos fueron clasificados de acuerdo a su apertura floral y grosor del tallo, utilizando sólo los tallos de mayor apertura floral y grosor. Posteriormente se cortaron dejándolos con una longitud de 35 cm.

4.4 Factores de estudio

- **Soluciones de tinción:**
 - Sol. 1. Agua (testigo)
 - Sol. 2. Agua + colorante
 - Sol. 3. Agua + colorante + glicerina + Freeway®
 - Sol. 4. Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®

Preparación de las soluciones. La solución 1 (testigo) únicamente tenía agua. Para la preparación de la solución 2, se calentó un litro de agua y se le agregó 2 g de colorante azul "Design Master®". La elaboración de la solución 3 consistió en agregar 0.3 % del surfactante "Freeway®" en un litro de agua, del cual se tomaron 800 mL para ser calentados y posteriormente agregar 200 mL de glicerina y 2 g del colorante. En la solución 4 primero se preparó un litro de agua con 1.5 % del surfactante "DAP-PLUS®", tomando 800 mL para ser calentados y después agregar 200 mL de glicerina y 2 g del colorante. En general la preparación de las soluciones consistió en mezclar los compuestos, calentar a 75° C hasta disolver el colorante en polvo y enfriar a 45°C para así poder sumergir los tallos correspondientes a cada solución.

Se eligió el uso de "Freeway®", porque es un coadyuvante, surfactante humectante, dispersante y penetrante líquido concentrado que disminuye la tensión superficial de las soluciones de aspersión y promueve una rápida dispersión con dosis bajas de uso. El ingrediente activo de este producto es el copolímero de silicón-eter, alcohol etoxilado y glicol propileno.

El surfactante DAP-PLUS® es un nuevo coadyuvante altamente concentrado en acidificantes y reguladores de pH orgánicos, polialcoholes y glicoles con acción dispersante, penetrante y antiespumante. Éste producto acidifica y buferiza el agua que se utiliza para las soluciones, incrementa la compatibilidad de las mezclas de agroquímicos sin alterar su composición y reduce los problemas de espuma en las mezclas.

- **Métodos de secado:**

- Sílica gel
- Arena- bórax
- Secado al aire

Descripción de los métodos de secado. Para el primer método, se aplicó en el interior de una caja de plástico una capa de 5 cm de sílica gel y por encima se colocaron las rosas tratando de no encimar unas con otras, luego se cubrió con otra capa ligera de sílica, de manera que las rosas no quedaran aplastadas por el peso del desecante. Finalmente la caja se tapó perfectamente para no tener contacto con el exterior. El segundo método de secado consistió en realizar una mezcla de arena para gatos y bórax en una proporción de 1:1 procediendo de la misma manera que el método anterior. Para el tercer método de secado, sólo se colgaron las flores en un lazo colocado en el laboratorio cerca de la ventana con la cortina cerrada. La temperatura se midió diariamente durante todo el periodo de secado para tener el promedio que fue de 27°C. Los tres procedimientos anteriores pueden visualizarse en la figura 1.

Establecimiento del experimento. El número de tallos florales se dividió en cuatro partes iguales, usando 15 tallos por solución de tinción. El periodo de tinción tuvo una duración de 24 horas, donde cada tallo fue etiquetado indicando el número de la solución al que fue sometido. Una vez transcurridas las 24 horas de inmersión, se midió el diámetro de la flor y se pesó cada uno de los tallos. En seguida los tallos fueron distribuidos en los

tres métodos de secado, de tal manera que cada método tuviera 5 tallos florales de cada tipo de solución de tinción. El tiempo que los tallos florales permanecieron en cada método de secado fue diferente y finalizó cuando el peso de los tallos se mantuvo constante.

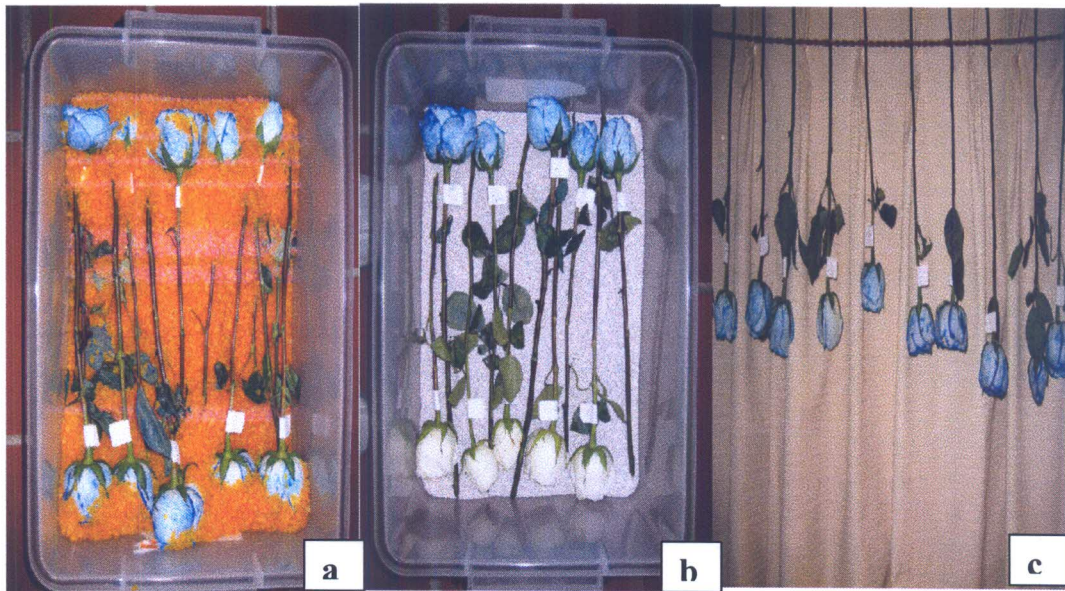


FIGURA 1. Ilustración de los métodos de secado. a) Método de secado en sílica gel, b) Método de secado en la mezcla arena-bórax, c) Método de secado al aire.

4.5 Diseño de tratamientos

El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial de 4x3 que correspondió a cuatro soluciones de tinción y tres métodos de secado. De esta forma se tuvieron 12 tratamientos correspondientes a las combinaciones de los diferentes niveles (Cuadro 1). Cada tratamiento con 5 repeticiones tomando como unidad experimental cada tallo floral.

CUADRO 1. Descripción de los tratamientos utilizados para la tinción y deshidratación de rosa.

Núm. de Tratamiento	Tipo de Solución	Método de Secado
1	Solución 1: Agua (testigo)	Sílica gel
2		Arena-bórax
3		Secado al aire
4	Solución 2: Agua + colorante	Sílica gel
5		Arena-bórax
6		Secado al aire
7	Solución 3: Agua + colorante + glicerina + Freeway®	Sílica gel
8		Arena-bórax
9		Secado al aire
10	Solución 4: Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®	Sílica gel
11		Arena-bórax
12		Secado al aire

4.6 Análisis estadístico

En las variables cuantitativas (etileno, respiración, velocidad de absorción, diámetro de la flor y pérdida de peso) se realizó un análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$). En las variables cualitativas (flexibilidad, apariencia, textura y forma) se realizó una prueba de Kruskal-Wallis y comparación de rangos para efectos principales y tratamientos (Conover, 1980).

4.7 Variables respuesta evaluadas

- Durante la aplicación de soluciones de de tinción:

Producción de etileno ($\text{nL. g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) y CO_2 ($\mu\text{L. g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$). Se midieron al inicio y después de tres horas de inmersión en las soluciones de tinción por medio del método estático, el cual consistió en colocar tres tallos florales en un recipiente herméticamente cerrado de volumen conocido durante una hora, con una jeringa hipodérmica se extrajo 5 mL de los gases producidos por las flores acumulados en el interior del recipiente de plástico. La figura 2 ilustra cómo se colocaron las flores dentro de los recipientes. Cada muestra se inyectó en tubos cerrados al vacío (vacutainers) que se mantuvieron en refrigeración hasta el día que se realizó la medición en el cromatógrafo de gases marca Varian 3400. Este aparato mide mediante un programa de cómputo la altura pico del etileno y CO_2 así como el área de la misma.

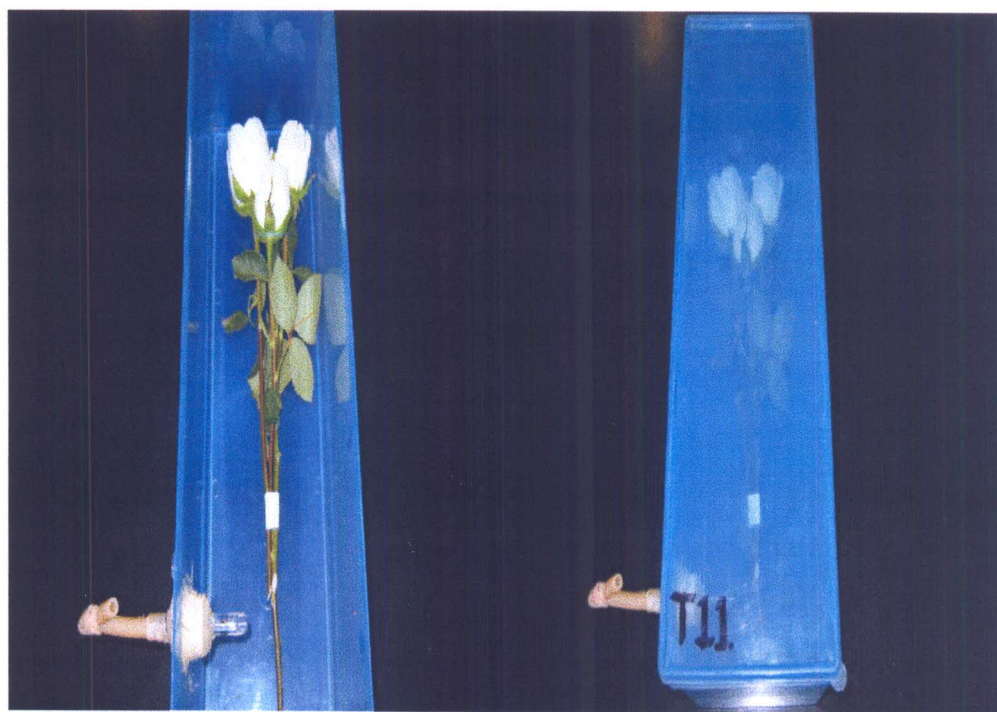


FIGURA 2. Colocación de las rosas dentro del recipiente para medir respiración y etileno.

Velocidad de absorción de las soluciones de tinción (m. s^{-1}). A los tallos utilizados para medir esta variable se les hizo una pequeña incisión 30 cm por arriba de su base y se registró el tiempo que transcurrió desde que se sumergieron los tallos en las diferentes soluciones hasta que se tiñera de azul la herida de cada tallo. El tiempo registrado sirvió para calcular la velocidad de absorción de cada tipo de solución.

- **Al inicio y final de la aplicación de los métodos de secado:**

Pérdida de peso (%). Se midió la variación del peso del tallo floral, entre el inicio y final del método de deshidratación. Por lo que el primer peso de cada tallo floral se registró una vez concluido el tiempo de inmersión en las soluciones y el segundo peso se tomó al finalizar el tiempo de secado. Se utilizó una balanza digital expresando el porcentaje en base a su peso inicial.

Reducción del diámetro de la flor (%). Una vez concluido el tiempo de inmersión se midió el diámetro de la flor con un vernier digital. Una segunda medición fue al término de la deshidratación, esto con la finalidad de obtener el porcentaje de reducción de la cabeza de la flor al ser sometida a un método de deshidratación.

- **Después de la aplicación de los métodos de deshidratación:**

Las variables cualitativas (flexibilidad, apariencia, textura y forma) se evaluaron sensorialmente de forma visual y mediante el tacto al finalizar el método de secado, asignando un valor numérico de acuerdo a las

características estéticas que presentó cada flor seca, recurriendo a una escala numérica. El Cuadro 2 especifica el valor asignado para cada característica. Los números de mayor valor describen las características deseables y los de menor valor indican características negativas o de mala calidad.

CUADRO 2. Escalas numéricas de las variables cualitativas evaluadas en rosas secas y teñidas.

Variable	Escala				
	1	2	3	4	5
Flexibilidad en hojas	Rígido	Medianamente rígido	Medianamente flexible	Flexible	
Apariencia	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Textura en pétalos	Quebradiza	Medianamente quebradiza	Medianamente suave	Suave	
Forma	Deforme	Medianamente deforme	Buen estado		

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 1A) indica que para las variables producción de CO₂, etileno y velocidad de absorción se tiene diferencia significativa entre los tipos de soluciones, el coeficiente de variación para producción de CO₂ y etileno es de 5.3 y 3.7 respectivamente, lo que hace confiable los resultados de estas variables, sin embargo, el coeficiente de variación de la velocidad de absorción es muy alto y podría ser no muy confiable. A continuación se describe el efecto de las soluciones en cada una de las variables.

5.1 Variables cuantitativas

5.1.1 Producción de CO₂

La figura 3 muestra que la tasa respiratoria inicial de las flores no varió entre los tipos de soluciones y en promedio fue de 108.826 $\mu\text{L g}^{-1} \text{h}^{-1}$ de CO₂, sin embargo, tres horas después la respiración no fue la misma en los distintos tratamientos. Se observó un incremento significativo en la producción de CO₂ en las soluciones 2, 3 y 4 en comparación al testigo de las flores de las cuales las soluciones 3 y 4 fueron estadísticamente diferentes entre ellas, presentándose el valor más alto con la solución 4 con 224.736 $\mu\text{L g}^{-1} \text{h}^{-1}$ de CO₂.

Lineberger y Steponkus (1976) reportaron que las rosas cortadas, presentan un incremento climatérico y que éste puede ser adelantado por un estrés hídrico, al ser obstruido el flujo de agua por diferentes causas como la

obstrucción física causada por bacterias o partículas presentes en el agua, por efecto del aire al quedar tallos fuera del agua y permitir la entrada de burbujas de aire, etc. Por lo que, el incremento de respiración en las soluciones 2, 3 y 4 pudo deberse a que las flores sufrieron un estrés, por la presencia del colorante en la solución, que de alguna forma obstruyó el ascenso del agua por los vasos conductores del xilema y/o por la densidad de la solución al contener glicerina.

Estos valores de incremento en respiración, son semejantes a los obtenidos por Figueroa (2001) al medir respiración en rosa cortada y sometida a diferentes soluciones pulso, obteniendo diferencias significativas entre los tipos de solución.

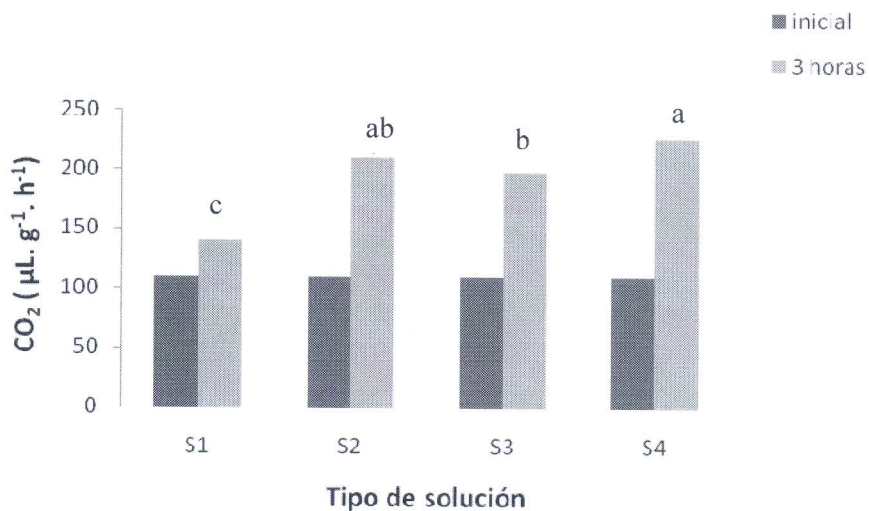


FIGURA 3. Efecto de las soluciones en la producción de CO_2 al inicio y a las tres horas de inmersión. Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa (Tukey, $P \leq 0.05$); S1: Agua (testigo); S2: Agua + colorante; S3: Agua + colorante + glicerina + Freeway®; S4: Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®.

5.1.2 Etileno

Según Borochoy (1996) los procesos de incremento en la producción de etileno y CO_2 en rosas cortadas, se inician al mismo tiempo. De tal forma, que al haberse registrado un incremento en la producción de CO_2 a las tres horas de inmersión, se esperaba que eso también ocurriera con el etileno. En la figura 4 se confirma lo mencionado anteriormente, al registrarse un aumento significativo en producción de etileno en las flores de las soluciones 2, 3 y 4 estadísticamente iguales en comparación al testigo, a las tres horas de inmersión, la producción inicial de etileno fue en promedio de $2.09 \text{ nL g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para los cuatro tipos de soluciones.

Este incremento en la producción de etileno provocó la caída de algunas hojas, que de acuerdo con Reid y Wu (1992) se da por un cambio en la permeabilidad de las membranas al activarse las enzimas de degradación de la pared celular.

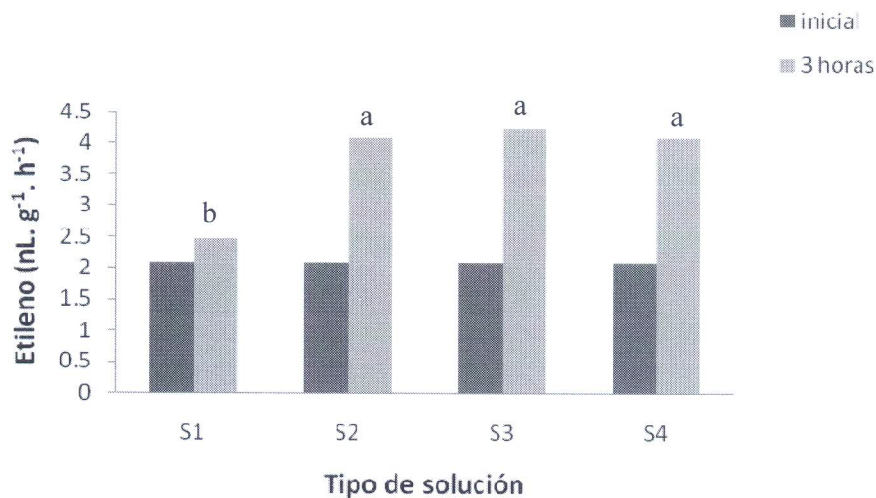


FIGURA 4. Efecto de las soluciones en la producción de etileno al inicio y a las tres horas de inmersión. Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa (Tukey, $P \leq 0.05$); S1: Agua (testigo); S2: Agua + colorante; S3: Agua + colorante + glicerina + Freeway®; S4: Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®.

5.1.3 Velocidad de absorción

La figura 5 indica que estadísticamente existe diferencia significativa entre los tipos de soluciones, al registrarse diferentes velocidades de absorción para cada una de ellas, siendo la solución 2 con el valor más alto de pH, en la que los tallos florales registraron mayor velocidad de absorción. Según Boyer (1985), el transporte de agua a través del tallo se ve influenciado por el valor de pH, favoreciendo la absorción a pH ácidos. Sin embargo, la densidad de la solución 2 fue menor a las otras soluciones al no contener glicerina, este factor determinó la velocidad de absorción, ya que el transporte de agua a través del xilema se da en forma diluida de acuerdo con Flowers (1922).

Las soluciones 3 y 4 estadísticamente diferentes entre ellas, tuvieron igualdad de condiciones al contener glicerina, pero diferente valor de pH por el surfactante utilizado en cada una de ellas, la solución 4 fue la que registró mayor velocidad de absorción por las flores.

En este caso, a menor valor de pH, mayor fue la velocidad de absorción. Finalmente con éste resultado se comprobó la efectividad del surfactante DAP-PLUS® el cual bajó el valor de pH en la solución, en comparación con el surfactante Freeway® que mantuvo un valor de pH neutro

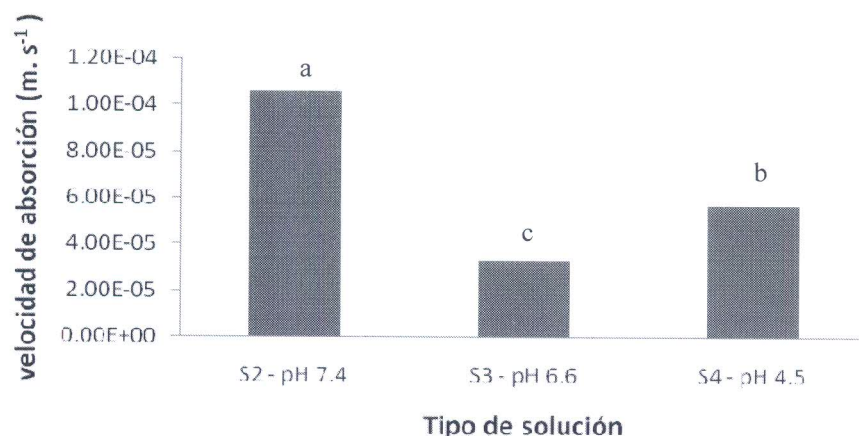


FIGURA 5. Efecto de las soluciones en la velocidad de absorción de acuerdo a su densidad y valor de pH. Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa (Tukey, $P \leq 0.05$); S2: Agua + colorante; S3: Agua + colorante + glicerina + Freeway®; S4: Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®.

El Cuadro 2A indica que la variable pérdida de peso fue significativa entre los tipos de soluciones y métodos de secado así como en la interacción de los mismos, tuvo un coeficiente de variación pequeño lo que hace tener mayor grado de confiabilidad en los resultados.

La prueba de Kruskal- Wallis del Cuadro 3A indica que la flexibilidad y textura fueron significativas sólo entre soluciones y tratamientos, la apariencia fue significativa tanto entre soluciones y métodos de secado, como entre tratamientos y finalmente la variable forma fue significativa sólo entre métodos de secado y tratamientos. A continuación se describen cada una de las variables por efectos simples y entre tratamientos.

CUADRO 3. Comparación de medias entre los diferentes tipos de solución para las variables pérdida de peso y reducción del diámetro evaluados en rosas secas.

Tipo de Solución	Variables	
	Pérdida de peso (%)	Reducción del diámetro (%)
Solución 1: Agua (testigo)	72.67 a ^z	17.60 a
Solución 2: Agua + colorante	72.80 a	18.17 a
Solución 3: Agua + colorante + glicerina + Freeway®	62.42 b	19.29 a
Solución 4: Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®	64.73 b	20.65 a
DMS	3.37	4.50

^zValores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$); DMS: diferencia mínima significativa

CUADRO 4. Comparación de medias entre los métodos de secado para las variables pérdida de peso y reducción del diámetro evaluadas en rosas secas.

Método de secado	Variables	
	Pérdida de peso (%)	Reducción del diámetro (%)
Sílica	72.71 b ^z	27.96 a
Arena-bórax	53.82 c	18.46 b
Aire	77.93 a	10.37 c
DMS	2.65	3.54

^zValores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$); DMS: diferencia mínima significativa

CUADRO 5. Comparación de medias entre el tipo de solución y método de secado para las variables pérdida de peso y reducción del diámetro evaluadas en rosas secas.

Método de secado	Tipo de solución	Variables	
		Pérdida de peso (%)	Reducción del diámetro (%)
Sílica	S1	77.79 b ^z	25.11 bc
	S2	78.29 b	25.45 b
	S3	62.73 d	26.82 b
	S4	72.03 c	34.45 a
Arena-bórax	S1	54.90 ef	17.98 d
	S2	56.89 e	18.07 d
	S3	52.73 ef	19.30 cd
	S4	50.77 f	18.48 d
Aire	S1	85.33 a	9.71 e
	S2	83.22 a	10.99 e
	S3	71.79 c	11.76 e
	S4	71.38 c	9.04 e

^zValores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo (Tukey, $P \leq 0.05$); S1: Agua (testigo); S2: Agua + colorante; S3: Agua + colorante + glicerina + Freeway®; S4: Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®.

5.1.4 Pérdida de peso (%)

Existe diferencia significativa entre los tipos de soluciones (Cuadro 3), las soluciones 1 y 2 fue en las que se tuvo el mayor porcentaje de pérdida de peso y las soluciones 3 y 4 en las que se presentó menor porcentaje, esta diferencia pudo deberse a que las soluciones 3 y 4 contenían glicerina, que al ser absorbida aumentó el peso de los tallos florales en comparación con las soluciones 1 y 2 que no contenían glicerina.

Estadísticamente los métodos de secado son diferentes para la variable pérdida de peso (Cuadro 4), en el cual, el método de secado arena-bórax fue en el que se presentó menor porcentaje de pérdida de peso, al no absorber la humedad de las flores provocando manchado en los pétalos. El método en el que se presentó el mayor porcentaje de pérdida de peso fue en el secado al aire. Saxena (2001) y Dahiya (2003) concluyeron que la mayor pérdida de peso al deshidratar flores de crisantemo, ocurrió en el método de secado en sílica en comparación con la arena, pero no se tiene referencia del secado al aire de esta variable para realizar una comparación.

El Cuadro 5 muestra la interacción que hubo entre el tipo de solución y el método de secado, estadísticamente la pérdida de peso de las flores en las diferentes soluciones fue similar en el método de secado de sílica y al aire, las soluciones 1 y 2 fueron las que generaron mayor porcentaje de pérdida de peso y las soluciones 3 y 4 en las que se obtuvo menor porcentaje. El método de secado de arena-bórax no presentó el mismo comportamiento entre las soluciones ya que estadísticamente fueron iguales, lo que indica

que no importa el tipo de solución que se use, el efecto será el mismo para este método de secado.

5.1.5 Reducción del diámetro de la flor (%)

Con relación a esa variable lo importante es que se reduzca lo menos posible el diámetro de la flor al ser sometida a un tratamiento de secado (Martínez *et al*, 2005). Los resultados del Cuadro 3 indican que no hubo diferencia significativa entre los tipos de soluciones en la reducción del diámetro de la flor.

Los métodos de secado fueron estadísticamente diferentes de acuerdo al Cuadro 4 para esta variable, el secado al aire fue el que registró el menor porcentaje de reducción del diámetro en comparación con el método de secado de sílica, donde se redujo hasta un 28 %. Esta diferencia pudo deberse a que la sílica absorbió rápidamente la humedad de las flores en los primeros días, lo que hizo que los pétalos de la flor se compactaran disminuyendo su tamaño, mientras que el secado al aire se realizó lentamente sin reducir drásticamente el diámetro de la flor.

El Cuadro 5 muestra que no hubo interacción entre el tipo de solución y el método de secado. Estadísticamente la reducción del diámetro de las flores en las diferentes soluciones, fue similar en los tres métodos de secado, por lo que no importa el tipo de solución que se use, el efecto será el mismo, el factor que determinó la reducción del diámetro fue el método de secado utilizado.

5.2 Variables cualitativas

CUADRO 6. Comparación de medias entre los diferentes tipos de solución para las variables flexibilidad, apariencia, textura y forma evaluadas en rosas secas.

Tipo de solución	Variables			
	Flexibilidad	Apariencia	Textura	Forma
S1	15.70 b ^z	18.13 b	16.16 c	32.80 a
S2	15.70 b	35.26 a	17.33 c	31.13 a
S3	42.83 a	33.33 a	39.16 b	29.03 a
S4	47.76 a	35.26 a	49.33 a	29.03 a
DMS	5.65	11.50	6.23	12.10

^zValores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis con $P \leq 0.05$. DMS: diferencia mínima significativa; S1: Agua (testigo); S2: Agua + colorante; S3: Agua + colorante + glicerina + Freeway®; S4: Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®.

CUADRO 7. Comparación de medias entre los métodos de secado para las variables flexibilidad, apariencia, textura y forma evaluadas en rosas secas.

Método de Secado	Variables			
	Flexibilidad	Apariencia	Textura	Forma
Sílica	29.72 a ^z	38.42 a	30.97 a	23.37 b
Arena-bórax	30.52 a	13.87 b	29.95 a	25.57 b
Aire	31.25 a	39.20 a	30.57 a	42.55 a
DMS	10.82	7.79	10.69	8.82

^zValores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis con $P \leq 0.05$. DMS: diferencia mínima significativa.

CUADRO 8. Comparación de medias entre el tipo de solución y método de secado para las variables flexibilidad, apariencia, textura y forma evaluadas en rosas secas.

Método de secado	Tipo de solución	Variables			
		Flexibilidad	Apariencia	Textura	Forma
Sílica	S1	15.7 b ^z	20.6 b	15.0 c	26.2 bc
	S2	15.7 b	43.4 a	18.5 c	19.3 c
	S3	40.7 a	43.4 a	41.9 ab	24.0 bc
	S4	46.8 a	44.3 a	48.5 ab	24.0 bc
Arena- bórax	S1	15.7 b	15.9 b	15.0 c	26.2 bc
	S2	15.7 b	13.2 b	18.5 c	28.1 ab
	S3	43.9 a	13.2 b	37.8 b	4.0 bc
	S4	46.8 a	13.2 b	48.5 ab	24.0 bc
Aire	S1	15.7 b	17.9 b	18.5 c	46.0 a
	S2	15.7 b	49.2 a	15.0 c	46.0 a
	S3	43.9 a	43.4 a	37.8 b	39.1 ab
	S4	49.7 a	46.3 a	51.0 a	39.1 ab

^zValores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis con $P \leq 0.05$. S1: Agua (testigo); S2: Agua + colorante; S3: Agua + colorante + glicerina + Freeway®; S4: Agua + colorante + glicerina + DAP-PLUS®.

5.2.1 Flexibilidad en hojas

La flexibilidad de las hojas es muy importante pues de ello depende el tipo de manejo y empaque que se le dé a la flor para evitar la caída de las mismas. Una flor seca con hojas muy rígidas pierde fácilmente sus hojas al ser manipulada, mientras que una flor seca y flexible tolera más la manipulación en el empaque (Saxena, 2001).

Existe diferencia significativa entre los tipos de soluciones (Cuadro 6), las soluciones 3 y 4 fueron las que presentaron mayor grado de flexibilidad por haber absorbido glicerina durante el proceso de tinción, en comparación con las soluciones 1 y 2 que no contenían glicerina. Esto confirma lo escrito por Arnold (1997) de que la glicerina es un conservador que sustituye progresivamente el agua de las células de la planta evitando que el material se torne quebradizo al ser sometido a un método de secado.

Estadísticamente los métodos de secado fueron iguales para la variable flexibilidad (Cuadro 7). En este caso no se presentó interacción entre el tipo de solución y el método de secado para la variable flexibilidad (Cuadro 8), estadísticamente la flexibilidad de las hojas en cada tipo de solución fue similar en cada método, las soluciones 3 y 4 fueron las que presentaron mayor grado de flexibilidad. El factor que determinó el grado de flexibilidad en una flor fue el tipo de solución y no el método de secado.

5.2.2 Apariencia

En una flor seca es muy importante la apariencia pues de ello depende la preferencia del consumidor (Martínez *et al.*, 2005). El Cuadro 6 indica que hubo diferencias significativas entre los tipos de soluciones, las soluciones 2, 3 y 4 fue en las que se presentó mejor apariencia en comparación con la solución 1. Esta diferencia se debió a que las soluciones 2, 3 y 4 contenían el colorante que permitió tomar a la flor una mejor apariencia, al ser teñida de color azul quedando escarchada la orilla del pétalo (figura 6), mientras que la solución 1(testigo) sólo fue agua y el color de las flores al término del secado se torno de color crema, provocando una mala apariencia.

Los métodos de secado fueron estadísticamente diferentes entre ellos (Cuadro 7), el secado con arena-bórax fue el que presentó el menor grado de apariencia al manchar los pétalos de las rosas (figura 7) y los que generaron una mejor apariencia fueron los métodos de sílica y secado al aire estadísticamente iguales. Este resultado es similar al reportado por Dahiya *et al* (2003) al realizar una comparación entre la sílica y arena secando flores de crisantemo, obteniendo mejores resultados de apariencia con la sílica.

Esta variable se vió afectada tanto por el tipo de solución y por el método de secado. Para el método de sílica y secado al aire las soluciones donde se obtuvo mejor apariencia fue en la 2, 3 y 4 y para el método de secado con arena-bórax la apariencia fue estadísticamente igual en los cuatro tipos de solución.



FIGURA 6. Intensidad de coloración de las flores de acuerdo al tipo de solución



FIGURA 7. Manchado de flores en el método de secado arena-bórax

5.2.3 Textura en pétalos

Los resultados del Cuadro 6 mostraron que si hubo diferencia significativa entre los tipos de soluciones para la variable textura, la solución 4 fue en la que estadísticamente se presentó el mayor grado de textura en pétalos, en comparación con las soluciones 1, 2 y 3. La diferencia en el grado de textura entre la solución 3 y 4 pudo deberse a que los tallos florales inmersos en la solución 4 absorbieron mayor cantidad de glicerina por su bajo pH en comparación con la solución 3 que también contenía glicerina pero su pH fue más alto. Y la diferencia entre la solución 4 en comparación con las soluciones 1 y 2 se debió a que estas soluciones no contenían glicerina y los pétalos fueron muy quebradizos.

En el trabajo realizado por Byczynski (1994) se reportó que al usar glicerina como pretratamiento en el secado de flores y follajes se evita la caída de hojas y pétalos manteniendo un cierto grado de flexibilidad y textura en ellos.

Los resultados del Cuadro 7 demuestran que no hubo diferencia significativa entre los métodos de secado. En esta variable no se presentó interacción entre el tipo de solución y el método de secado (Cuadro 8), la textura en pétalos de cada tipo de solución fue similar en cada método de secado, las soluciones 3 y 4 fueron en las que se obtuvo mayor grado de textura. El factor que determinó el grado de textura en una flor fue el tipo de solución y no el método de secado.

5.2.4 Forma

Los resultados del Cuadro 6, muestran que en esta variable no hubo diferencia significativa entre los tipos de solución, pero si entre los métodos de secado (Cuadro 7), donde el secado al aire fue el que mantuvo mejor la forma, en comparación con la sílica y arena en donde se obtuvo una forma menos adecuada. Esta diferencia pudo deberse a que en el secado al aire las flores no tuvieron contacto con ningún desecante que pudiera aplastarlas. La forma que tomaron las flores secas en el método de secado de sílica y arena dependió de la colocación de las flores dentro de la caja donde fueron secadas y del peso de las capas del agente desecante, ya que éste último influyó de manera importante, pues al absorber la humedad de las flores, el desecante adquirió mayor peso y algunas flores se aplastaron.

No se presentó interacción entre el tipo de solución y el método de secado (Cuadro 8), estadísticamente la forma de las flores en cada tipo de solución fue la misma en cada método de secado. Por lo que se deduce que el factor que influyó en la variable forma, fue el método de secado y no el tipo de solución. Orduño (1995) mencionó que de los tres tipos de flores utilizadas en su trabajo (rosa, clavel y gerbera) la rosa presentó mayor porcentaje (23%) de deformación, en comparación con las otras especies, al secarla con la mezcla arena-bórax.

VI. CONCLUSIONES

La solución 4 fue la mejor solución de tinción que mejoró la apariencia, flexibilidad y textura en tallos de rosas secas. La aplicación de glicerina en la solución incrementó la respiración y la producción de etileno, lo cual aceleró el proceso de senescencia y muerte de la flor favoreciendo su rápida deshidratación.

El surfactante DAP-PLUS® acidificó el pH de la solución de tinción lo que aumentó la velocidad de absorción.

El método con mayor éxito para la deshidratación de rosas que mejoró las características comerciales, fue el secado al aire, el cual mantuvo la forma de la flor y en el que se perdió el mayor porcentaje de humedad, lo que evito la pudrición de los pétalos y aparición de hongos.

VII. LITERATURA CITADA

- Armitage, A.M. 1993. Specialty Cut Flowers. Ed. Varsity Press/Timber Press Inc. Oregon, USA. 372 p.
- Arnold, M. 1997. Ramos y Centros de Flores Secas. Ed. Susaeta. Madrid, España. 171 p.
- Bernabé A., A. 1998. Diferentes métodos de secado en flores de gerbera. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Bidwell, R.C. 1979. Plant physiology. Ed. McMillan, New York, USA. 726 p.
- Boyer, J.S. 1985. Water transport. Ann. Rev. Plant Physiol. 36: 473-516
- Borochoy, A. and T. Tirosh. 1996. Absciscic acid content of senescing petals on cut rose flowers as affected by sucrose and water stress. Plant Physiology 58: 175-178
- Byczynski, L. 1994. Dry a harvest of beauty. Organic Gardening 41 (7): 44-49.
- Condon, G. 1971. The complete book of flowers preservation. Ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs N. J., U.S.A.
- Conover, W.J. 1980. Practical nonparametric statistics. 2ª. Edición. Ed. John Wiley. New York, U.S.A.
- Cruz C., L. 1998. Deshidratación de flores de hortensia por liofilizado y tratamientos granulares. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Dahiya, D.S., D. Unnikrishnan, A.K. Gupta, S.K. Sehrawat and S. Siddiqui. 2003. Dehydration of anual Chrysanthemum (*C. coronarium*). Acta Horticulturae 624: 385-387.
- Figueroa C., I.E. 2001. Cambios fisiológicos en poscosecha de dos cultivares de rosa con diferente duración en florero. Tesis. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México

- Flowers, J.J. and A.R. Yeo. 1992. Solute transport in plants. An imprint of Chapman & Hall. New York, U.S.A. 175 p.
- Francis, F.J. 1980. Color quality evaluation of horticultural crops. HortScience 15(1): 58- 59.
- Gil Martínez, F. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.
- Hamel E. V. 1971. Creative designs with dried and flowers. Ed. Simons and Shulters. New York, USA. pp 44-46.
- Hernández Briz, V. 1988. Arte Floral. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 92p.
- Hoyos de M., V.; N. Palma de V. 1995. Diccionario de floricultura Ball. Ball Publishing, Illinois, USA. 414p.
- Kaltaler, R. E. L.; P. L. Steponkus. 1976. Factors affecting respiration in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 352-354.
- Kendall, N. M. 1998. Dried Flowers. Organic Gardening 90 (234): 10-12.
- Lineberger, R. D. ; P.L. Steponkus. 1976. Identification and localization of vascular occlusions in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 246-250.
- López, M. 1981. Cultivo del rosal en invernadero. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Martinez A., A.; J. M. Goytia; P A. Barrientos, y A. F. Espinosa. 2005. Métodos de deshidratación y calidad comercial de la flor de rosa. Rev. Chapingo Serie Horticultura. 9(1): 167-173.
- Miralles del Imperial, H.R. 1992. Flores Secas de Nuestros Campos y Jardines. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 156 p.
- Orduño C., A. 1995. Influencia de diferentes mezclas de arena y bórax sobre el secado de tres especies de flores. Rev. Chapingo Ser. Horticultura 1(3): 93-97.
- Orensanz, P. 1996. El arte de las flores secas. Ediciones contrastes. Madrid, España.

- Pérez G.,J.G. 1996. Efecto del secado granular en tres estados de apertura floral en nueve variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus* L). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Quesada, M.A.; V. Valpuesta. 2000. Juvenilidad, senescencia y abscisión. In: J.Azcón-Bieto y M. Talón (eds). Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw Hill. pp. 451-464.
- Reid, M. S.; M. Wu. 1992. Ethylene and flower senescence. Plant Growth Regulation 11:37-43.
- Salunkhe, D. K.; N.R. Bhat; B.B. Desai. 1990. Postharvest biotechnology of flowers and chemicals plants. Springer Verlag. Berlin. 192 p.
- Sarret G.,J. 1992. Arreglos florales. Tomo 4: Manualidades Florales. Hyma Grupo Editorial. Barcelona, España. 96 p.
- Saxena, O. and H. Pandya. 2001 Preservation of *Chrysanthemum* sp. by drying. Acta Horticulturae 543: 367- 370.
- Stevens, A. B. 1998. Field grown cut flowers. Edit. Avatar's world. Second ed. Edgerton, U.S.A. 392 p.
- Thompson, S.D. 1995. Creative decorations whit dried flowers. Ed. Heartside press. New York, U.S.A.
- Wilkins, H. F. and S. L. Desborough. 1986. Cryo-drying of *Dianthus caryophyllus* L. flowers. Acta Horticulturae 181: 477- 481.

CUADRO 3A. Prueba de Kruskal – secas.

FV	F	
Soluciones		
Secado		
Tratamientos		

NS *, No significativo y significativo a una $P \leq$

ANEXO

CUADRO 1A. Análisis de varianza para producción de CO₂, etileno y velocidad de absorción evaluados en tallos florales de rosas en los diferentes tipos de soluciones.

FV	GL	Cuadrados Medios		
		CO ₂ (μL. g ⁻¹ . h ⁻¹)	Etileno ((nL. g ⁻¹ . h ⁻¹)	Velocidad de absorción (m.s ⁻¹)
Soluciones	3	4129.0*	2.27*	6.20E-9*
Error	8	105.6	0.02	1.97E-10
Total	11			
CV		5.3	3.76	19.74
Media		192.54	3.77	0.000071

*, significativo a una $P \leq 0.05$; FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; CV: coeficiente de variación.

CUADRO 2A. Análisis de varianza para pérdida de peso y diámetro de la flor evaluados en tallos florales de rosas en los diferentes tipos de soluciones y métodos de secado.

FV	GL	Cuadrados Medios	
		Pérdida de peso (%)	Reducción del diámetro de la flor (%)
Soluciones	3	433.2*	27.2 ^{NS}
Secado	2	3216.5*	1548.8*
Soluciones x secado	6	67.8*	39.2 ^{NS}
Error	48	12.0	21.4
Total	59		
CV		5.0	24.4
Media		68.15	18.93

^{NS} *, No significativo y significativo a una $P \leq 0.05$; FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; CV: coeficiente de variación.