

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR PÉRDIDA DE
CALIDAD POSTCOSECHA EN UVA DE MESA

POR

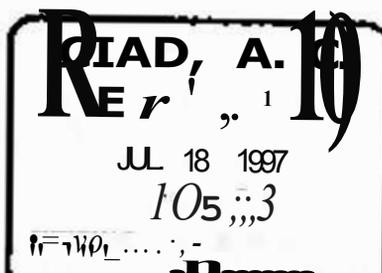
BETHZABET SASTRÉ FLORES

TESIS APROBADA POR LA

DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD
EN NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

ERIE, LOS, LLC :C, :; Uil/1



ABRIL DE 1997.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Capítulo 2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Panorama de los Problemas Postcosecha	4
Pérdidas Postcosecha	6
Generalidades de la Vid	8
Importancia Económica	8
Mundial	8
Nacional	8
Regional	9
Características Fisiológicas	9
Índices de Madurez	10
Índices de Calidad	11
Calidad interna	11
Valor nutritivo	11
Seguridad	11
Calidad externa	12
Manejo Comercial de Uva de Mesa	12
Labores de Cultivo	12
Selección del Cultivar	12
Cultivares	12
Reguladores del Crecimiento	13
Prácticas en Verde	14
Anillado	14

CONTENIDO (Continuación)

Página

Aclareo Manual.....	14
Sistemas de Conducción.....	14
Cosecha.....	17
Factores de Precosecha que afectan la Fisiología y Manejo Postcosecha.....	17
Factores Bióticos.....	18
Respiración.....	18
Producción de Etileno.....	19
Cambios en la Composición.....	19
Contenido de Sólidos Solubles Totales.....	19
Pigmentos.....	20
Compuestos Nitrogenados.....	20
Compuestos Fenólicos.....	20
Desarrollo y Crecimiento.....	21
Transpiración.....	22
Desórdenes Fisiológicos.....	22
Desórdenes Patológicos.....	22
Daños Físicos y Mecánicos.....	23
Factores Abióticos.....	24
Temperatura.....	24
Humedad Relativa.....	24
Composición Atmosférica.....	24
Luz.....	25
Manejo Postcosecha.....	25
Empaque.....	25
Irradiación.....	26
Preenfriado.....	26
Fumigación.....	27
Almacenamiento.....	28
Transporte.....	29
Comercialización.....	29
Capítulo 3. OCURRENCIA DE HONGOS DURANTE EL DESARROLLO DEL RAÍMOSO EN DISTINTOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DEL VIÑEDO.....	39
Resumen.....	39
Abstract.....	40
Introducción.....	41
Materiales y Métodos.....	42

CONTENIDO (Continuación)

Página

Resultados y Discusión.....	44
Conclusión.....	51
Literatura Citada.....	53

Capítulo 4. EFECTO DE LAS BARRERAS DE HUMEDAD SOBRE LA PÉRDIDA DE PESO Y EL TIEMPO DE PREENFRIADO EN UVA DE MESA.....	66
--	-----------

Resumen.....	66
Abstract.....	67
Introducción.....	68
Materiales y Métodos.....	70
Resultados y Discusión.....	72
Conclusión.....	76
Literatura Citada.....	78

Capítulo 5. IMPACTO DEL USO DE GENERADORES DE BIÓXIDO DE AZUFRE Y BARRERAS DE HUMEDAD EN LA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS POSTCOSECHA EN UVA DE MESA.....	84
--	-----------

Resumen.....	84
Abstract.....	85
Introducción.....	86
Materiales y Métodos.....	89
Resultados y Discusión.....	91
Conclusión.....	95
Literatura Citada.....	97

BIBLIOGRAFÍA.....	108
--------------------------	------------

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
	Capítulo 2	
2.1	Superficie mundial plantada con viñedos.....	30
2.2	Producción mundial de uva.....	31
2.3	Producción mundial de uva de mesa.....	32
2.4	Superficie plantada con vid en el continente Americano.....	33
2.5	Superficie plantada con vid en México.....	34
2.6	Producción de uva en México.....	35
2.7	Producción y destino de la uva a nivel regional.....	36
2.8	Valor nutritivo de la uva.....	37
	Capítulo 3	
3.1	Calendarización de la aplicación comercial de fungicidas en uva de mesa cultivar 'Perlette'.....	56
3.2	Cuantificación de hongos en racimos de uva de mesa cultivar 'Perlette' en cinco sistemas de conducción y dos orientaciones.....	57

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	Capítulo 2	Página
2.1	Sistemas tradicionales de conducción establecidos durante la segunda etapa de formación de la parral.....	38
Capítulo 3		
3.1	Sistemas de conducción establecidos en un viñedo comercial de uva de mesa cultivar 'Perlette' en hileras con orientación Norte-Sur y Este-Oeste.....	58
3.2	Humedad relativa del microclima de las hojas que rodean al racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' durante la etapa de floración y postcosecha, sometido a cinco sistemas de conducción y dos orientaciones de hileras.....	59
3.3	Temperatura del microclima de las hojas que rodean al racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' durante la etapa de floración y postcosecha, sometido a cinco sistemas de conducción y dos orientaciones de hileras.....	60
3.4	Luminosidad del microclima de las hojas que rodea al racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' durante la etapa de floración y postcosecha, sometido a cinco sistemas de conducción y dos orientaciones de hileras.....	61
3.5	Desarrollo del racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' en hileras con orientación Norte-Sur y Este-Oeste.....	62
3.6	Fluctuación promedio del peso del racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette', al momento de la cosecha, en cinco sistemas de conducción y dos orientaciones de hileras.....	63
3.7	Fluctuación global de hongos durante las etapas de desarrollo del racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' en orientación Norte-Sur y Este-Oeste.....	64

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

<u>Figura</u>	Página	
3.8	Ocurriencia de los principales hongos presentes durante el desarrollo del racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' en las orientaciones Norte-Sur y Este-Oeste.....	65
Capítulo 4		
4.1	Fluctuación gradual del peso de uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tipos de empaque durante el preenfriado.....	80
4.2	Relación tiempo-temperatura durante el preenfriado de uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes empaques.....	81
4.3	Fluctuación gradual del peso de uva de mesa cultivar 'Málaga Roja' durante el preenfriado en diferentes tipos de empaque.....	82
4.4	Relación tiempo-temperatura durante el preenfriado de uva de mesa 'Málaga Roja' en diferentes empaques.....	83
Capítulo 5		
5.1	Comparación de la pérdida de peso promedio de uva de mesa cultivar 'Superior' en diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.....	100
5.2	Desgrane de bayas de uva de mesa cultivar 'Superior' en diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.....	101
5.3	Porcentaje de infección de uva de mesa cultivar 'Superior' en diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.....	102
5.4	Ocurriencia de los principales hongos presentes en uva de mesa cultivar 'Superior' en diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.....	103

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
5.5	Pérdida de peso de uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tratamientos durante el almacenamiento.....	104
5.6	Desgrane de bayas en uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tratamientos durante el almacenamiento.....	105
5.7	Porcentaje de infección en uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tratamientos durante el almacenamiento.....	106
5.8	Ocurrencia de los principales hongos presentes en uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tratamientos durante el almacenamiento.....	107

ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR PÉRDIDA DE CALIDAD POSTCOSECHA EN UVA DE MESA

Resumen

La viticultura sonorensis ocupa un renglón muy importante en el ámbito económico ya que aporta más del 50% de la producción nacional y es una importante fuente generadora de empleos y divisas. La pérdida de peso y el desarrollo de infecciones del racimo son los principales factores limitantes para el manejo postcosecha de uva. Lo anterior, es consecuencia de la deshidratación del raquis y del establecimiento y desarrollo de hongos. Estos problemas pueden ser corregidos o disminuidos en el viñedo con prácticas culturales y adecuados sistemas de conducción y durante el manejo postcosecha incluyendo barreras de humedad y generadores de bióxido de azufre (SO₂) al empaque. Por lo anterior, el objetivo general del estudio fue adaptar tecnologías de manejo postcosecha que permitan disminuir las tasas de pérdida de peso y el desarrollo de patógenos. Para cumplir con el objetivo descrito, el trabajo se realizó en tres fases. La primera consistió en monitorear hongos durante las etapas de floración a cosecha en los racimos desarrollados bajo cinco sistemas de conducción, plantados con las orientaciones típicas. La identificación parcial de los principales hongos presentes en el viñedo fueron *Alternaria* spp. y *Aspergillus* spp., seguidos de *Penicillium* spp. y *Rhizopus* sp. La presencia de los hongos estuvo influenciada por el sistema de conducción, orientación de la hilera y fecha de muestreo. El sistema de conducción de pérgola redujo significativamente la carga de hongos durante las etapas de cosecha. En la segunda fase del trabajo se determinaron los tiempos de preenfriado, de acuerdo al tipo de barrera de humedad y se elaboraron las curvas de preenfriado correspondientes; como una herramienta para facilitar esta práctica. En general, los racimos empacados con barrera de humedad sólida no presentaron pérdida de peso. No obstante, su tiempo de preenfriado fue cuatro a seis veces mayor que el tratamiento testigo (empaque a granel sin bolsa). La fase tres se llevó a cabo en dos experimentos. En el primer experimento se emplearon generadores de SO₂ de una fase, combinados con bolsas de polietileno de m² mil; sin perforaciones (cap. 10 kg.), ranuradas (cap. 2.5 y 1 kg.) y a granel (sin bolsa). Al finalizar el almacenamiento, las uvas empacadas con generador y bolsa de polietileno sin perforaciones tuvieron una pérdida de peso acumulada de 0.03%. El desgrane de bayas fue menor en el tratamiento a granel (9%) y las uvas empacadas en bolsa ranurada con capacidad de 2.5 kg. Presentaron el menor porcentaje de infección, la cual fue causada principalmente por *Alternaria* spp., seguido por *Aspergillus* spp.; la ocurrencia de *Botrytis* sp. fue del 5%.

wasse ... - de polietileno (caj. 10 l(g.) de 2 mis y a granel (sin bolsa). y U I
 & SO, da" rase. Con el fi. da a HC::, " n... da ilfer,,;On" se
 <neo bayas con Bo(1)l,s ,,, y se colocó a un nivel medio de la caja Al finalizBr el
 alrrG:erlamiento las " f& +les ,,, - ,xn generador J(10Witaror, el menor ;;orcentaje da
 pé,oido Je peso (1%), desgrane de bayas (15%) e, - (3%). Loo P'ionge" may<r OCUT1f1Co
 duranle los ,,,;oc;; fuera> Bo(1)l,s " y Pt,n;;6;mspp, oegudoo por spp. y
 =, - spp' bajo este orden.

ALTERNATIVES FOR DIMINISHING POSTHARVEST QUALITY LOSS OF TABLE GRAPES.

Abstract

Viticulture is an important sector in our country, since it represents more than 50 % of the national harvest. It is also an important source for both labor and foreign currency. Weight loss and cluster rots are main factors limiting table grape postharvest management. This is the result of raisin dehydration and decay. Both problems can be corrected by adequate cultural practices and appropriate training systems in the vineyard, while use of moisture barriers and sulfur dioxide generator should be considered when packing. Therefore, the general objective was to evaluate postharvest technologies suitable for diminishing weight loss rate and pathogen development. Now, project was directed in three studies in order to accomplish such an objective. In the first study we monitored fungal development clusters starting from bloom to commercial maturity, in vines planted in two vineyard row orientations and trained in free cordon. Main fungi present in the field were *Aspergillus* "Pf. and *Aspergillus* spp, followed by *Penicillium* "Pf. and *Rhizopus* sp. Fungal presence was influenced by training system, row orientation and sampling date. Sulfur dioxide treated vines had a significantly reduced fungal load during harvest. The second study determined cluster cooling time based on moisture barrier used when packing, and their corresponding cooling time was calculated. This represents a tool to enhance cooling. In general, sulfur dioxide packed cluster moisture barrier did not show any weight loss. Nevertheless, their cooling time was four to six times longer than unpacked (unbagged) controls. The third study conducted in two experiments. In the first one the control was

associated with single phase SO, generating pods combined with different moisture barrier treatments. which included 2 mils thick polyethylene bags a) without perforation with capacity for packing 10 kg, b) perforated, holding 2.5 and 1 kg. and controls packed without moisture barriers. Once cold storage was completed, clusters packed with SO, padded and solid (non-perforated) bag, showed a cumulative weight loss of 0.03%. Berry chatter was more in unpadded controls (9%) and those clusters packed in 2.5 Kg. perforated bags showed the lowest infection rate, mostly caused by *Altemaria* spp. and *Aspergillus* spp. *Bolrytis* sp. occurrence was only 5%, in the second experiment clusters packing was done with or without 2 mils polyethylene bag, holding up to 10 kg. It also included with or without use of SO, single phase pads, in order to establish an initial infection i.e. et files were inoculated with *Bolrytis* spp. and placed in the middle of the box. After return, groups packed with bag and pad showed the lowest weight loss (1%), berry chatter (15%) and rot infection (3%). Fungi with highest occurrence were *Bolrytis citreus* and *Penicillium* spp. followed by *Aspergillus* spp. and *Altemaria* spp.

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

Las frutas y hortalizas son parte importante de la dieta humana. Estos alimentos suplen de nutrimentos esenciales como vitaminas y minerales, proporcionando a la dieta variedad en sabor y color. También son fuente de carbohidratos complejos, antioxidantes y sustancias anticarcinogénicas. La conciencia de los consumidores sobre la relación de la dieta y la salud se está incrementando (Wilson *et al.*, 1994). Lo anterior, aunado al intenso crecimiento poblacional ha resultado en una gran demanda de frutas y hortalizas. Sin embargo, ésta no siempre se cubre ya sea por la falta de producción o por la elevada pérdida de los productos hortofrutícolas, la cual alcanza cifras globales que van del 15 al 45% (Yahia *et al.*, 1992).

México produce 460,000 ton de uva, las cuales ocupan un lugar muy importante ya que principalmente son destinadas al mercado de exportación (INEGI, 1965). Estas exportaciones son esencialmente como fruta fresca y van dirigidas a EE. UU. y Canadá. Refiriéndonos al mercado mexicano, el consumo de uva y de sus productos para los años de 1960 a 1980 se incrementó con una tasa anual de 226 g *per capita*. Esto y la creciente población sugieren un incremento en la demanda de uva de mesa (Gardea *et al.*, 1993a).

La producción uva de mesa -sin semilla- chilena entra al mercado nacional a partir del mes de febrero, California introduce su uva en el mes de agosto y la producción de uva de mesa sonorense comienza en el mes de junio. Este hecho representa una situación sumamente favorable para el viticultor sonorense. Lo cual establece un marco de comercialización muy atractivo, aún cuando el mercado esté saturado de uva con semilla de otras regiones vitícolas. Esta situación ha cambiado (debido a la participación de otros países en la producción de uva) e impondrá una profunda modificación tanto en la comercialización externa como en la interna. Por lo que la mentalidad empresarial del viticultor sonorense, ha llevado la exportación a mercados europeos y asiáticos. Ambos representan clientes potenciales que no pueden ser desaprovechados (Gardea *et al.*, 1993c).

Considerando que las exportaciones de uva conforman los renglones más importantes de la viticultura en México, es menester generar información al respecto. Ésta debe ser lo bastante amplia ajustarse al ritmo del sistema de producción, impuesto por la dinámica internacional. Por lo

anterior se debe contar con las tecnologías de manejo postcosecha, necesarias para dirigir la producción a través de los diversos canales de comercialización de una forma rentable.

Siendo la uva un fruto no climatérico con bajas tasas de actividad fisiológica (Kader, 1985), su manejo postcosecha presenta limitaciones como pérdida de peso y desarrollo de infecciones, principalmente pudrición gris del racimo ocasionada por *Botrytis cinerea* (Luvisi et al., 1992). Estos problemas pueden ser corregidos y disminuidos. En precosecha con un buen control de enfermedades y adecuados sistemas de conducción. En postcosecha adicionando al empaque barreras de humedad y generadores de SO_2 . Como resultado de esta adaptación se debe tener un buen control sobre los tiempos y temperaturas de preenfriado, para la cual es indispensable la determinación de curvas de preenfriado. Todo lo anterior permite prolongar la vida de almacenamiento del producto con una calidad que satisface los requerimientos del mercado.

Objetivo General

Adaptar tecnologías de manejo postcosecha de uva de mesa que permitan disminuir las tasas de pérdida de peso y el desarrollo de hongos.

Objetivos Específicos

- 1.- Identificar parcialmente los principales hongos el tipo de hongos que atacan a los racimos sometidos a diferentes sistemas de conducción y la frecuencia con que se presentan en las etapas comprendidas desde floración hasta almacenamiento.
- 2.- Cuantificar el impacto que las barreras de humedad tienen en los tiempos de preenfriado y en las tasas de pérdida de peso en uva de mesa.
- 3.- Controlar el desarrollo de infecciones causadas por hongos durante el almacenamiento de uva de mesa, mediante la utilización de generadores de SO_2 .

Capítulo 2 REVISIÓN DE LITERATURA

Panorama de los Problemas Postcosecha

Algunas predicciones estiman que la población mundial será de 7 billones de habitantes para el año 2000. Un análisis de especulación para las siguientes dos décadas en términos de población y suplementos de alimentos, publicado en 1980, proyecta serios problemas de abasto de alimentos para el futuro. Al respecto se escribió que cerca de un cuarto de la humanidad vive en la desnutrición. "Ésta es la pobreza del mundo y más aún, una mitad de ellos podrían tener una corta y trágica vida como consecuencia de la carencia de alimentos. A finales de las décadas de los 50' y 60' se puede ver nuestro mundo caracterizado por un doble crecimiento en la población mundial, triple demanda de alimentos y cuádruple consumo de energía. Con estos cambios venimos acumulando costos para el control de la contaminación, empeorando la carestía de agua de buena calidad para la irrigación, acelerando la degradación del medio ambiente e incrementando el costo de los alimentos en los mercados mundiales" (Salunkhe et al., 1984). El problema del desbalance entre población y alimentos, se resuelve incrementando los suplementos de alimento y/o controlando el desarrollo poblacional. Ambas soluciones requieren considerable capital y tiempo para llevarse a cabo. Otra solución más real para el problema alimenticio en el mundo es la reducción drástica de la pérdida de alimentos que ocurren a través de los procesos de producción, cosecha y mercadeo. Sin embargo, la conservación postcosecha de frutas y hortalizas es descuidada y alcanza dimensiones importantes, las cuales incrementan las necesidades de alimentos en el planeta.

La atención del mundo hacia el problema de las pérdidas postcosecha fue iniciada por la Secretaría del Estado de los EE.UU., llevada a cabo en 1974. En esta conferencia Kissinger estableció que una prioridad mayor es reducir las pérdidas, resultado de un inadecuado control de plagas, almacenamiento y transporte. Muchas de las técnicas empleadas para efficientar estos puntos son simples y baratas y pueden ser

de impacto sustancial para suplir la carencia de alimentos en el mundo. Al respecto se resolvió que una reducción en las pérdidas postcosecha en países desarrollados, debe emprenderse como materia de prioridad. Esta meta debía alcanzar una reducción del 50% en pérdidas para 1985. Además, todos los países y organizaciones internacionales competentes debían cooperar financiera y técnicamente en el esfuerzo para lograr este objetivo. Esta resolución atrajo la atención de los altos niveles gubernamentales de todo el mundo (Salunkhe *et al.*, 1984)

Al reducir los desperdicios de la cadena postcosecha se obtienen varios beneficios. El primero es la nutrición, ya que si menos alimentos son perdidos por cualquier causa, se traduce como una mayor disponibilidad de nutrientes para una población pobre. Las pérdidas de los alimentos están representadas como pérdidas económicas y el incremento de las pérdidas económicas como un factor decisivo en la cadena de producción. Lo anterior, se debe al costo de los alimentos que se pierden en cada paso de la cadena.

En México los productos hortofrutícolas son suministrados por más de 500,000 productores. La mayoría de ellos son pequeños productores y ejidatarios, cuyos sistemas de precosecha y postcosecha son diversos y poco tecnificados.

Las áreas de producción agrícola extensiva ocupan la mayor parte de la superficie cultivada del país. Por otra parte, la superficie destinada a la agricultura de riego asciende solamente a 5.2 millones de Ha y se localizan al Noroeste y Noreste de México (Yahia *et al.*, 1992).

La exportación de hortalizas es una oferta que se mantiene durante todo el año. Pese a ello, la producción de éstas se concentra sólo en un pequeño grupo de grandes productores de Sinaloa, Baja California y Sonora. El éxito de ellos radica en el buen abastecimiento de agua, técnicas de producción e infraestructura para manejo postcosecha. Sin embargo, la competitividad está decreciendo debido a problemas de financiamiento, prácticas comerciales deficientes, dominio extranjero del mercado, mala imagen y contrabando (Yahia *et al.*, 1992).

Pérdidas Postcosecha

Las pérdidas postcosecha son significativas en términos de energía y tiempo. El deterioro postcosecha no es sólo un problema de los productores, también persiste a través de la cadena de distribución, afectando el costo y disponibilidad del producto para el consumidor y los mercados lejanos. La capacidad para controlar enfermedades puede ser el factor que dictamine el manejo de los cultivos hortícolas y la adopción de tecnologías en el manejo, almacenamiento y transporte. Las técnicas de cosecha actuales son responsables de la alta incidencia de heridas en los cultivos. Por lo anterior, los productos cosechados necesitan una pronta refrigeración y un tratamiento con fungicidas, para aliviar las pérdidas potenciales debidas a pudriciones (Wilson *et al.*, 1984).

De los cultivos cosechados en países desarrollados cerca del 30 al 40% no llegan a su destino. Estas pérdidas se deben a pudriciones, desperdicios y senescencia, durante los procesos de mercadeo entre el productor y el consumidor. En EE. UU. poco más del 15% de la producción de alimentos es regularmente perdida después de la cosecha, debido a las condiciones pobres de almacenamiento en las que se encuentran los alimentos (Salunkhe *et al.*, 1984)

Una vez que el producto ha sido cosechado se requiere de muchas actividades para transportarlo y convertirlo en alimento. En este camino hay varias oportunidades para que se susciten las pérdidas, incrementado el alto costo de producción y en ocasiones haciendo inasequibles los productos para los consumidores; para quienes realmente fueron pensados. La reducción de las pérdidas postcosecha entre los países puede disminuir esta dependencia, al igual que el intercambio foráneo.

Otro aspecto de las pérdidas postcosecha es cuando los productores piensan incrementar su producción, pero carecen de las condiciones para almacenar sus productos por largos periodos. De esta forma no existen incentivos económicos para incrementarla, cuando ellos saben que cantidades extra del producto podrían perderse antes de ser utilizadas. Si las pérdidas postcosecha se redujeran o eliminaran, una mayor proporción de la producción estaría disponible para la población.

En México la cadena de comercialización, en la que existe un importante porcentaje de pérdidas postcosecha, se da de la siguiente forma

Productor ↔ Intermediario ↔ Intermediario ↔ Central de Abastos o ↔ Distribución
 Local Regional Mercado Regional al Menudeo

Lo anterior, aunado a las pérdidas que se presentan en el empaque, preenfriado y almacenamiento las hacen aún más significativas. Del mismo modo la calidad de los productos hortofrutícolas disminuye

Estimaciones conservadoras predicen que el total de pérdidas equivalen a la demanda de la mitad de la población (Salunkhe *et al.*, 1984). Coursey y Proctor (1975), estiman que se pierde el 25% de los productos hortofrutícolas. Las pérdidas en países en vías de desarrollo ascienden de 20 a 50% y en países desarrollados de un 5 a 25% (Kader *et al.*, 1985a). Kader estimó pérdidas del orden del 15 al 50% en países africanos y Amézquita y La Gra (1979) mencionan que las pérdidas mundiales anuales en precosecha son de 24 a 26% en comparación con las pérdidas postcosecha (28-42%) (Yahia *et al.*, 1992).

En México existen reportes escasos y algunos generales Rodríguez *et al.*, (1970) estimaron una pérdida del 4 al 6% en tubérculos, de 2 a 10% en hortalizas y melones y de 5.7% en frutas. CONAFRUT (1977) estimó pérdidas del 8% en frutas de mayor importancia comercial. En un estudio sobre la comercialización de frutas y hortalizas, se estimaron pérdidas del 30%. Otros estudios, reportan pérdidas de 40%, 18%, 15% y 12% en pera, manzana, mandarina y papaya respectivamente (Yahia *et al.*, 1992).

Los estudios sobre pérdidas postcosecha son importantes, ya que proporcionan información sobre el comportamiento de cada uno de los componentes del sistema. Del mismo modo, indican la forma de como interaccionan, esto permite conocer el volumen, los tipos, las causas y el valor de las pérdidas y consecuentemente establecer programas y proyectos para su reducción.

En EE. UU. del total de la producción de uva se estima que un 25% corresponde a pérdidas postcosecha. En el caso de pasas, las pérdidas son del 20 al 95% y las pérdidas causadas por insectos son del 11 al 31% (Salunkhe *et al.*, 1984).

Generalidades de la Vid

Importancia Económica

La viticultura, representa una actividad importante en la economía de Sonora, ya que se cosecha más del 50% de la uva que se produce en México (Anaya, 1993). Además de la rentabilidad, desde el punto de vista social, es una importante fuente generadora de empleos, tanto por la mano de obra utilizada como por su demanda a lo largo del año (Gardea *et al.* 1993a).

Mundial. En el período de 1950-1980 se observó una disminución de las plantaciones de vid debido a políticas restrictivas de la Comunidad Europea (CE). Gracias a la introducción de cepas de calidad, se presentó un incremento en la superficie de viñas. En 1991 España ocupaba el primer lugar en superficie plantadas con viñedos, seguido por Italia y Francia (Cuadro 2.1), mientras que México con 41,560 Ha ocupaba el vigésimo sexto lugar (Anaya, 1993). En cuanto a producción de uva Hernández (1993) indica (Cuadro 2.2) que en el primer sitio se encuentra Italia, seguido por Francia y la Comunidad de Estados Independientes (C.E.I.). Refiriéndonos específicamente al la producción de uva de mesa, el primer lugar lo ocupa EE. UU., seguido por Turquía e Italia (Cuadro 2.3). En lo que respecta a la superficie plantada en el continente Americano EE UU ocupa el primer lugar, seguido por Argentina y Chile, mientras que México se ubica en el quinto lugar (Anaya, 1993). El Cuadro 2.4 muestra que Turquía se coloca en el primer lugar en la producción de uva de mesa (Hernández, 1993).

Nacional. En los últimos años el volumen de la producción de uva ha disminuido; sin embargo, los rendimientos unitarios se han mejorado. El Cuadro 2.5 muestra que el

estado de Sonora ocupa el primer lugar en producción de uva (390,389 Ton) seguido por Zacatecas y Coahuila (INEGI, 1995). La producción del estado de Sonora (Cuadro 2.6) representa más del 80% de la uva que se produce en México, de la cual se exporta alrededor del 78% como uva para mesa (Asociación Local de Productores de Uva de Mesa, 1996).

Regional. La superficie de vid plantada en el estado de Sonora es de 28,483 Ha, las cuales en 1996 produjeron un total de 359,193 Ton (Asociación Local de Productores de Uva de Mesa, 1996). La Costa de Hermosillo es la región que ocupa el primer lugar en superficie plantada y producción (Anaya, 1993). Las variedades que se manejan en la región son: 'Perlette', 'Flame Seedless', 'Thompson Seedless', 'Superior Seedless' y 'Ruby Seedless'; en éste orden de importancia. El Cuadro 2.7 muestra que el destino de la uva producida en Sonora es para mesa, pasa y destilación, entre otros (Anaya, 1993) y las exportaciones van dirigidas a EE. UU., Canadá y Europa (Anónimo, 1995).

Características Fisiológicas

La vid es considerada como una planta de bajos requerimientos de agua. Su tallo leñoso es un almacén de reservas, tales como carbohidratos y nutrientes (Mullins *et al.*, 1992). La formación de raíces nuevas alcanza su máximo valor durante floración (Godoy *et al.*, 1993).

La uva sin semilla es un fruto no climatérico, con bajo nivel de respiración y actividad fisiológica (Yahia *et al.*, 1992). Teóricamente la baya posee cuatro óvulos, por lo que debería presentar el mismo número de semillas; sin embargo, en ocasiones se encuentran tres, dos o una semilla. Por otro lado, la baya puede contener cuatro, cinco o seis semillas. No obstante algunas cepas no desarrollan semillas, condición denominada 'apirenia' (Macías, 1993).

El patrón de desarrollo de la uva presenta una curva doble sigmoideal. Existen tres fases de desarrollo, el primero es la fase inicial de rápido crecimiento, la segunda llamada fase estacionaria y la tercera de desarrollo o maduración (Mullins *et al.*, 1992).

Debido a que la baya contiene grandes cantidades de agua es muy susceptible a pudriciones y daños mecánicos. Al inicio del crecimiento de ésta, pequeñas cantidades de almidón se encuentran presentes. Conforme la baya se va desarrollando, el contenido de almidón disminuye gradualmente hasta casi desaparecer. Los azúcares totales, la glucosa y la fructosa incrementan con la madurez y la sacarosa no se detecta hasta setenta días después de la floración. Los ácidos no volátiles conforman del 50 al 80% de la acidez titulable total y los ácidos tartárico y cítrico se identifican en todos los estados (Salunkhe *et al.*, 1984).

El raquis es muy sensible a la pérdida de agua, ya que al momento de la cosecha éste no ha alcanzado los niveles adecuados de lignificación. Esta condición lo hace más susceptible que las bayas a la deshidratación (Gardea *et al.* 1993a y 1993c).

Índices de Madurez

El índice más comúnmente empleado para determinar la madurez de la uva es el contenido de azúcar. Ésta puede ser medida por métodos químicos, pero como es el mayor componente de los sólidos solubles totales (SST), la medición se realiza con un refractómetro directamente del jugo extraído de las bayas (Wills *et al.*, 1982). El porcentaje de SST que se requiere para considerar madura la uva depende de la variedad en cuestión, pero en general oscila alrededor del 15% (Kader *et al.*, 1992).

El índice cronológico se emplea para determinar la madurez de la uva y consiste en estimar la acumulación de días-grados. Éste ha sido un modelo para predecir los días óptimos de cosecha en uvas para jugo (Shewfelt *et al.*, 1992). Muy poco común es el índice que se basa en la morfología de la superficie (Kader *et al.*, 1992), textura de la pulpa, color de la corteza, facilidad con que separen los granos del racimo, sabor y color característicos (Pantastico, 1984).

Índices de Calidad

Las características deseables de los productos hortofrutícolas las define el uso al que se destinan (Kader *et al.*, 1992). En uva la carencia de semillas, el tamaño, atractivo visual y calidad organoléptica, son atributos que determinan la calidad para el consumidor (Childers *et al.*, 1995). El transportista considera como producto de calidad a aquél que sea capaz de resistir el trayecto desde el lugar de origen hasta el lugar de consumo (Wills *et al.*, 1981). Mientras que para el productor son de mayor importancia el rendimiento, resistencia a enfermedades, facilidad para el cultivo y cosecha (Pantastico, 1984), firmeza del pedúnculo y del pedicelo así como racimos flojos para un llenado adecuado de la caja (Childers *et al.*, 1995).

Los estándares de calidad identifican el grado de ésta en un producto, sus bases son el valor económico y uso, los cuales son herramientas de gran valor en el mercadeo de productos frescos. Proveen de un lenguaje común a todos los que intervienen en la cadena de producción. Ayudan en la elaboración de etiquetas y con ello a la aclaración de posibles problemas. Además, otorgan bases para mejorar el precio de los productos (Kader *et al.*, 1992).

Calidad Interna. Son los atributos que el consumidor no puede evaluar con los sentidos, tales como valor nutritivo y seguridad.

Valor nutritivo. En el jugo de uva está determinado por sus aportes a la dieta, predominando la glucosa, fructosa, ácido tartárico y málico, aparte del gran contenido de agua. La pulpa es más ácida (pH 3.3) que la piel (pH 4.1). La concentración de sacarosa en uvas maduras es menos del 0.1% del peso fresco y están presentes pentosas y cantidades trazas de xilosa (Cuadro 8) (Salunkhe *et al.*, 1984).

Seguridad. Actualmente, el consumidor está preocupado por la seguridad que le proporcionan los productos con los que ha de alimentarse. Por lo que es de gran

importancia la información que toman las etiquetas, elaboradas a partir de los índices de calidad. En ellas se indican los productos y/o tratamientos empleados en postcosecha, de esta forma el consumidor está consciente del producto que va a adquirir.

En uva chilena se han tenido problemas con el riesgo que ocasiona el empleo de Alar (Shewfelt *et al.*, 1992). La uva de California al ser fumigada con SO₂ ha resultado tóxica para algunas personas sensibles. Por lo anterior, la FDA ha establecido un límite de tolerancia de 10 ppm de residuos de sulfitos (Luvisi *et al.*, 1992).

Calidad Externa. Son los atributos que el consumidor puede evaluar con los sentidos y engloban la apariencia, textura y sabor.

En uva de mesa los racimos no deben ser compactos, deben estar libres de bayas rotas, hendidas o magulladas. También deben carecer de infecciones, daños causados por congelamiento, exposición al sol, enfermedades o insectos (Kader *et al.*, 1992).

Manejo Comercial de Uva de Mesa en Sonora

Labores de Cultivo

Selección del Cultivar La selección del cultivar está en función de las características climáticas, edáficas y el fin al que se destine la producción de uva (Macías, 1993). En Sonora, los cultivares más utilizados son 'Perlette', 'Thompson Seedless', 'Flame Seedless', 'Cardenal', 'Superior' y 'Ruby Seedless' (Yahia *et al.*, 1992). La característica de la mayoría de estos cultivares, es que son "apirénicos" y su producción ha aumentado debido a que la demanda del mercado se incrementa (Chiders *et al.*, 1995).

Cultivares. Dentro de los cultivares que ocupan mayor superficie de plantación en el estado de Sonora se encuentran:

El cultivar 'Perlette', que es un híbrido (liberado por Olmos en 1984) introducido en primer lugar en el mercado de California. Es una planta vigorosa y productiva (Winkler *et al.*, 1974). Presenta racimos largos y compactos con bayas verdes frágiles y un ligero

sabor agradable. Su maduración es desde mediados de mayo a mediados de julio, alcanzando precios muy elevados en el mercado (Chiders *et al.*, 1995). Su producción promedio es de 10.8 Ton/Ha (SARH, 1994).

Más de la mitad de las pasas del mundo y el 95% de las pasas de California son obtenidas a partir de uva 'Thompson Seedless' (Sultanita). Los racimos son largos, hombros bien formados y cilíndricos. Las bayas son de color verde brillante, tamaño medio, de forma elíptica, uniformes y elongadas, su textura es firme y tierna, muy dulces cuando están bien maduras. Los pedicelos son algo débiles, las bayas se rompen en el momento del transporte a menos que la parra sea anillada o los racimos dispersados con reguladores del crecimiento. La fruta madura a principios de la estación. Al secarse se convierten en pasas de suave textura y excelente calidad. Las parras son muy vigorosas y productivas. La caña requiere ser podada (Winkler *et al.*, 1974).

El segundo cultivar más popular en uva de mesa es 'Flame Seedless', este cultivar es 'apirénico' (sin semilla), tardío y presenta racimos cónico-largos de color rojo. La producción promedio por Ha es de 13.6 Ton (SARH, 1994).

'Superior' es otro cultivar 'apirénico' importante, se cosecha la tercer semana de mayo y tiene una producción promedio de 13.8 Ton/Ha. Presenta racimos de forma cónica alargada de color blanco (SARH, 1994).

El cultivar 'Cardenal' se introdujo en 1946, es una cruce de 'Tokey' x 'Ribier' (realizada por Sinyder y Harmon en 1952). Las parras poseen gran follaje; para proteger a la fruta de los rayos del sol, son muy vigorosas y productivas. Los racimos son de tamaño mediano, largos y cónicos. Carecen de compactación. Las bayas son muy largas, tienen un sabor a ácido fórmico ligero cuando están bien maduras y son de color rojo oscuro y lustroso (Chiders *et al.*, 1995). frecuentemente con una o más suturas superficiales. Es la uva roja más temprana cosechada en California y se adapta a áreas calientes (Winkler *et al.*, 1974).

Reguladores del Crecimiento (RC). Son empleados para regular el crecimiento, desarrollo, producción y maduración de las plantas. Las actividades fisiológicas de los

RC y sus efectos, son complejos en la calidad de los productos. Pero puede entenderse parcialmente como actúan sobre los nutrientes y fotosintatos de la planta.

Estudios realizados en uva con Ácido Giberélico (AG) demostraron que su aplicación durante precosecha incrementa considerablemente la calidad del fruto (Salunkhe *et al.*, 1984). Los reguladores del crecimiento no afectan la cantidad de sólidos solubles totales, pero actúan sobre la calidad de almacenamiento (Shewfelt *et al.*, 1992).

Prácticas en Verde. Se les llama así a todas las intervenciones realizadas por el hombre durante el desarrollo vegetativo de la vid. Éstas tienen el fin de corregir o complementar los efectos de la poda de invierno o para mantener un equilibrio entre la fructificación y vegetación (Galet *et al.*, 1976)

Anillado También llamado incisión anular, tiene por objeto dirigir la savia elaborada hacia los racimos. Esto evita que la savia se trasloque de la parte aérea a la subterránea y permite un aumento del volumen en las uvas. La técnica consiste en eliminar del tronco, brazos o sarmientos un anillo completo de corteza de 3 a 6 mm de diámetro (Macías, 1993).

Aclareo Manual. Es el arte de remover partes de una planta. El propósito que se persigue con esta práctica es reducir la producción de uvas por cepa, para obtener mayor calidad y distribuir el crecimiento vegetativo (Jordan *et al.*, 1980). Así, se pueden obtener frutos de buena calidad para el consumo en fresco. Esta práctica implica el aclareo de racimos, bayas, despuntes y deshojes (Macías, 1993).

Sistemas de Conducción

En la vid existen dos etapas de conducción, la etapa de formación de parras jóvenes y la etapa de conducción en parras maduras. El objetivo principal en la primera etapa, es el desarrollo de un sistema radicular amplio y sano así como la formación de un tronco recto y semipermanente. En esta etapa no es de gran importancia la forma del

dosel, la cual se puede realizar eliminando o reduciendo el área foliar. Generalmente se requieren tres años para lograr este objetivo (Jordan *et al.*, 1980).

El objetivo de los sistemas de conducción en parras maduras es la formación del dosel. Esto nos ayuda a tener una mayor área de captación de luz y una mejor exposición de la planta a la aplicación de agroquímicos. Lo anterior, repercute en la actividad fotosintética, salud de la parra, microclima del dosel y calidad del racimo (Winkler *et al.*, 1974 y Salisbury *et al.*, 1992)

Los sistemas de conducción son diversos (Fig. 2.1) y su empleo depende de la variedad que se va a someter. Existen algunas consideraciones que nos ayudan a evaluar el sistema de conducción seleccionado y éstas son:

- 1.-Sistemas que coloquen los brotes nuevos de 5 o más nudos basales, de forma que queden sombreados.
- 2.-En variedades con parras vigorosas, hojas grandes y brotes caídos los brazos se colocan sobre los alambres. Las variedades con brotes de crecimiento vertical y hojas pequeñas, toleran mejor el sistema de tres alambres (Keuka modificado).
- 3.-Cañas encorvadas correctamente atadas en forma de sombrilla (Kniffin y Sombrilla de Hudson River) que tiende a fomentar el rompimiento de yemas. Se recomienda para variedades vigorosas (Childers *et al.*, 1995)
- 4 -El follaje puede ser distribuido uniformemente a lo largo de los alambres y sobre éstos se deja formar de una a dos capas de hojas para una exposición efectiva de luz
- 5.-Cuando se tiene una buena distribución de las cañas y las hojas exceden del criterio establecido, se puede aplicar un sistema de conducción Génova de Doble Cortina (Jordan *et al.*, 1980). Con este sistema la producción se puede incrementar hasta 50%, del igual forma, los niveles de azúcar se elevan aproximadamente 1%. Lo anterior, es resultado de una mejor exposición a la luz (Childers *et al.*, 1995).

Los sistemas de conducción antes mencionados -en general- presentan diversas limitaciones, dentro de las cuales se encuentra la dificultad de penetración de la luz a la parte interior y media del dosel. Esto provoca que una mayor cantidad de hojas parásitas contribuyan a la disminución de los nutrientes disponibles para el racimo. Debido al desarrollo tecnológico y a la mecanización de la agricultura, los sistemas de conducción

tradicionales se vuelven ineficientes; ya a que impiden el paso de maquinaria y la realización de labores de cultivo tales como la aplicación de productos químicos. Por lo tanto, se hace necesario disminuir la densidad de plantación. Con ello, se aumenta el desarrollo individual de las cepas, generándose diversos problemas; de acuerdo a las condiciones ecológicas del viñedo (Martínez de Toda, 1991). Lo anterior, puede resolverse implementando tendencias actuales de sistemas de conducción que permiten una mayor producción y calidad de la uva.

Estas tendencias incluyen características agroquímicas y ecofisiológicas. Las primeras, se refieren a la densidad y marco de plantación así como a la disposición de la cepa en el espacio (altura del tronco, tipo de poda y operaciones en verde). Aunado a lo anterior, existen parámetros responsables del funcionamiento de la planta que repercuten en las características de la cosecha. Martínez de Toda (1991) menciona que éstas características ecofisiológicas son la superficie foliar total, superficie foliar expuesta, microclima luminoso y microclima térmico (ambos en hojas y racimos).

Cuando los sistemas de conducción, establecidos inicialmente, no suplen las necesidades del dosel se requiere el perfeccionamiento de éstos, que aunado a prácticas culturales proveen una solución permanente.

Dentro de las características que ofrecen los sistemas de conducción perfeccionados se encuentran las siguientes:

- Incremento del área superficial del dosel, debido a la división del mismo.
- Disminución de la densidad de la caña.
- Incrementa posibilidades de mecanización
- Mejora la producción y calidad.
- Mejora la penetración y dispersión de productos químicos.
- Disminuye la incidencia de pudrición gris y mildiu.

(Smart et. al., 1992).

Algunos sistemas con estas características son la pérgola y la lira. La pérgola está definida como un sistema de amplia expansión vegetativa. Consiste en una serie de arcos que van fijos a los postes de las vides y unidos entre sí por varias líneas de alambre. Las ventajas que presenta son el incremento de la producción, facilita las

labores que van dirigidas al racimo, incrementa el área de exposición del follaje y de los racimos a la luz y a la aireación. Lo anterior permite que la uva cosechada presente mayor sanidad y calidad. El sistema tiene la posibilidad de implementarse en viñedos en producción. La principal desventaja que presenta este sistema es la inversión que implica la elaboración de las estructuras. Sin embargo, ésta se ve recuperada al incrementar la producción del viñedo (CIAN, 1988).

La lira es un sistema dividido horizontalmente con los brotes dirigidos hacia arriba para formar cortinas. Las ventajas que presenta son el incremento del área superficial, apertura del dosel, mejoramiento de la calidad y producción de la uva, la zona de la fructificación se encuentra en la base de la caña y facilita las labores dirigidas al racimo. Éste sistema presenta la desventaja de que no trabaja adecuadamente si el centro no se mantiene abierto (Smart *et. al.*, 1992).

Cosecha

La uva de mesa normalmente se cosecha a mano y se empaca en el viñedo o en empaques ambulantes. En Sonora, la mayoría de las uvas se empacan en el campo usando empaques al final de la hilera del viñedo. En este sistema la uva es cosechada a mano y pasada a cajas de campo para su traslado. El cosechador realiza la limpieza y arreglo del racimo. Los frutos cosechados se llevan al final de la hilera del viñedo en donde se encuentra una unidad portátil. Aquí, los racimos son seleccionados, empacados y las cajas son pesadas y trasladadas al cuarto de preenfriado (Yahia *et al.*, 1992).

Factores que afectan la Fisiología y Manejo Postcosecha

Las frutas, hortalizas y ornamentales, son tejidos vivos que están sujetos a cambios continuos después de la cosecha. Muchos de estos cambios son deseables; sin embargo, otros no lo son para el consumidor. En el manejo postcosecha los cambios de

calidad de los productos frescos son irreversibles, pero se puede reducir su actividad hasta ciertos límites. La senescencia es la etapa final del desarrollo de los órganos de las plantas, durante ésta ocurre una serie de eventos esenciales que llevan al producto hasta la muerte (Kader *et al.*, 1985a).

Existen diversos factores como infecciones fungosas, senescencia y transpiración que influyen en la vida corta de almacenamiento. Las enfermedades de almacenamiento, especialmente aquellas originadas por patógenos, son consecuencia de pérdidas substanciales en postcosecha. Los factores que aceleran la senescencia y el desarrollo de sabores microbianos, como daños fisiológicos y mecánicos, así como la exposición de condiciones de almacenamiento indeseables (alta temperatura ambiental y humedad relativa), son originados por factores bióticos y abióticos.

Factores Bióticos

Estos factores involucran: respiración, producción de etileno, cambios en la composición, desarrollo y crecimiento, transpiración y pérdida de agua, desórdenes fisiológicos, daños físicos y patológicos (Kader *et al.*, 1985a).

Respiración. Éste es el proceso por el cual los materiales orgánicos almacenados son degradados para originar productos simples y liberar energía. El oxígeno (O_2) es usado en este proceso y el dióxido de carbono (CO_2) es liberado por el fruto.

La pérdida de reservas de los productos hortofrutícolas en almacenamiento significa:

- 1.-Incremento en la velocidad de senescencia, así como de las reservas que proveen de energía al producto.
- 2.-Pérdida del valor nutricional para el consumidor.
- 3.-Reducción de la calidad, especialmente pérdida de firmeza.
- 4.-Pérdida de peso.

La energía liberada como calor, conocida como calor vital, es muy importante en la tecnología postcosecha ya que de ella depende la estimación de los requerimientos de

calor y refrigeración. La velocidad de deterioración de los productos hortícolas es proporcional a su respiración y a los patrones de producción del etileno. La velocidad de respiración de la uva es de 16 ml. de $\text{CO}_2/\text{Kg. h.}$ a 15°C (Wills *et al.*, 1982).

Producción de Etileno. El etileno (C_2H_4) es el compuesto orgánico más simple que tiene un efecto en los procesos fisiológicos de la planta. Éste es un producto natural del metabolismo y es producido por todos los tejidos de las plantas superiores y por algunos microorganismos. El etileno es la hormona de la maduración y es fisiológicamente activo en cantidades traza (0.1 ppm). También juega un papel importante en la abscisión de órganos de las plantas.

No existe una relación consistente entre la capacidad de producción de etileno de un fruto determinado y velocidad de senescencia. Sin embargo, en general la exposición de muchos productos al C_2H_4 acelera su senescencia (Kader *et al.*, 1985a).

Cambios en la Composición. Un fruto en proceso de maduración, sufre cambios marcados en sabor, color y textura

Sólidos Solubles Totales (SST) y Ácidos Orgánicos. Durante el periodo de crecimiento de las uvas los SST aumentan en pequeña cantidad mientras que los ácidos orgánicos disminuyen. Sin embargo, en la etapa de envero los SST aumentan notablemente (Salunkhe *et al.*, 1984). Durante esta etapa ocurre un gran incremento en los niveles de invertasa inducido por el substrato sacarosa, lo cual conlleva el incremento de azúcares (Salunkhe *et al.*, 1984). Los ácidos málico y tartárico se acumulan en la baya después del envero de la fruta y constituyen el 90% de la acidez titulable total (Mullins *et al.*, 1992). Al madurar la uva estos ácidos forman sales que contribuyen al aumento de SST (Pantastico, 1984) El nivel de ácido ascórbico no cambia de manera notable durante el crecimiento y desarrollo (Pantastico, 1984).

Pigmentos. Muchos cambios en pigmentos toman lugar durante el desarrollo y maduración de productos vegetales. Algunos cambios después de la cosecha y pueden ser deseables o indeseables (Kader *et al.*, 1985a).

En la etapa inicial del crecimiento de la uva la corteza muestra un color verde muy claro y en etapas posteriores de maduración aumenta la densidad del color (Fantastico, 1984). La baya inmadura contiene grandes cantidades de clorofila, pero ésta declina hasta que el color es oscurecido por otros pigmentos. También están presentes carotenos y xantófilas que proporcionan el color blanco o amarillo a las uvas. En cultivares rojos las antocianinas son las responsables de éste color a pH cerca de 4 y púrpura a pH arriba de 4.5 (Mullins *et al.*, 1992). Las antocianinas son muy solubles en agua, por lo mismo altamente inestable. Algunos cambios en éstas pueden resultar en el encafecimiento del tejido, lo que demerita la calidad de la uva (Kader *et al.*, 1992).

Compuestos Nitrogenados La velocidad de la senescencia está relacionada con la composición bioquímica de la fruta, especialmente las proporciones relativas de aminoácidos arginina y prolina. En uvas inmaduras los cationes amonio están presentes en más del 50% del total del nitrógeno de la baya (Mullins *et al.*, 1992) y varían dependiendo de las condiciones climáticas presentes durante el desarrollo (Salunkhe *et al.*, 1984). Después del envero los aminoácidos arginina y prolina incrementan rápidamente y son los predominantes en la mayoría de los cultivares (Mullins *et al.*, 1992).

Compuestos Fenólicos. En las uvas los compuestos fenólicos comprenden derivados del ácido hidroxicinámico, caféico, cumárico y flavonoides incluyendo antocianinas, flavonoles y taninos. Los compuestos fenólico no flavonoides se acumulan principalmente en las vacuolas de las células del mesocarpio pero los flavonoides se acumulan en las células dermales (Mullins *et al.*, 1992).

El ácido caftarico y cumárico son los mayores componentes en jugo de uva. La capacidad para sintetizar cada uno de estos compuestos es mantenida durante la maduración. Los compuestos fenólicos están sujetos a una rápida degradación, se ha

mostrado que el ácido S-glutationilcáttárico funciona como un indicador del grado de oxidación enzimática en bayas (Mullins *et al.*, 1992).

En las bayas la vía del ácido siquímico es la fuente de cinamatos y antocianinas aunque existen otros caminos que pueden contribuir a la formación de fenoles. La biosíntesis de las antocianinas es aún desconocida, pero la actividad de la fenilalanina monooxigenasa (PAL) es un punto de control común en muchas plantas. En un estudio la actividad de la PAL mostró un decremento desde niveles muy altos en la fase inicial (estado I) en cultivares blancos, púrpura y negro. Sin embargo, al principio del verano la actividad de PAL incrementó rápidamente para cultivares coloreados y esto fue precedido por un incremento en la concentración de azúcares de la piel (Mullins *et al.*, 1992).

Desarrollo y Crecimiento. El crecimiento de las bayas presenta un patrón doble sigmoide, éste se ha dividido en tres estados de desarrollo. El estado I es la fase inicial de rápido crecimiento, en el que baya incrementa rápidamente en tamaño y masa. Éste se caracteriza por el desarrollo de la semilla y el pericarpio, pero hay un escaso desarrollo embrionario. En el pericarpio la división celular cesa después de tres semanas de floración y es seguida por la fase de expansión celular. Durante el estado I las bayas acumulan ácidos orgánicos que son comúnmente medidos como acidez titulable.

El estado II -fase estacionaria- está caracterizado por un lento desarrollo del pericarpio y por la maduración de las semillas. Durante éste decrece el contenido de clorofila, la velocidad de fotosíntesis y la velocidad de la respiración. La acidez titulable alcanza su máximo (aproximadamente 0.27 M). Aunque el metabolismo general es lento, el desarrollo embrionario es rápido.

La fase final es el estado III -fase de desarrollo o maduración-, que se caracteriza por el ablandamiento de la baya y el cambio de pigmentación en los cultivares de color. Las bayas alcanzan su máximo tamaño debido a la expansión celular. La acidez titulable decrece y ocurre la acumulación masiva de hexosas (Mullins *et al.*, 1992).

Transpiración. La pérdida de agua es la mayor causa de deterioro, no sólo a nivel cuantitativo (pérdida de peso) sino también cualitativo. Estos últimos incluyen decrementos de calidad en la apariencia (marchitamiento y/o arrugamiento) y textura (ablandamiento, flacidez pérdida de crujibilidad y de jugo) al igual que en el valor nutricional (Winkler *et al.*, 1974 y Salunkhe *et al.*, 1984).

La velocidad de la transpiración está influenciada por factores internos y externos. Dentro de los primeros se encuentran características anatómicas y morfológicas, superficie, volumen, daños superficiales y estado de madurez. Los factores externos incluyen temperatura, humedad relativa, movimiento de aire y presión atmosférica (Kader *et al.*, 1992).

La baya es la que contiene la mayor cantidad de agua, sin embargo, es el raquis el que sufre la mayor pérdida de ésta. Gardea *et al.* (1993a y 1993c) indican que la pérdida de peso es un problema originado principalmente por la deshidratación del raquis. Esto se debe a que en el momento de la cosecha, el raquis no ha alcanzado un estado de lignificación adecuado. Al carecer de la protección que brinda la lignificación, el raquis es más sensible a la deshidratación en comparación con las bayas.

Desórdenes Fisiológicos. Los desórdenes fisiológicos son aquéllos causados por la respiración endógena, pérdidas de humedad por transpiración o marchitamiento y pérdidas debidas a la exposición al calor, frío o condiciones ambientales (Anónimo, 1976).

El escaldado superficial de la uva (generalmente en variedades blancas), es un desorden que se incrementa en almacenamiento con atmósferas controladas. Lo anterior, se debe a que las condiciones de la atmósfera controlada resulta en alta humedad atmosférica, restricción en la velocidad de ventilación y la acumulación de compuestos volátiles en la atmósfera (Wills *et al.*, 1982)

Desórdenes Patológicos. La enfermedad más destructiva en precosecha es la cenicilla de la vid causada por el hongo *Uncinula necator*. Las bayas jóvenes atacadas por este hongo caen y llegan a romperse cuando son jóvenes, a mitad del desarrollo pueden

tener formas irregulares y presentan manchas amorfas cuando maduran (Salunkhe *et al.*, 1984).

La enfermedad postcosecha más importante en uva de mesa es el moho gris, causado por *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. (Wills *et al.*, 1982) Este hongo crece vigorosamente a temperaturas normales del viñedo, pudiendo invadir la fruta durante su etapa de desarrollo y permanecer latente hasta que la maduración se inicia. Las infecciones incipientes pueden no ser visibles en cosecha, pero se desarrollan extensivamente durante el almacenamiento y mercadeo (Haard *et al.*, 1980). En esta etapa la espóra puede germinar y causar la infección del fruto; por otro lado, el hongo puede infectar la uva por penetración directa sin necesidad de una herida que lo facilite. *Botrytis cinerea* tiene la capacidad de crecer a 0°C por lo que para disminuir la velocidad de crecimiento del hongo es importante mantener temperaturas de almacenamiento entre -1 y 0°C (Yahia *et al.*, 1992).

Campellini *et al.* (1988) indicaron que el 32.5% de la uva de mesa enviada a los mercados de Nueva York presentaron moho gris (*Botrytis cinerea*). El 1.55% moho azul (*Penicillium sp.*) y el 0.35% moho producido por *Rhizopus sp.* (Yahia *et al.*, 1992).

Daños Físico y Mecánicos. Las uvas son muy susceptibles a daños mecánicos durante el manejo postcosecha. Así mismo, la falta de cuidado en el manejo y empaque causa daño en la superficie de las bayas el cual es conocido como "cepillado". Generalmente este daño se presenta en las bayas que rozan las paredes de los contenedores. Durante el mercadeo las bayas que presentan cepillado se toman café y posteriormente cuando son fumigadas con SO₂ tienden a blanquearse

Cantidades importantes de uva son desperdiciadas y esto se debe tanto a las infecciones causadas por hongos como a las pérdidas de peso. El desarrollo de las infecciones se ve favorecido por la condensación de la humedad en la superficie de la baya (Salunkhe *et al.*, 1984).

Factores Abióticos

En los factores abióticos se encuentran temperatura, humedad relativa, composición atmosférica, etileno exógeno, luz y otros.

Temperatura. Ésta es un factor ambiental que influye notablemente en la velocidad de deterioración de los productos cosechados. Por cada incremento de 10°C arriba del óptimo la velocidad de deterioración se incrementa dos veces. La temperatura también influye en el efecto del etileno, reducción de O_2 y elevación del CO_2 . La germinación de las esporas y la velocidad de desarrollo de los patógenos son grandemente influenciados por la temperatura. Por lo anterior, los frutos deben ser enfriados por debajo de los 5°C inmediatamente después de la cosecha (Kader *et al.*, 1992). Handerburg *et al.* (1990) recomiendan temperaturas de almacenamiento de uvas de -1 a -0.5°C . Trabajos llevados a cabo sobre el comportamiento de uva de mesa indican que las condiciones de temperatura y humedad relativa actúan directamente sobre la deshidratación (Gardea *et al.*, 1993b).

Humedad Relativa. La velocidad de pérdida de agua de frutos y vegetales depende del déficit de presión de vapor entre el producto y el aire que lo rodea. Este último está influenciado por la temperatura y humedad relativa. A una temperatura y velocidad de movimiento de aire la velocidad de pérdida de agua del producto depende de la humedad relativa. A una humedad relativa dada, la pérdida de agua aumenta con el incremento de la temperatura (Kader *et al.*, 1992). Handerburg *et al.* (1990) recomiendan para uva humedad relativa entre 90 a 95%

Composición Atmosférica. La reducción del O_2 y la elevación del CO_2 ya sea de forma intencional o natural, puede retardar o acelerar la deterioración de los productos frescos. Al hablar de forma intencional nos referimos a atmósferas controladas (AC) o modificadas (AM) y al decir natural estamos hablando de la restricción de la ventilación en los contenedores. La magnitud de estos efectos depende del producto, cultivar, edad

fisiológica, nivel de O_2 y de CO_2 , temperatura y duración de la exposición (Kader *et al.*, 1992)

En California se hicieron experimentos sobre AC con uvas 'Thompson Seedless' y 'Emperador'. Los resultados obtenidos demostraron que aplicaciones del 15% de CO_2 controlan mejor las pudriciones que las aplicaciones de SO_2 , sin embargo, con el CO_2 el sabor de las uvas se perdió y el encafecimiento se incrementó (Smock, 1979).

Luz. La duración, intensidad y calidad de la luz, afecta la calidad de los productos hortofrutícolas en la cosecha. En la vid la absorción de la luz por el follaje puede impedir o dificultar la exposición de los racimos a la luz. Por lo anterior, es una práctica común exponer a la luz el fruto de los cultivares de uva de mesa durante el periodo de envero ('Cardinal' y 'Flame Seedless'), para desarrollar una buena coloración (Yahia *et al.*, 1992).

Otra práctica es establecer sistemas de conducción, que ayuden a mejorar la distribución del follaje e incrementar el área de captación de luz. Con esto se logra modificar el microclima de la parra reflejándose en la cantidad de inóculo que se establece en el racimo (Phillips *et al.*, 1990).

Manejo Postcosecha

Empaque

La uva de mesa producida en Sonora, es empacada en cajas que tienen los extremos terminados en madera sólida y los lados y la base de papel-madera (TKV), o bien en cajas de cartón corrugado y encerado. Estas cajas son normalmente de 40 cm de largo, 35 cm de ancho y 25 cm de profundidad, con una capacidad de 10 kg. (22 lb.) de uva. En el caso del mercado nacional, la uva es empacada en cajas de poliestireno expandido, las cuales son normalmente de 45 cm de largo, 29 cm de ancho y 15 cm de profundidad (Yahia *et al.*, 1992).

Una vez que las uvas han sido empacadas se mantienen al final de la hilera del viñedo. Aquí permanecen hasta que todos los racimos a punto de corte han sido cosechados y empacados, posteriormente las cajas son transportadas, paletizadas y preenfriadas (Crisosto *et al.*, 1993).

Irradiación

La preservación de alimentos por irradiación ha recibido considerable atención. El potencial de la irradiación en el manejo postcosecha de frutas y verduras está enfocado a la desinfestación del producto y a la extensión de su vida de anaquel. La mosca de la fruta y el moho gris son controladas con dosis máximas tolerables de $5-7.1 \times 10^5$ rd. No obstante producen ablandamiento de la fruta y severa desaparición del sabor (Wills *et al.*, 1982). Otros experimentos llevados a cabo con uva 'Thompson Seedless' demostraron que éstas irradiadas con 1 y 2×10^5 rd no causaron rechazo por el consumidor y su vida de anaquel superó el mes (Salunkhe *et al.*, 1984).

Preenfriado

En Sonora la temperatura máxima durante el período de cosecha de la uva oscila entre los 40 y 45°C. Esta temperatura favorece la evapotranspiración del dosel, con lo que se incrementa la humedad relativa prevalente en el microclima del viñedo. Con lo anterior, se beneficia la germinación de la spora y el desarrollo de pudriciones causadas por hongos, además de la aparición de algunos desórdenes fisiológicos. El período que la fruta es expuesta al sol después de cosechada es muy prolongado. Esto provoca pérdida de peso de las bayas y deshidratación del raquis, por lo que es importante tratar de evitar al máximo estas consecuencias y preenfriar lo más pronto posible (Yahia *et al.*, 1992).

Estudios realizados por Winkler *et al.* (1974) demostraron que una reducción en la temperatura de 9.5°C disminuye a la mitad la velocidad de respiración y duplica el

potencial de almacenamiento. Las frutas expuestas a temperaturas por debajo de los 4 °C retardan el crecimiento y desarrollo de todos los hongos (Salunkhe *et al.*, 1984).

El preenfriado de la uva con aire forzado es una técnica muy común empleada para eliminar el calor de campo. Además posee una alta eficiencia para bajar la temperatura del fruto a 0°C en un periodo muy corto (Yahia *et al.*, 1992).

Fumigación

El bióxido de azufre (SO₂) ha sido usado durante algunos años para el control de infecciones postcosecha en uva de mesa y se produce quemando azufre elemental. El SO₂ es un gas que tiene una presión de vapor de 3.3 atmósferas a 20°C, hierve a 10°C a presión atmosférica y es 2.3 veces más pesado que el aire. En soluciones acuosas el SO₂ forma iones bisulfito, iones sulfito y ácido sulfuroso. Las propiedades antimicrobianas del SO₂ se deben a la concentración de ácido sulfuroso *per se* y a pequeñas cantidades de especies iónicas (Eckert, 199-). Cruess *et al.* (1931) mostraron que a pH de 3.5 se requería de 2-4 veces más de SO₂ que el necesario a pH 2.5, mientras que a pH 7 se requirió 25 veces más para inhibir el desarrollo de los hongos, en comparación con el empleado a pH 2.5. Resulta altamente tóxico para las bacterias, los hongos y el hombre. Algunos estudios demostraron que esporas hidratadas o humedecidas son mucho más sensibles al SO₂ que aquellas esporas secas y se concluye que el efecto letal del gas se debe al ácido sulfuroso formado en la superficie de las esporas húmedas (McCulloch, 1946).

El SO₂ es efectivo para controlar infecciones como el moho gris, causada por *Botrytis cinerea*. Sólo tratando las uvas con SO₂ se puede almacenar por periodos largos. Inicialmente, al momento del preenfriado, las uvas se fumigan (0.2 a 0.5% de SO₂) para controlar microorganismos y esporas de la superficie de la baya. Posteriormente se realizan fumigaciones semanales (0.1%) para evitar el desarrollo del patógeno interno (Yahia *et al.*, 1992).

Fumigaciones con SO₂ reducen la velocidad de respiración de las uvas. En uvas 'Emperador' tratadas con 22 ppm de SO₂ su respiración se redujo a 82% de la velocidad

normal a 0°C. con 87 ppm de SO₂ su respiración disminuyó al 8% de lo normal pero altas concentraciones de SO₂ causan severos daños a la fruta (Salunkhe *et al.*, 1984)

Los beneficios de la fumigación con SO₂ desaparecen después de cortos periodos por lo tanto en caso de almacenamiento se deben de realizar aplicaciones semanales. Otro problema que se presenta con este tipo de fumigación es la corrosión de metales (McCulloch, 1946), por lo que se desarrollaron generadores de SO₂. Con éstos se tiene la ventaja de realizar exportaciones en contenedores que no se pueden fumigar periódicamente o en aquéllos con cargas mixtas que contengan frutos sensibles al SO₂ (Nelson *et al.*, 1966).

Los generadores de SO₂ contienen metabisulfito de sodio encapsulado o envuelto en un material permeable. Al empacar las uvas se les coloca un generador de una o dos fases, dependiendo de las necesidades de transporte. Las cajas son perfectamente cerradas y las estibas de fruta se cubren con polietileno. Esto promueve la reacción del metabisulfito con la humedad con la consiguiente liberación de SO₂ y el plástico evita que el gas se pierda (Salunkhe *et al.*, 1984).

No obstante lo anterior, las infecciones postcosecha en uva son un claro reflejo de infecciones incipientes en campo que no se detectan al momento de la cosecha y no pueden ser erradicadas con SO₂ (McCulloch, 1946).

Almacenamiento

Una vez que los racimos han sido preenfriados y fumigados se almacenan en cuartos fríos a temperaturas entre 0 y 1°C. La capacidad de enfriamiento de los cuartos debe ser suficientemente efectiva para remover el calor de respiración de las uvas, lo que se logra con la ayuda de abanicos (Salunkhe *et al.*, 1984). Es importante mantener constante la temperatura del cuarto para evitar una condensación de agua en la superficie de la baya, la cual favorecería el ataque por hongos. Para prevenir el marchitamiento y la pérdida de agua la uva debe mantenerse a una humedad relativa de 85 a 95% (Yahia *et al.*, 1992)

Una alternativa para la sustitución de la fumigación con SO_2 son las atmósferas modificadas (AM). Algunos experimentos han demostrado que AM con 2% de oxígeno y 10% de monóxido de carbono controlan efectivamente las infecciones de uva 'Thompson Seedless' mantenida a 0°C durante 4 meses (Yahia *et al.*, 1992).

Transporte

Una vez empacadas las uvas se paletizan y se colocan en el contenedor. La temperatura de éste, al igual que en almacenamiento, debe mantenerse entre -1 a 0°C con un flujo constante de aire. Este último remueve el calor de la respiración, la cual se incrementa a velocidades logarítmicas con lo que se aumenta la temperatura de la pulpa (Shewfelt *et al.*, 1992).

Comercialización

Generalmente la uva de mesa producida en el estado de Sonora es destinada al mercado de exportación. En 1996 se exportaron alrededor de 5,596,786 cajas. Éstas correspondieron a uvas de la calidad extra o premier. Las uvas de calidad inferior (7,146,786 cajas) se comercializan en el centro de la república y en el mercado local (Asociación Agrícola Local de Productores de Uva de Mesa, 1996).

Cuadro 2.1 Superficie mundial plantada con viñedos
(miles de Ha).

PAIS	1991
España	1,513
C E I.	865
Italia	994
Francia	935
Turquia	590
Portugal	371
EE.UU.	300
Argentina	209
Rumania	247
Ex-Yugoeslavia	200
Otros	2,084
Europa	5,785
América	766
Africa	326
Asia	1,365
Oceania	66
Total	8,304

Fuente: Bulletin de l'O.I.V., Nov-Dic., 1992
(Anaya, 1993)

Cuadro 2.2 Producción mundial de Lva
(miles de Ton).

PAIS	1991
Italia	9,497
Francia	5,498
C E I.	5,498
EE UU.	5,040
España	5,067
Turquía	3,600
Argentina	2,082
Rumania	845
Grecia	1,291
Alemania	1,322
Otros	16,909
Europa	33,606
América	9,551
África	2,458
Asia	9,213
Oceania	929
Total	55,856

Fuente: Bo letin de l'O.I.V. Nov-Dic., 1992
(Anaya, 1993).

Cuadro 2.3 Producción mundial de uva de mesa
(miles de q)

PAIS	1991
Afganistan	1,560
Argelia	1,830
Brasil	2.607
Bulgaria	1.270
Chile	6 668
Egipto	1 000
España	4 716
EE UU (Cal)	11 454
Grecia	1.291
Italia	13.850
Japón	2,408
Marruecos	1,568
Portugal	2,000
Rumania	1,099
Siria	1,920
Sudafrica	1,078
Turquia	23,450
C E I.	10.120
Ex-Yugoes	1,808
Europa	39.936
América	6,100
Africa	6,100
Asia	31,819
Oceania	905
Total	101,286

**Cuadro 2.4 Superficie plantada con vici en el
continente Americano (1992)**

PAIS	Miles de Ha (aprox)
EE UU	300
Argentina	209
Chile	105
Brasil	75
México	41
Uruguay	20
Perú	20
Canada	18

Fuente: OIV, S.A.R.H., USDA.
(Anaya, 1993)

Cuadro 2.5 Superficie plantada con vïa en México
(1994).

ESTADO	Ha
Coahuila	1,840
Queretaro	1,244
Sonora	28,858
Zacatecas	5,230
Total	37,172

Fuente: INEGI, 1995

Cuadro 2.6 Producción de uva en México
(1994).

ESTADO	Ha
Coahuila	20,926
Queretaro	7,982
Sonora	390,389
Zacatecas	44,491
Total	463,788

Fuente INEGI, 1995.

Cuadro 2.7 Producción y destino de la uva a nivel regional (1992).

REGION	MESA	PASA	DEST.	Ton
Caborca	28.600	39.250		156,85
			89.000	0
Costa de Hillo	39.000	1.600	131,65	172,25
			0	0
Total	67,600	40,850	220,65	329,10
			0	0

Fuente: Asociaciones de Productores de Uva de Mesa de Hillo Caborca, INVIDO, S A R.H.,
Asociación Nacional de Vitivinicultores, P.I.V.I. de Lag
(Anaya, 1993)

Cuadro 2.8 Valor nutritivo de la uva

Constituyentes	Porcentaje
Agua	70-80
Carbohidratos	15-25
Glucosa	8-13
Fructosa	7-12
Pentosa	0.01-0.05
Pectina	0.01-0.10
Inositol	0.02-0.08
Acidos orgánicos	0.3-1.5
Tartárico	0.2-1.0
Málico	0.1-0.8
Cítrico	0.01-0.05
Taninos	0.01-0.10
Compuestos nitrogenados	0.03-0.17
Proteínas	0.001-0.1
Aminoácidos	0.017-0.11
Amidas	0.001-0.004
Amonio	0.001-0.012
Residuos	0.01-0.02
Minerales	0.3-0.6
Calcio	0.004-0.025
Cloruro	0.001-0.010
Hierro	Trazas-0.003
Magnesio	0.01-0.025
Potasio	0.15-0.25
Fosfato	0.02-0.05
Sulfato	0.003-0.035
Sodio	Trazas-0.02

Nota: Los rangos dados en porcentajes están expresados en volumen de jugo fresco.

Winkler, A. J., Cook, J. A. y Linder, L. A. General Viticulture. University of California Press, 1974 (Safunkha y col., 1984).



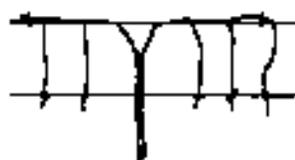
Cordón bilateral



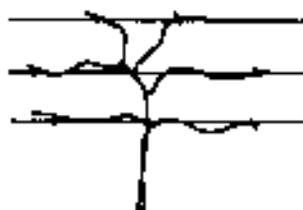
Sombrilla de River Hudson



Génova de Doble Cortina



Sombrilla



Keuka modificado

Figura 2.1 Sistemas tradicionales de conducción establecidos durante la segunda etapa de formación de la parra.

Capítulo 3

OCURRENCIA DE HONGOS DURANTE EL DESARROLLO DEL RACIMO DE UVA EN DISTINTOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DEL VIÑEDO

Resumen

Tradicionalmente el control de enfermedades del racimo en los viñedos se ha realizado por métodos químicos. El manejo del dosel representa una estrategia altamente sinérgica que coadyuva a eficientar el control de patógenos. Los diferentes sistemas de conducción modifican el microclima del dosel y por consecuencia el establecimiento y desarrollo de hongos en el racimo. El presente trabajo se realizó debido a la escasa información existente sobre el efecto conjunto de ambas estrategias de control, durante el desarrollo de los racimos de uva de mesa. El monitoreo se realizó en viñedos plantados con las orientaciones típicas, donde se establecieron cinco sistemas de conducción. Los principales hongos identificados parcialmente fueron: *Alternaria spp.* y *Aspergillus spp.*, seguidos por *Penicillium spp.* y *Rhizopus sp.* La carga de hongos se vió influenciada significativamente por la interacción entre el sistema de conducción, la orientación de la hilera y la fecha de muestreo. La orientación Norte-Sur presentó el menor promedio de hongos, el cual puede estar influido significativamente por la luminosidad presente en esta orientación. La pérgola fue el sistema de conducción que presentó la menor carga de hongos durante las etapas de cosecha.

Chapter 3

CLUSTER FUNGAL OCCURRENCE AS AFFECTED BY DIFFERENT
VINEYARD TRAINING SYSTEMSAbstract

Traditionally, vineyard disease control is achieved by chemical means. Canopy management represents a highly synergistic strategy yielding a more efficient pathogen control. Canopy microclimate is modified by different training systems; therefore, it affects cluster fungi establishment and development. This work was done because of the scarce information regarding the combined effect of canopy management and chemical control on fungal occurrence during table grape cluster development. Infection monitoring was performed in vineyards with typical orientations, where a training system assay was previously established. Main fungi species partially identified were *Alternaria spp.* and *Aspergillus spp.*, followed by *Penicillium spp.* and *Rhizopus sp.* Fungal load was significantly influenced by the interaction between training system, row orientation and sampling date. North-South rows had the lowest infection rates, which could be the result of the highest luminosity characteristic of such orientation. At harvest time, the Slanted Pergola was the system with the lowest fungal load.

Introducción

Las uvas son susceptibles a numerosas enfermedades causadas principalmente por hongos. Algunos problemas son tan serios que el viñedo no puede establecerse en lugares donde el clima favorece un alto desarrollo de patógenos. Es aquí, donde el control de enfermedades fúngicas durante el desarrollo del racimo es un punto importante que siempre se reflejará en la calidad y vida de almacenamiento de la uva (Wilson et al., 1994).

Existen algunas dudas sobre la variación de la carga de inóculo durante la etapa de campo y como ésta impacta el desarrollo y el control de la pudrición en postcosecha. La carga de inóculo en campo incluye numerosos microorganismos que forman una población. Esta población comprende una mezcla de especies tales como bacterias, hongos y levaduras; entre otros. Hay estimaciones que indican que los microorganismos fluctúan entre 10^3 y 10^7 ufc/cm² (Wilson et al., 1994). Shewfell et al. (1993) reportaron que la carga de inóculo en uva correspondiente a levaduras y hongos fue de 150-45,000 ufc/g. De acuerdo a las estimaciones de microorganismos el 5% de las especies son patógenas y solamente un 5% de la población puede ser suficiente -bajo condiciones favorables para el hongo- para causar niveles de infección severa. Una vez que el patógeno se ha establecido en el tejido pasa por una serie de estados que van desde no visibles y latentes (quiescentes) a estados altamente visibles. Algunas poblaciones se encuentran en la superficie de la hoja o en el racimo, asociadas a tricomas o células epidermales y otras están debajo de la superficie en cavidades estomatales o en células de la epidermis y del parénquima (Wilson et al., 1994).

Las infecciones del racimo representan un problema serio en la uva de mesa, que se ve reflejado en las pérdidas postcosecha (Dibble et al., 1992). Estas infecciones son originadas principalmente por hongos parásitos (Winkler et al., 1974). Dibble et al. (1992) encontraron que los principales hongos causantes de infecciones son *Botrytis cinerea* (moño gris), *Cladosporium herbarium* (mancha negra), *Rhizopus* sp. (pudrición anidada), *Aspergillus niger* y *flavus* (tizón) y *Penicillium* sp. (moño azul). Las temperaturas óptimas a las cuales se desarrollan éstos son de 25 a 37°C (Frazier et al., 1993) y su

desarrollo se ve favorecido por la ocurrencia de lluvia y/o humedad relativa elevada. Por lo tanto, el clima es un factor decisivo en el establecimiento y desarrollo de hongos (Winkler *et al.*, 1974) y representa el factor más importante que afecta la calidad de la uva (Wahl, 1988).

Para controlar en campo las infecciones causadas por hongos se realizan numerosas prácticas culturales que incluyen la aplicación de fungicidas o fungistáticos. Estos agroquímicos aplicados una o dos semanas antes de la cosecha reducen significativamente la infección de frutos (Michailides *et al.*, 1996). Dichas prácticas están sujetas a variación dependiendo de las condiciones ambientales (Wilson *et al.*, 1994).

Investigaciones recientes concluyen que los productores pueden manejar el microclima de la parra modificando el dosel (Phillips *et al.*, 1988) y la densidad de plantación (Cargnello, 1994). Con esto se reduce el establecimiento y el desarrollo del hongo (Giesler *et al.*, 1996), lo que se refleja en una disminución de la infección del racimo. Lo anterior se logra –por un lado– incrementando el movimiento del aire alrededor del fruto (Phillips *et al.*, 1990) y por otro, exponiéndolo a una mejor aplicación y distribución de los productos químicos.

Durante la cosecha la carga de hongos asociada a los racimos tiene una composición compleja, variable y generalmente desconocida (Wilson *et al.*, 1994); por lo que requiere de mayor atención. Debido a lo anterior, se evaluó el efecto que tiene la modificación del microclima y las aplicaciones comerciales de fungicidas durante el desarrollo de los racimos de uva de mesa. Esto se logró cuantificando la carga de inóculo de los hongos en las diferentes etapas de desarrollo del racimo e identificando los géneros dominantes.

Materiales y Métodos

El material vegetal empleado fue uva 'Perlette', cultivada en el viñedo "El Sol", ubicado en la región de Pesqueira, Sonora. Los sistemas de conducción a los que se sometió esta variedad fueron pérgola, lira, CIAD, testigo modificado y testigo comercial (Fig. 3.1), establecidos en un experimento previo (Orozco, tesis en progreso). Tales

sistemas se evaluaron bajo las orientaciones Norte-Sur y Este-Oeste. A partir de datos tomados en las hojas aledañas al racimo se determinaron los principales factores del microclima tales como humedad relativa, temperatura y luminosidad. Los datos se obtuvieron con un sistema portátil para fotosíntesis LI-COR LI-6200 y con un radiómetro puntual cuántico LI-COR LI-189 (Lincoln, Nebraska). Las mediciones se efectuaron en las etapas de floración y postcosecha (febrero y julio de 1996) y se realizaron entre las 8.00 y 11 (X) A.M. (Orozco, tesis en progreso).

El control químico comercial para los hongos se realizó; principalmente, mediante aplicaciones foliares de azufre e hidróxido de cobre (Cuadro 3.1). La identificación parcial de los hongos presentes en uva se llevó a cabo a través de monitoreos directos. Éstos se realizaron durante las etapas de floración (12 de marzo), amarre de grano (27 de marzo), envero (16 de abril), 1ª cosecha (30 de abril) y 2ª cosecha (7 de mayo). El muestreo se realizó al azar, dentro de las líneas externas de cada uno de los sistemas de conducción. Las muestras -inflorescencias o racimos, según la etapa de desarrollo- fueron colocadas en bolsas estériles (Nasco 6 y 24 oz).

Una vez tomadas las muestras se transportaron en hielo al laboratorio de microbiología del CIAD, para su inmediato procesamiento. Aquí fueron pesadas en una balanza granataria (Dial-O-Gram, OHAUS) y a cada muestra se le añadieron 90 ml. de agua peptonada al 0.1% (Merk, México). Posteriormente, se agitaron por aproximadamente 5 min. y se hicieron las diluciones seriadas. Cada una de éstas se vació por duplicado en cajas Petri, conteniendo medio de cultivo papa dextrosa agar (Difco, Detroit Mi.) y ácido tartárico (Merk, México) al 10% a una temperatura de 25°C (FDA, 1992)

Después de 24 h se realizó una cuenta total (FDA, 1992) y una vez que las colonias se diferenciaron morfológicamente se llevaron a cabo aislamientos, hasta que se obtuvieron colonias puras para su identificación parcial. Ésta se efectuó tiñendo muestras de micelio (FDA, 1992 y Bailey *et al.*, 1982) y observándolas directamente en el microscopio óptico (Bausch & Lomb 14602, Balplan Rochester, Nueva York) para su posterior comparación con las claves de Raper *et al.* (1977), Ulloa *et al.* (1978), Bailey *et al.* (1982), Koneman *et al.* (1983), Snowdon (1990) y Herrera *et al.* (1990).

El diseño del experimento fue en bloques al azar con un arreglo de dos factores (sistema de conducción y orientación). El sistema de conducción presentó cinco niveles y la orientación dos. Se tomaron cuatro repeticiones por muestra. Los datos obtenidos se analizaron por medio de un ANOVA o un GLM, dependiendo de los requerimientos del programa, siguiendo el protocolo del Sistema de Análisis Estadístico (SAS Institute, Cary, N.C. 1995). En el caso de interacciones significativas se estimaron los errores estándares correspondientes. Cuando sólo existieron efectos principales se realizó la comparación de medias por la prueba de Duncan con una probabilidad de ≤ 0.05 (Zar, 1984; Little *et al.*, 1991 y Montgomery, 1991).

Resultados y Discusión

Cabe mencionar que durante la etapa de floración los doseles se encontraban en desarrollo y en proceso de adaptación al sistema de conducción. Así mismo, durante la etapa de postcosecha los doseles eran más densos. De igual forma, es importante recordar el efecto que tiene la cantidad de luz que llega a las hojas, la posición de éstas en el dosel y el número de capas de hojas que conforman el mismo (Smart *et al.*, 1991 y Winkler *et al.*, 1974). Este efecto influye en el área foliar de captación de luz, lo que estará en relación directa con la HR, temperatura y luminosidad de las hojas que rodean al racimo.

Microclima del área que rodea al racimo

Humedad relativa (HR) de las hojas durante la floración. La expresión de esta variable está fuertemente condicionada por la evapotranspiración. Es importante considerar que ésta es el reflejo del microclima del interior de la cámara de medición. Por lo tanto, la HR de las hojas que circundan al racimo está fuertemente influenciada por las tasas de evapotranspiración que permiten regular la temperatura de la hoja (Lowe, 1996 y Winkler *et al.*, 1974). Aunque existe una interacción fuertemente significativa entre la orientación de la hilera y el sistema de conducción (Fig. 3 2a) es importante visualizar el comportamiento de los efectos principales para poder magnificar los cambios en las

combinaciones de los tratamientos. En promedio la HR para pérgola, lira, CIAD, testigo modificado y testigo comercial fue de 29, 28, 25, 25 y 24%; respectivamente. Esto implica que a mayor área de captación de luz, la hoja está más expuesta y por consiguiente hay mayor necesidad de evapotranspirar para prevenir altas temperaturas en el follaje (Smart *et al.*, 1991 y Salisbury *et al.*, 1992). El hecho de que la pérgola haya mostrado la HR más alta, se debe a que tiene una mayor área foliar expuesta a la luz (SARH, 1983). Con ello que se incrementa la tasa fotosintética y los procesos de respiración y transpiración, por lo que en la pérgola la HR de las hojas aledañas al racimo se incrementa dentro de la cámara de LI-COR (Lowe, 1996 y Winkler *et al.*, 1974). El efecto pronunciado de las orientaciones fue sólo de 27 y 26% para las hileras Norte-Sur y Este-Oeste, respectivamente. Dada la variabilidad detectada, esto no representa una diferencia significativa.

HR de las hojas durante postcosecha. Debido a las altas temperaturas durante esta etapa, la HR de las hojas que rodean al racimo demandan de mayores tasas de evapotranspiración. Por lo tanto, la HR de las hojas dentro de la cámara de medición fue significativamente afectada por la interacción del sistema de conducción y la orientación de la hilera (Fig. 3.2b). En promedio los sistemas de conducción presentaron valores de 32, 34, 28, 48, y 28% para los sistemas de pérgola, lira, CIAD, testigo comercial y testigo modificado. En contraste a la época de floración; durante la etapa de postcosecha la orientación de la hilera sí determina a esta variable. No obstante las medias son sólo de 35 y 33% para la orientación Este-Oeste y Norte-Sur. Resulta importante señalar los mayores valores determinados de los testigos modificados, los cuales pueden ser el resultado inmediato de los cambios en el microclima; inducidos en el interior del dosel.

Temperatura de las hojas durante la floración. Durante esta etapa la temperatura aún no alcanza los máximos grados, característicos de la región. No obstante, la temperatura de las hojas aledañas al racimo, está determinada por la interacción de la orientación de la hilera y el sistema de conducción (Fig. 3.3a). Estos factores en conjunto, dictan la exposición de las hojas al sol, que a su vez define tanto la temperatura como la iluminación. En general, la temperatura no presenta una diferencia notoria entre los

testigos y los diferentes sistemas de conducción. La excepción la representa el sistema de conducción CIAD, el cual muestra temperaturas de 30°C en la orientación Norte-Sur y 37°C en la Este-Oeste. Lo anterior, se debe a las características espaciales propios del sistema de conducción, el cual fue diseñado para hileras con orientación Este-Oeste. Esto permite que ambas caras del dosel estén expuestas al sol al mismo tiempo, por lo tanto, tienen una mayor área foliar de captación. La temperatura elevada del sistema de conducción CIAD, coincide con la alta HR presente durante la misma etapa, ya que las altas temperaturas incrementan la evapotranspiración de la hoja (Coombe, 1987).

Temperatura de las hojas durante postcosecha. La interacción entre el sistema de conducción y la orientación de la hilera influyeron significativamente en la temperatura de las hojas aledañas al racimo (Fig. 3.3b). Debido a las características de la temperatura ambiental alta: los sistemas de conducción de amplia expansión vegetativa con modificación del dosel, son más calientes en la orientación Norte-Sur: como resultado de su exposición matutina. En los sistemas de conducción de mediana expansión (testigo modificado y testigo comercial), la orientación Norte-Sur tiende a ser menos caliente que la orientación Este-Oeste. Esta diferencia es significativa en el testigo modificado, aunque la tendencia se mantiene en el testigo comercial. La comparación anterior permite observar el resultado de la manipulación del dosel (Giesler *et al.*, 1996) y de la exposición de las hojas opuestas al racimo durante la mañana. Así mismo, las diferencias entre las orientaciones del testigo modificado tienen un efecto directo en la HR de las orientaciones del mismo, ya que al ocurrir temperaturas elevadas las tasas de evapotranspiración se incrementan (Azcon-Bieto *et al.*, 1993).

Luminosidad de las hojas durante la floración. Cabe hacer mención de tres aspectos importantes para esta variable. El primero, referente al escaso desarrollo del dosel, por lo que la exposición del follaje al sol no llega a ser limitada. El segundo, concerniente a la toma de datos realizados con el sensor puntual; éste último influyó en la alta variación determinada. Aunado a lo anterior, el ángulo de exposición de la hoja adyacente al racimo influye directamente en las lecturas (Smart *et al.*, 1991). En general, la tendencia

mostrada indica que la luminosidad en el dosel está directamente correlacionada con el grado de exposición del follaje (Fig. 3.4a). La excepción es el testigo comercial en la orientación Norte-Sur, lo cual puede ser el resultado de las lecturas puntuales.

En promedio la luminosidad de la orientación Norte-Sur fue de $620 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ la cual es significativamente diferente al promedio de la orientación Este-Oeste ($353 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$). Lo anterior, se debe a que en la orientación Norte-Sur los rayos de sol inciden directamente sobre las paredes del dosel, existiendo mayor posibilidad de que las hojas encontradas en el área que rodeaba al racimo tuvieran más oportunidad de captar los mismos (Winkler *et al.*, 1974).

Luminosidad de las hojas durante postcosecha. En esta etapa fenológica la luminosidad de las hojas adyacentes al racimo está sólo en función del sistema de conducción (Fig. 3.4b). En promedio, el tratamiento que mayor luminosidad alcanzó fue el lira con $806 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$. Éste fue seguido por un grupo con valores similares donde se encontraba la pérgola, el CIAD y el testigo modificado con 583, 659 y $509 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$, respectivamente. La media del testigo comercial es representativa de la problemática regional ya que sólo alcanzó un valor de $61 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$. Los tratamientos que involucran manejo del dosel tienden a presentar similitud en el grado de iluminación alcanzada. Sin embargo, el reflejo del tratamiento comercial representa la problemática regional, mostrando niveles promedio de luminosidad por abajo de los umbrales fotosintéticamente significativos. Lo anterior, es originado por la densidad del dosel ya que evita la penetración de los rayos del sol, disminuyendo drásticamente la cantidad de energía luminosa que llega a las hojas de la zona en la que se encontraba el racimo; las cuales quedan prácticamente en el centro del dosel. Smart *et al.* (1991) encontraron que la luminosidad requerida por la planta para llevar a cabo su máxima fotosíntesis es de $800 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ y que a $200 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ las hojas cierran sus estomas, por lo que son incapaces de fotosintetizar. De acuerdo a lo anterior, el nivel mostrado por el testigo comercial se encuentra muy por debajo del nivel requerido para la apertura estomatal, de tal forma que las hojas aledañas a la zona en la que se encontraba el racimo, son incapaces de fotosintetizar.

Desarrollo del racimo

Presentó una típica curva sigmoideal (Azcon-Bieto *et al.*, 1993 y Salisbury *et al.*, 1992), siendo influido significativamente por la orientación, los sistemas de conducción y las etapas de muestreo (Fig. 3.5). La media del peso de los racimos durante la 2ª cosecha en la orientación Este-Oeste fue de 214 g, superada por la orientación Norte-Sur que presentó una media de 262 g. Lo anterior, concuerda con las experiencias obtenidas por Smart (1991), acerca de la relación directa que prevalece entre la cantidad de luz y el desarrollo del racimo. Por lo anterior, en la orientación Norte-Sur existe una mejor exposición del dosel a la luz del sol, por lo que las hojas incrementan sus niveles de fotosíntesis que resulta en un incremento de los carbohidratos producidos para procesos estructurales y energéticos. En la misma gráfica podemos observar que durante la 1ª y 2ª cosecha la media de los racimos observada en la orientación Norte-Sur muestra gran variabilidad, ésta puede deberse a diferencias en la oportunidad con que se realizaron las prácticas de manejo del racimo. Mientras que en la orientación Este-Oeste éstas fueron hechas oportunamente, en las hileras Norte-Sur se realizaron en una etapa de desarrollo del racimo más avanzada. Cabe mencionar que esta variabilidad en el tamaño de los racimos repercute negativamente en el valor comercial de los mismos. Lo anterior, se refiere a que el productor prefiere tener racimos homogéneos, de mediano peso a tener racimos de tamaño variable.

La figura 3.6 muestra que el sistema de conducción de pérgola presentó el mayor promedio de peso del racimo durante la 1ª y 2ª cosecha (244 g). Lo anterior se debe a que en este sistema el dosel tiene una mayor superficie de exposición, por lo que su producción de carbohidratos fue mayor. Por otro lado, el testigo comercial mostró un peso promedio -durante las mismas etapas- de 224 g; lo cual no se esperaba ya que el incremento del peso del racimo está en función de la producción de carbohidratos (Safunkhe, 1984) y éstos a su vez están en relación directa de la superficie foliar de exposición al sol (Fig. 3.6). Lo anterior pudiera explicarse en relación a la oportunidad de la realización de las prácticas culturales al racimo. Estas prácticas se realizaron primero

en la orientación Este-Oeste y posteriormente en la Norte-Sur. Lo anterior, implicó que la aplicación de agroquímicos y el desgrane de bayas se realizara en el momento oportuno para la orientación Este-Oeste. Por otro lado, en la orientación Norte-Sur las mismas prácticas se realizaron cuando las bayas se encontraban en un mayor estado de desarrollo, por lo que existió alta fluctuación en el peso promedio del racimo.

Carga de hongos

La carga de hongos fue influenciada significativamente por la interacción del sistema de conducción, la fecha de muestreo y la orientación de la hilera (Cuadro 3.2). La fluctuación global de los hongos en las orientaciones Este-Oeste y Norte-Sur (Fig. 3.7) fue de 11 y 10 ufc/g; respectivamente. Aunque no existen diferencias entre las medias de las orientaciones, los resultados obtenidos los podemos capitalizar si tomamos en cuenta la oportunidad con que se realizaron las labores. La orientación Norte-Sur estuvo en desventaja con la orientación Este-Oeste, ya que en ésta última se realizaron con oportunidad las labores de cultivo. Aunado a lo anterior, es importante señalar que las estructuras de la pérgola impidieron el paso de los tractores, por lo que las aplicaciones fueron posteriores al resto de los sistemas y se realizaron con mochila. Los resultados referentes al microclima muestran que la luminosidad, en general, pudo ser el factor que influyó significativamente en la reducción de la carga de hongos. Los promedios de luminosidad obtenidos fueron $573 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ para la orientación Norte-Sur y $438 \mu\text{e}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ para la orientación Este-Oeste. El hecho de que exista una mayor luminosidad repercute directamente en la deshidratación, latencia y/o muerte de la spora (Agrios, 1991). Lo anterior, es confirmado por Phillips *et al.* (1990) y Giesler *et al.* (1996), quienes encontraron que la manipulación del microclima modifica positivamente la ocurrencia de los hongos. En las etapas de envero y 1ª cosecha se observó una disminución general de la carga de hongos, lo cual fue el reflejo de la aplicación de fungicidas.

El cuadro 3.2 muestra que en promedio el tratamiento pérgola en ambas orientaciones, expresó la mayor carga de hongos durante el desarrollo del racimo; lo cual

es el resultado de la oportunidad con la que se realizaron las prácticas de manejo del mismo. Sin embargo, durante la 2ª cosecha el testigo comercial orientación Norte-Sur y en el testigo modificado orientación Este-Oeste presentaron la mayor carga de hongos. Lo anterior, refleja el efecto positivo que brindan los sistemas de conducción restantes, en cuanto a la exposición del racimo a los agroquímicos. Durante esta etapa en la orientación Norte-Sur la pérgola y el testigo manejado presentaron la menor carga de hongos, de igual forma ocurrió para el primer sistema de conducción en la orientación Este-Oeste. El hecho de que la pérgola en ambas orientaciones -durante la 2ª cosecha- tuviera la menor carga de hongos, puede deberse a que ésta provee una mejor distribución del follaje, de tal forma que la circulación del aire aumenta alrededor del racimo y entre el dosel. Así mismo, existe una mejor exposición del dosel al sol, como del racimo a la aplicación de agroquímicos. Lo anterior promueve la deshidratación, latencia y/o muerte de las esporas, así como su constante movimiento (Agrios, 1991). El incremento generalizado de la carga de hongos en la 2ª cosecha, es debido a la falta de aplicación de fungicidas, ya que durante esta etapa la aplicación de los mismos al racimo se suspenden para evitar riesgos para la salud del consumidor.

Hasta el momento no se han encontrado datos publicados referentes a carga de hongos en el campo y cómo ésta se ve afectada por la aplicación de agroquímicos en diferentes sistemas de conducción evaluados. Por lo que estos resultados representan un buen avance en este aspecto.

Los hongos con mayor ocurrencia fueron *Alternaria spp.* y *Aspergillus spp.*, ambos se presentaron en todos los tratamientos durante las diferentes etapas de muestreo (Fig. 3.8a y b). Aunque éstos no llegaron a manifestarse en el viñedo, son los que originan las pudriciones de verano (Smart *et al.*, 1996; Winkler *et al.*, 1974 y Dibble *et al.*, 1992). Por otro lado, Díaz *et al.* (datos sin publicar) y Dibble *et al.* (1992) reportaron que estos hongos son los principales causantes de infecciones en almacenamiento. *Penicillium spp.* y *Rhizopus sp.* fueron los hongos presentes en segundo orden de importancia, aunque únicamente estuvieron ausentes en la segunda y cuarta fecha de muestreo: respectivamente (Fig. 3.8 c y d).

En la figura 3.8 d, podemos observar un efecto positivo de la aplicación de fungicidas en la ocurrencia de *Rhizopus* sp. No obstante, durante las dos primeras etapas de muestreo la orientación Norte-Sur presentó la mayor ocurrencia, lo que pudo deberse a la inoportunidad con que se realizaron las aplicaciones de fungicidas. En cuanto a *Penicillium* spp. (Fig. 3.8 c) observamos un efecto similar, aunque en menor magnitud al de *Rhizopus* sp. Sin embargo, tanto *Alternaria* spp. como *Aspergillus* spp. no mostraron tener una relación directa entre la aplicación de fungicidas y su ocurrencia. Esto posiblemente se deba a la necesidad de emplear fungicidas o fungistáticos más eficientes para el control de dichos hongos (Dibble et al., 1992).

Cabe recordar que por haber sido el primer año del establecimiento del experimento se descuidaron algunos aspectos en el cuidado del dosel, los cuales repercutieron en la carga de hongos. Estos aspectos se refieren al desfase de la realización de las labores del racimo entre orientaciones y sistemas de conducción. Otro aspecto, fue la falta de aplicación de fungicidas en los sistemas de pérgola durante las etapas de floración y amarre; debido a la inadecuación de las técnicas de aplicación de los fungicidas al sistema de conducción. Y por último, el simple hecho de que las parras se encontraban en proceso de adaptación a los sistemas de conducción.

Conclusiones

- El microclima del área que circunda al racimo es modificado por la orientación de la hilera y el sistema de conducción.
- Al implementar algún sistema de conducción es importante uniformar los criterios de manejo, refinándonos a la oportuna realización de labores culturales. Lo que nos permitirá obtener racimos homogéneos de buena calidad y con baja carga de hongos.
- Los factores que definen el microclima del dosel (humedad relativa, temperatura y luminosidad) juegan un papel muy importante en la ocurrencia y desarrollo del

hongos; sin embargo, el incremento en la luminosidad parece ser un factor que influye positivamente en la reducción de los mismos

- Los tratamientos de pérgola y lira en la orientación Norte-Sur favorecen el desarrollo del racimo y -aunado a oportunas prácticas culturales- reducen la carga de hongos
- Los principales hongos identificados parcialmente en orden de ocurrencia fueron *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* y *Rhizopus sp.*

Literatura Citada

- Agrios, G.N. 1991. Fitopatología. 5ª reimpression. Ed. Limusa. México D.F. 530 pp.
- Azcon-Bieto, J. y M. Talon. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal 1ª Ed. Interamericana McGraw-Hill. España. 581 pp.
- Bailey W.R. y E.G. Scott. 1982. Diagnóstico Microbiológico. 6ª Ed. Panamericana. Buenos Aires Argentina. pp 620-629.
- Cargnello, G. 1994 Recherches sur le degre d'attaque du Mildiou, de l'Oidium, du Botrytis et de la pourriture acide par rapport au differents forts ecartements entre les files et entre les vignes dans differents varietes et milieux. G.E.S.C.O. 7^{èmes} Journees d'etude des systemes de conduite de la vigne. Valladolid. España. 21-23-VI. pp 18-22.
- Coombe, B.C. 1987. Influence of temperature in composition and quality of grapes. Acta Horticulture 206:49-68.
- Dibble, J., V. Stern, F. Zalom, J. Granett, D. Gubler, J. Marois, G. Leavitt, C. Elmore, H. Agamalian, D. Donaldson, B. Fischer, H. Kempen, U. C. Kodira y B. B. Westerdahl. 1992. Grape: Pest Management Guidelines. UCIPM, IMPACT, UCPMG. Davis, Cal.
- FDA. 1992. Bacteriological analytical manual. VII Edition. Chap. 18 J.A.O.A.C. Int. pp. 227-234.
- Giesler, L.J. G.Y. Yuen y G.L. Horst. 1996. The microclimate in tall fescue turf as affected by canopy density and its influence on brown patch disease. Plant Disease. 80:389-394.
- Herrera, T. y M. Uiloa. 1990. El Reino de los hongos. Ed. UNAM y FCE. 552 pp.
- Koneman, E.W., S.D. Allen, V.R. Dowell y H.M. Sommers. 1983. Diagnóstico microbiológico Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. pp. 533.
- Lowe, D. 1996. Canopy management. What is it?. En: Sunlight into Wine. A handbook for winegrape canopy management. R. Smart y M. Robinson (Eds.) 4ª impresion. Ed. AP. New Zeland. pp. 2-3.
- Little, T.M. e I.J. Hills. 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2ª reimpression. Ed. Trillas. México, D.F. 270 pp.
- Michailides, T.J y D.P. Morgan. 1996. Using incidence of *Botrytis cinerea* in Kiwifruit sepals and receptacles to predict gray mold decay in storage Plant Disease. 80(3) 248-254

- Montgomery, D.C. 1991. *Diseño y análisis de experimentos*. Grupo Ed. Iberoamérica. México. D.F. 589 pp.
- Phillips, K.F. y R. Mondan. 1988. *Canopy modification and fruit composition. The situation on the northern border of viticulture-the example Franconia*. Proceedings of the second international symposium for cool climate viticulture and enology. R. Smart, R. Thornton, S. Rodríguez y J. Young, eds. Auckland, Nueva Zelanda del 11-15 de enero. pp. 16-20.
- Phillips, P.A., J.H. Foot y L. Righetti. 1990. *Grape pruning methods can affect Botrytis bunch rot*. California Agriculture. 44, (3):9-10.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1992. *Fisiología Vegetal*. 4ª ed. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D. F. 795 pp.
- Salunkhe, D.K. y B.B. Desai. 1984. *Postharvest biotechnology of fruits*. Vol. 1 Ed. CRC Press, U.S.A. pp 1-7.
- SARH. 1963. *Guía técnica del viticultor*. SARH, INIA, CIAN, Campo agrícola experimental de la Laguna. Publicación especial No. 3. 238 pp.
- Shewfelt, R.L. y S.E. Prussia. 1993. *Postharvest handling. A systems approach*. Academic Press, Inc. San Diego California. EE. UU. 358 pp.
- Smart, R. E. y M. Robinson. 1991. *Sunlight into wine. A handbook for winegrape management*. Hyde Press, Adelaide, Australia. 86 pp.
- Snowdon, A.L. 1990. *A color atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits and vegetables*. Vol. 1 CRC Press, Inc. Boca Raton Florida, U.S.A.
- Ulloa, M. y R. Harlin. 1978. *Atlas de micología básica*. 1ª Ed. Concepto, S. A. México, D.F. 158 pp.
- Wahl, K. 1988. *Climate soil effects on grapevine and wine: The situation on the northern border of viticulture-the example Franconia*. Proceedings of the second international symposium for cool climate viticulture and enology. R. Smart, R. Thornton, S. Rodríguez y J. Young, eds. Auckland, Nueva Zelanda del 11-15 de enero. pp. 1-5.
- Wilson, Ch.L. y M.E. Wisniewski. 1994. *Biological control and postharvest diseases. Theory and practice*. Ed. CRC Press. U.S.A. 182 pp.
- Winkler, A.J., J.A. Cook, W.M. Kliewer y L.A. Linder. 1974. *General viticulture*. 2ª ed. Universidad de California, Berkeley. 710 pp.

Zar, J H 1984. *Biostatistical analysis* 2^o Ed. S. A. Prentice-Hall, INC. EE.UU. 718 pp.

Cuadro 3.1 Calendarización de la aplicación comercial de fungicidas en uva de mesa cultivar 'Parlette'

Fecha	Producto	Concentración
15 de enero	azufre floable	50% 2 lt/Ha
12 de febrero	hidróxido de cobre	50% 2 lt/Ha
12 de febrero	pthalimide	50% 2 lt/Ha
15 de febrero	azufre en polvo	93% 6 kg/Ha
23 de febrero	pthalimide	1.5 kg/Ha
25 de febrero	azufre en polvo	93% 8 kg/Ha
29 de febrero	pthalimide	2 lt/Ha
19 de marzo	hidróxido de cobre	50% 2 lt/Ha
25 de marzo	hidróxido de cobre	50% 2 lt/Ha
18 de abril	azufre en polvo	93% 8 kg/Ha
20 de junio	azufre floable	50% 2 lt/Ha
26 de julio	hidro floable	2 lt/Ha
26 de julio	ditiocarbamato	1.5 lt/Ha

Cuadro 3.2 Cuantificación de hongos en racimos de uva de mesa cultivar 'Perlette' en cinco sistemas de conducción y dos orientaciones de hileras.

Etapa de Muestreo	Carga media de hongos (ufc/g)*									
	Orientación									
	Norte-Sur					Este-Oeste				
	P	L	C	M	T	P	L	C	M	T
Floración	23	26	42	17	-	73	23	14	17	-
Amarre de grano	14	3	3	4	-	6	5	8	3	-
Envero	2	2	2	0	1	3	2	1	0	1
1a. cosecha	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1
2a. cosecha	2	15	20	5	29	7	17	21	26	23

*Interacción significativa al nivel de 0.01. Error estándar=4 ufc/g.

P.- Pérgola

L - Lira

C - CIAD

M - Testigo modificado

T.- Testigo comercial

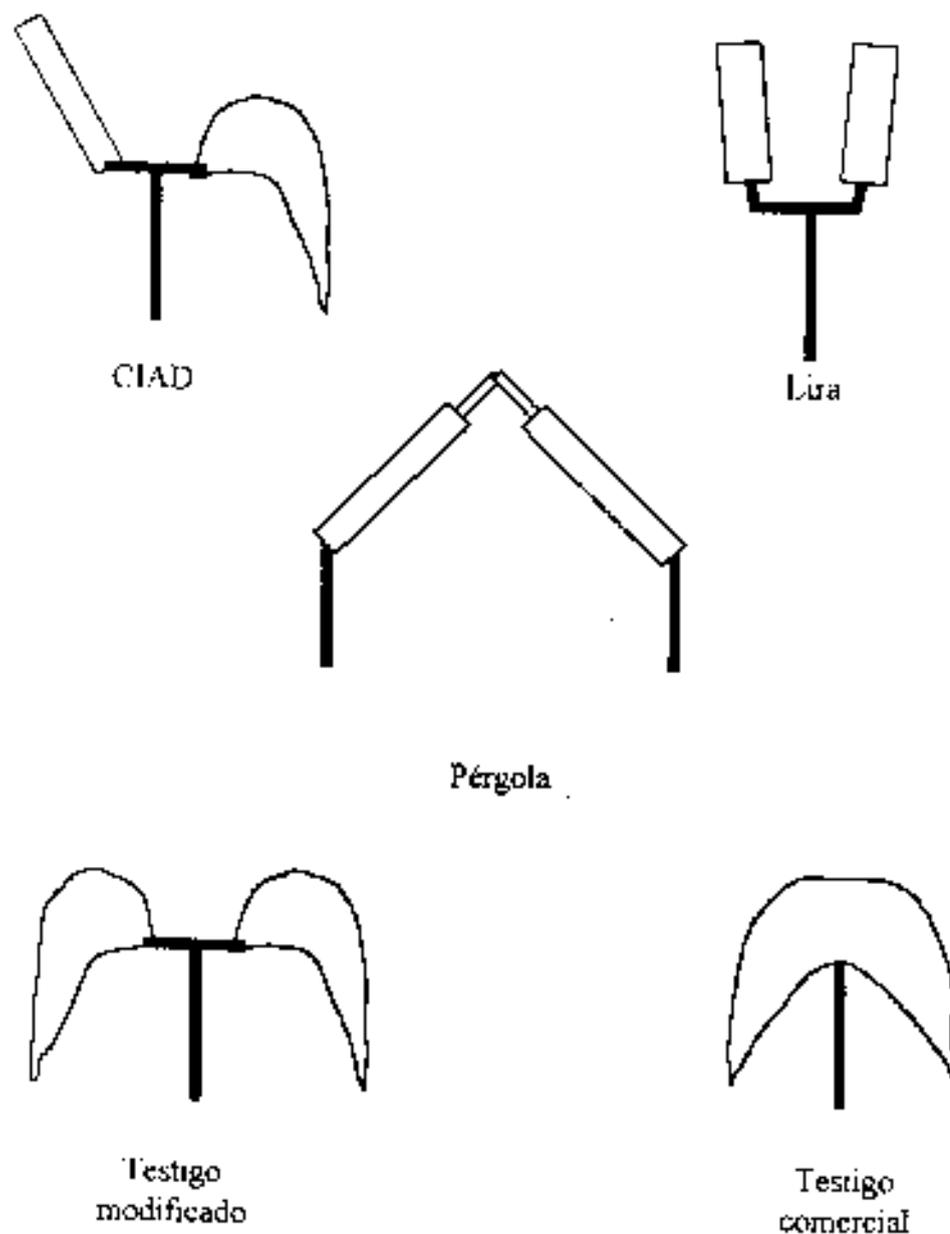
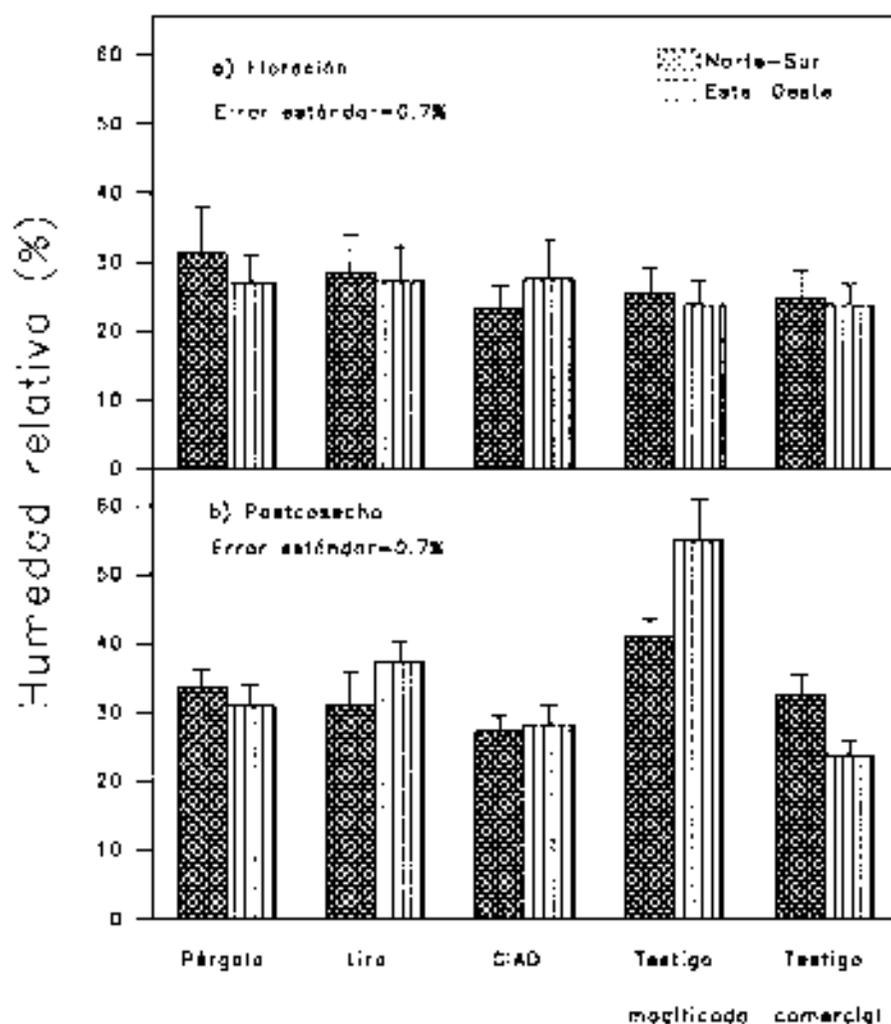
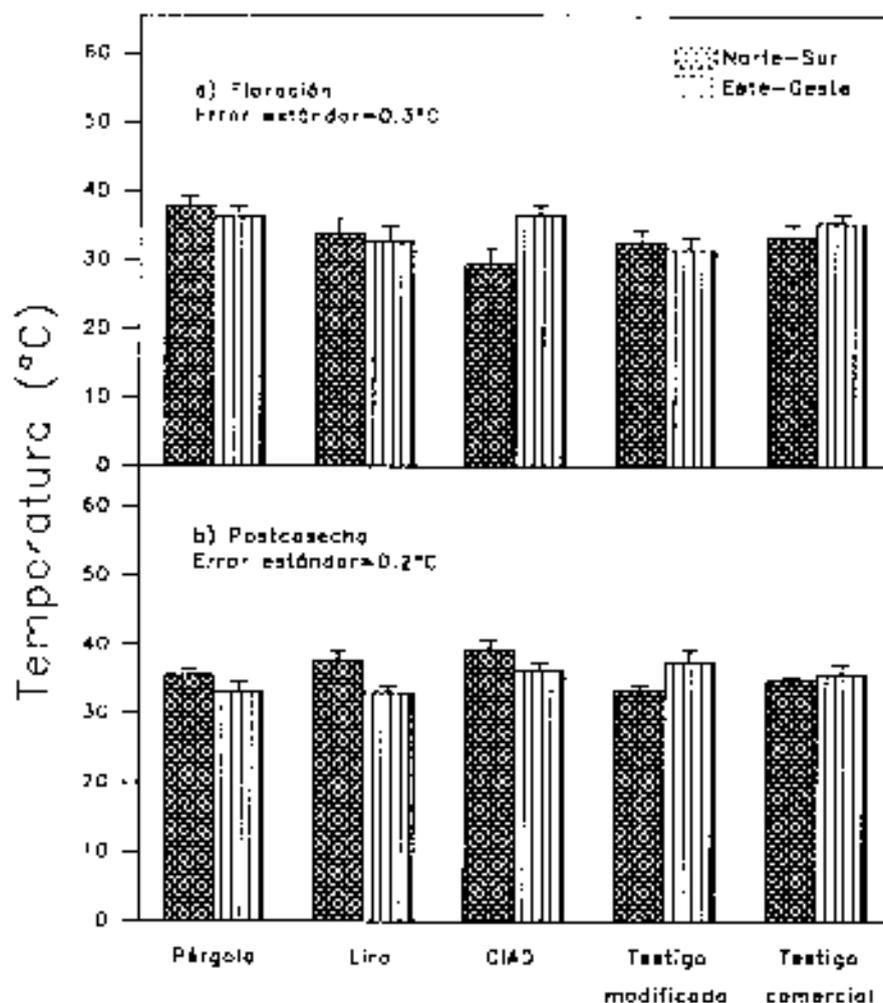


Figura 3.1 Sistemas de conducción establecidos en un viñedo comercial de uva de mesa cultivar 'Perlette' en hileras con orientaciones Norte-Sur y Este-Oeste.



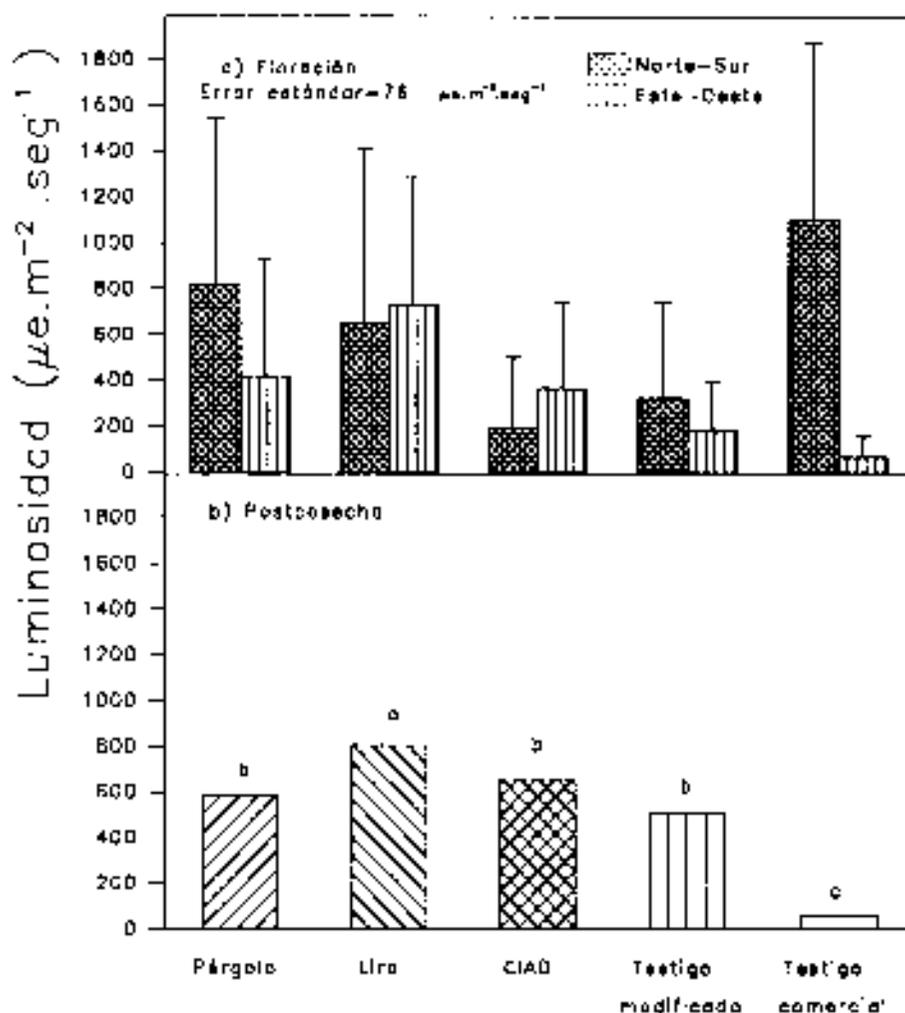
Sistema de Conducción

Figura 3.2 Humedad relativa del microclima de las hojas que rodean al racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' durante la etapa de floración (a) y postcosecha (b), sometido a cinco sistemas de conducción (pérgola lira, CIAD, testigo modificado y testigo comercial) y dos orientaciones de hileras (Norte-Sur y Este-Oeste).



Sistema de Conducción

Figura 3.3 Temperatura del microclima de las hojas que rodean al racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' durante la etapa de floración (a) y postcosecha (b), sometido a cinco sistemas de conducción (pérgola, lira, CIAD, testigo modificado y testigo comercial) y dos orientaciones de hileras (Norte-Sur y Este-Oeste).



Sistema de Conducción

Figura 3.4 Luminosidad del microclima de las hojas que rodean al racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' durante la etapa de floración (a) y postcosecha (b), sometido a cinco sistemas de conducción (pérgola, lira, CIAD, testigo modificado y testigo comercial) y dos orientaciones de hileras (Norte-Sur y Este-Oeste).

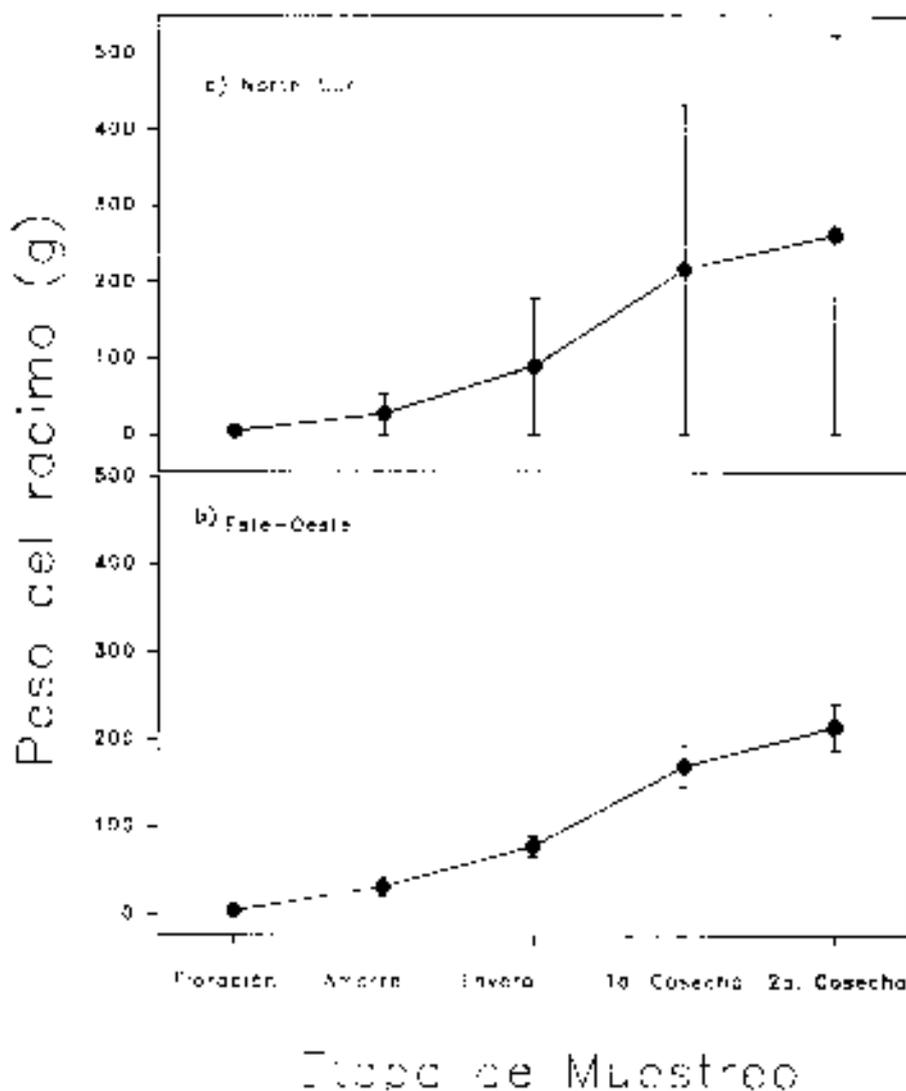
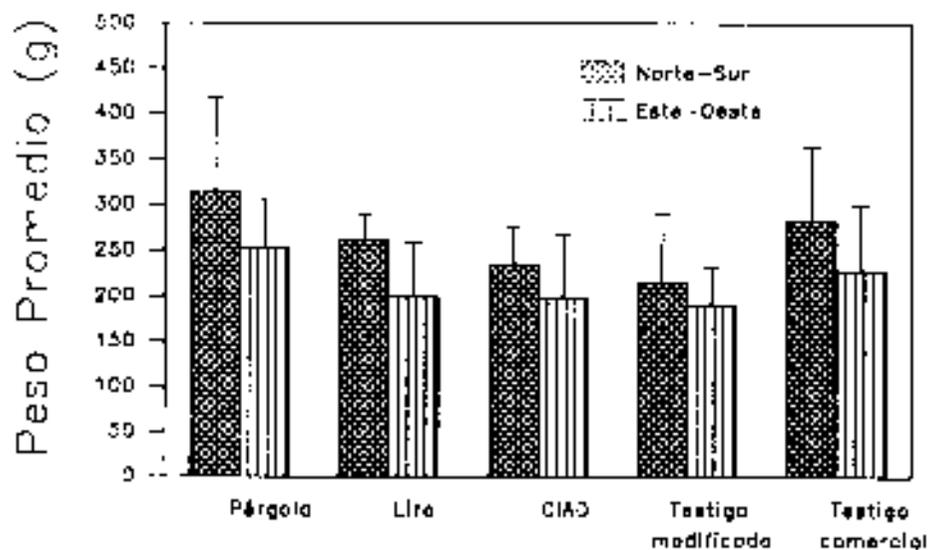
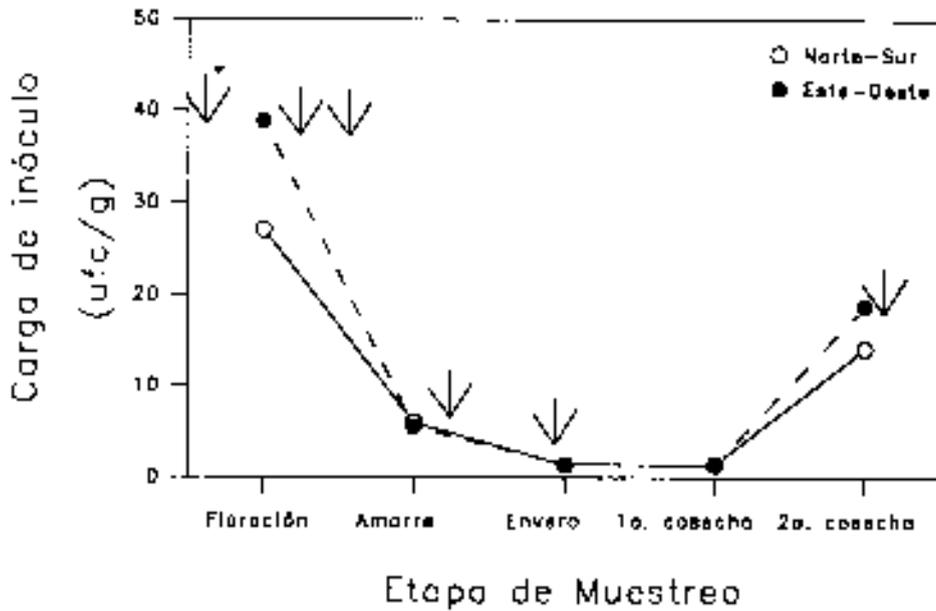


Figura 3.5 Desarrollo del racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' en hileras con orientación a) Norte-Sur y b) Este-Oeste.



Sistema de Conducción

Figura 3.6 Fluctuación promedio del peso del racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette', al momento de la cosecha, en cinco sistemas de conducción y dos orientaciones.



Las flechas indican las etapas de aplicación de fungicidas

Figura 3.7 Fluctuación global de los hongos durante las etapas de desarrollo del racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' en orientación Norte-Sur y Este-Oeste.

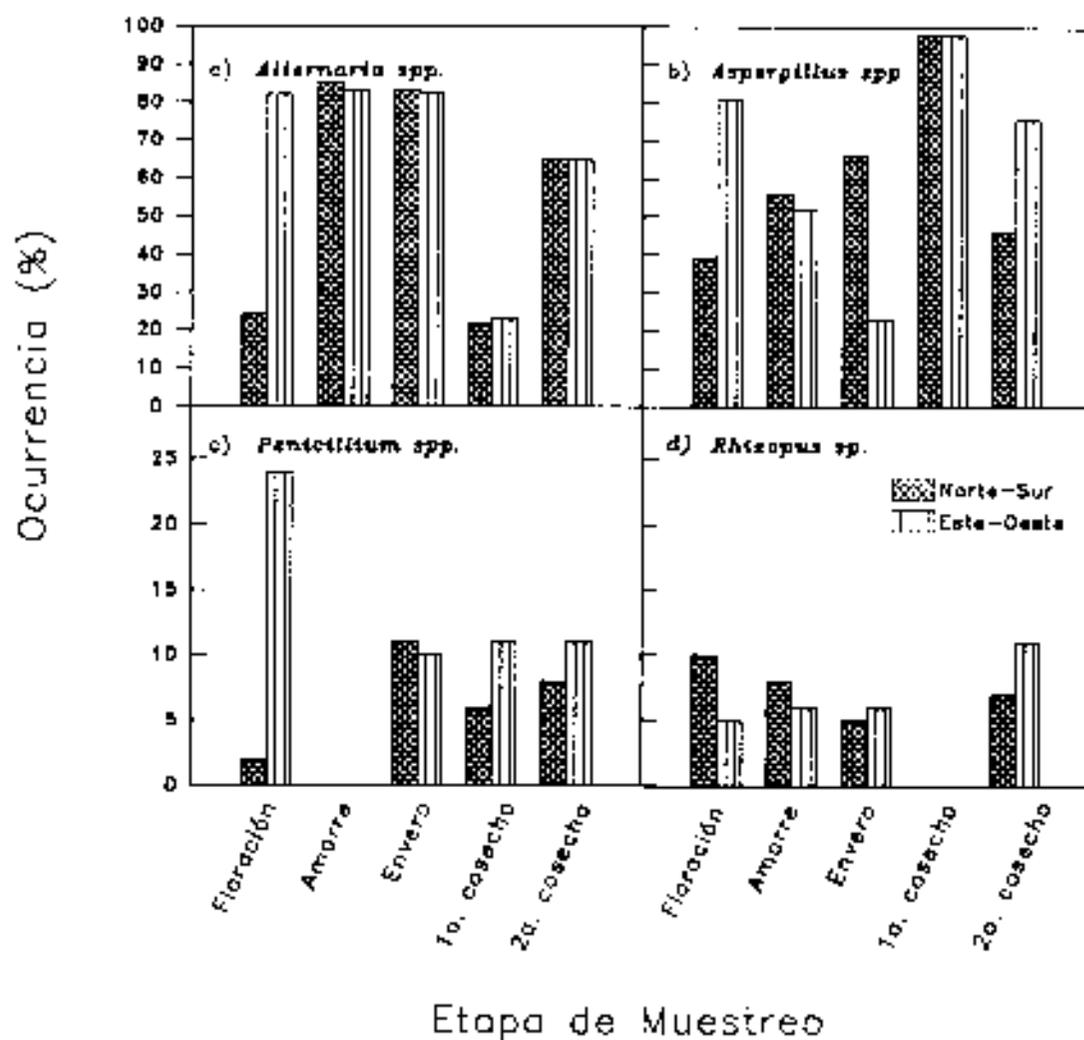


Figura 3.8 Ocurrencia de los principales hongos presentes durante el desarrollo del racimo de uva de mesa cultivar 'Perlette' en las orientaciones Norte-Sur y Este-Oeste. a) *Alternaria* spp b) *Aspergillus* spp c) *Penicillium* spp. y d) *Rhizopus* sp

Capítulo 4

EFFECTO DE LAS BARRERAS DE HUMEDAD SOBRE LA PÉRDIDA DE PESO Y EL TIEMPO DE PREENFRIADO EN UVA DE MESA

Resumen

Las barreras de humedad son empleadas para evitar la deshidratación del racimo; no obstante, al utilizarlas se incrementa el tiempo de preenfriado. En el presente trabajo se probaron barreras de humedad de diferente capacidad, sin y con perforaciones, evaluando su efecto sobre la pérdida de peso y enfriamiento. La pérdida de peso ocurrió solo en los racimos empacados a granel (tratamiento testigo) y en barrera de humedad ranurada (2.5 y 1 Kg.); mientras que aquellos empacados con barrera de humedad sin perforaciones se mantuvieron con peso constante. No obstante lo anterior, el tratamiento testigo alcanzó la temperatura requerida durante un período más corto. En las uvas empacadas con barrera de humedad sin perforaciones, el preenfriado se prolongó entre cuatro y seis veces más que el requerido para las uvas del tratamiento testigo. Así mismo, se calcularon las siguientes ecuaciones de regresión, con sus respectivos coeficientes de correlación para estimar los tiempos de preenfriado. Para el Sistema Sonorense: Barrera de humedad sin perforaciones, $y=29.22e^{-0.002x}$, $r^2=0.9914$; Barrera de humedad ranurada (2.5 Kg) $y=35.406e^{-0.0052x}$, $r^2=0.8905$; Barrera de humedad ranurada (1 Kg) $y=22.77e^{-0.0133x}$, $r^2=0.9316$ y a Granel $y=18.86e^{-0.0108x}$ y $r^2=0.9709$. Sistema Lagunero: Barrera de humedad sin perforaciones, $y=20.91e^{-0.006x}$, $r^2=0.9737$; Barrera de humedad ranurada (10 Kg.) $y=16.308e^{-0.0008x}$ $r^2=0.9137$ y a Granel $y=9.71e^{-0.0071x}$ y $r^2=0.6224$.

Chapter 4

MOISTURE BARRIER EFFECT ON TABLE GRAPE WEIGHT
LOSS AND COOLING TIMEAbstract

Moisture barriers are used to avoid cluster dehydration, although they increase cooling periods. This work evaluated the effect of moisture barriers of different packing capacity and with or without perforations on cluster weight loss and cooling time. Only clusters packed as controls and in ranurated bags reported weight losses, while those packed in solid unperforated bags kept constant weights. Control packing reached its final cooling temperature in the shortest time. Cooling extended four to six times longer in solid bag packing as compared to controls. Cooling times and determination coefficients were estimated according to regression analyses. In the Sonoran System results were: Solid moisture barriers, $y=29.22e^{-0.002x}$, $r^2=0.9914$; ranurated moisture barrier (2.5 kg.) $y=35.406e^{-0.0032x}$, $r^2=0.8905$, ranurated moisture barrier (1 kg.), $y=22.77e^{-0.0133x}$, $r^2=0.9316$ and unbagged controls, $y=18.86e^{-0.0138x}$, $r^2=0.9709$. In the Comarca Lagunera System results were: solid moisture barrier, $y=20.91e^{-0.006x}$, $r^2=0.9737$; ranurated moisture barrier (10 kg.) $y=16.308e^{-0.0009x}$, $r^2=0.9137$ and unbagged controls $y=9.71e^{-0.0071x}$, $r^2=0.6224$.

Introducción

Las frutas y las verduras son organismos vivos que están sometidos a procesos fisiológicos, los cuales continúan hasta su consumo. Estos procesos involucran funciones metabólicas que se ven reflejadas en la deterioración del producto (pérdida de peso, ataque por microorganismos, etc.). A su vez, las funciones metabólicas están reguladas por enzimas, cuya actividad depende directamente de la temperatura y se incrementa entre dos y cuatro veces por cada 8°C de aumento en la temperatura. De tal forma que la temperatura es un factor determinante en la velocidad de deterioración (Mitchell *et al.*, 1972). La uva -al igual que otros frutos- es altamente susceptible a la pérdida de agua, por lo que después de cosechada debe ser preenfriada lo más pronto posible. Aunado a lo anterior, durante la época de cosecha de la uva la temperatura de la región alcanza arriba de los 40°C. Por lo tanto es necesario reducir los tiempos de manejo postcosecha para no contribuir a deshidrataciones severas y encajecimiento del raquis (Robbins *et al.*, 1992). Sin embargo, cualquier procedimiento de empaque ayuda a retardar estos procesos, siempre y cuando el producto sea de calidad (Handerburg, 1971).

Los tiempos de manejo postcosecha se refieren a la rapidez con que la uva es cosechada, seleccionada, limpiada, empacada y sometida al cuarto de preenfriado. Este último es de gran importancia ya que al remover el calor de campo (calor vital) se reducen los niveles iniciales de respiración (Peleg, 1985), lo que minimiza la pérdida de agua posterior, resultando en una duplicación del tiempo de almacenamiento (Winkler *et al.*, 1974). Con ello, se retarda el desarrollo de patógenos y se disminuye la carga para el sistema de enfriamiento del cuarto de almacenamiento o del vehículo de transporte (Pantastico, 1984).

El preenfriado consiste en la exposición del producto al aire frío inmediatamente después de cosechado. Éste se lleva a cabo comercialmente por diversos métodos, dentro de los cuales se encuentra el hidrogenado, el preenfriado al vacío, por contacto con hielo y con aire (Shewfelt *et al.*, 1992).

El preenfriado con aire es una de las técnicas más ampliamente usadas y los principales sistemas que presenta son: el preenfriado en cámara y en túnel con aire

forzado (Expofrio, 1990). El preenfriado en cámara se lleva a cabo dentro del mismo cuarto de almacenamiento. La mayor ventaja de éste es que el producto puede ser enfriado y almacenado en el mismo cuarto, sin necesidad de mover de lugar las cajas; sin embargo, presenta la desventaja de ser demasiado lento. El preenfriado en túnel con aire forzado es un sistema en el que las cajas se colocan de frente y entre un abanico, dejando un espacio libre delante de él. Posteriormente, el espacio es cubierto para crear un túnel y al encender el abanico se establece una presión negativa en el mismo y el aire frío del cuarto se mueve a través de las cajas eliminando el calor del producto conforme éste va pasando entre las cajas (Kader *et al.*, 1992). La velocidad del enfriamiento puede regularse ajustando el volumen del aire, complementándose con un adecuado sistema de refrigeración (Mitchell *et al.*, 1972).

El preenfriado en túnel con aire forzado es la técnica más ampliamente usada para uva de mesa. No obstante, este sistema presenta diversas limitaciones dentro de las cuales se encuentran el tipo de material de empaque y la pérdida de peso por deshidratación (Mitchell, 1985).

Para reducir el problema de la deshidratación se han implementado las barreras de humedad (bolsas) consideradas como material de empaque. Éstas actúan como barrera alrededor del fruto, amortiguando los gradientes de temperatura y humedad relativa existentes dentro y fuera del empaque. Las barreras de humedad de polietileno (LD) son las de mayor uso en el empaque de uva, debido a sus características de permeabilidad al O_2 y CO_2 , las cuales corresponden a 3,900-13,000 y 7,700-77,000 $cc/mil/l\ m^2/24\ hr/l\ atm/73^\circ F$, 0% humedad relativa, respectivamente (Handerburg, 1971). Sin embargo, al utilizar las barreras de humedad se incrementa el tiempo de preenfriado (Gardea *et al.*, 1993a y 1993c).

Generalmente las uvas se empaquetan dentro de cajas de cartón en bolsas de polietileno de 2 mils. ranuradas y con una capacidad de 1 Kg. Sin embargo, durante el preenfriado y almacenamiento las uvas pierden peso -siendo ésta más drástica durante el preenfriado- debido a la deshidratación del racimo. Para subsanar este problema los productores añaden alrededor de 1 Kg. a cada caja, con lo que evitan sanciones por pérdida de peso. Por lo anterior, es necesario conocer el efecto que los materiales de

empaques tienen en la pérdida de peso y tiempo de preenfriado, de acuerdo a las tecnologías de manejo usadas regionalmente.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en dos frigoríficos comerciales, el primero ubicado en la Costa de Hermosillo, Sonora (Sistema Sonorense) y el segundo en San Pedro, Coahuila (Sistema Lagunero). El Sistema Sonorense cuenta con un sistema de refrigeración a base de amoníaco, la temperatura del cuarto de preenfriado es de 0°C, 86-90% de humedad relativa y la velocidad del aire es de ca. 86,000 pcm. En el Sistema Lagunero los cuartos de preenfriado se encuentran adaptados en los pasillos del cuarto de almacenamiento, el refrigerante es amoníaco, la temperatura es de 3±2°C, 88-91% de humedad relativa y la velocidad del aire es aproximadamente de 58,000 pcm. La selección de los cultivares así como de los sistemas de empaque se realizó en función tanto de la disponibilidad de uva como de los requerimientos de empaque solicitados por el mercado de esa cosecha.

Sistema Sonorense

En éste se trabajó con el cultivar de uva apirénica 'Ruby Seedless'. Las uvas se empacaron en bolsas de polietileno de 2 mils de distintas presentaciones: sin perforaciones con capacidad de 10 Kg. (B), ranuradas de 2.5 Kg. (BR) y ranuradas de 1 Kg. (BRC). También se emplearon testigos empacados a granel (G). Por otra parte, se elaboraron cajones de malla ciclónica y se registró el peso de cada uno de ellos con una balanza digital de 30 Kg.±1 g. (Sartorius). Posteriormente, las uvas empacadas se colocaron dentro de los cajones de malla y se registró el peso, finalmente se colocaron en las cajas de cartón corrugado. El hecho de emplear cajones se debe a que las cajas de cartón corrugado son altamente higroscópicas, por lo que durante el preenfriado y el almacenamiento ganan peso (Gardea et al., 1993c).

Con el fin de conocer la temperatura de preenfriado de las uvas empacadas en los diferentes tratamientos, se colocaron sensores de temperatura a una profundidad media de la caja, hechos con alambre termocople tipo "T" con recubrimiento de teflón

(Cole Parmer, Instrument Company, Chicago, Illinois, 60648) de acuerdo a la metodología de Farnham *et al.* (1979) Estos sensores estaban conectados a un registro de temperatura de 12 canales (Cole Parmer, Instrument Company, Chicago, Illinois, 60648). Para finalizar, las cajas se introdujeron al cuarto de preenfriado y se simularon tiempos de manejo. Éstos consistieron en colocar las cajas en los túneles y encender los abanicos hasta que toda la fruta terminó de acomodarse; en ocasiones los tiempos de manejo se extienden hasta por un periodo de 4 h. La toma de lecturas correspondientes a temperatura y pérdida de peso se realizó a intervalos de 1-3 h, hasta que la fruta alcanzó la temperatura de 0°C. La excepción estuvo representada por la uva empacada con el tipo B cuya temperatura final fue de 3°C. Cabe hacer mención que una vez que las uvas alcanzaban la temperatura de preenfriado requerida se retiraban del túnel, con el fin de evitar mayores pérdidas de peso.

La pérdida gradual de peso se estimó restándole al peso inicial, el peso correspondiente a la siguiente lectura y así sucesivamente. Ésta se expresó en porcentaje y a éste se le calculó el arco seno -para su posterior análisis- mediante el algoritmo.

$$as = \arcsin(\sqrt{\%/100}) \cdot (180/3.1415926)$$

Sistema Lagunero

Se trabajó con el cultivar 'Málaga Roja'-la cual es uva con semilla de color rojo- y se empacó en bolsas de polietileno de 2 mils sin perforaciones (B), ranuradas (BR) y el testigo empacado a granel (G). Posteriormente, las uvas se empacaron en cajas de poliestireno expandido (nieve seca) y se procedió como en el experimento anterior. Es importante mencionar que las uvas sometidas a los diferentes tipos de empaque se dejaron en el túnel de preenfriado hasta que, en general, alcanzaron una temperatura promedio de 3°C.

El diseño experimental realizado en ambos sistemas fue completamente al azar, con un arreglo bifactorial para los tratamientos (tipo de empaque y tiempo de preenfriado). El tipo de empaque con cuatro niveles para el Sistema Sonorense y tres niveles para el Sistema Lagunero. En el primer sistema el tiempo de preenfriado alcanzó

doce muestreos y se usaron cuatro repeticiones. En el segundo sistema el tiempo de preenfriado se siguió mediante catorce muestreos de seis réplicas cada uno. Los datos se analizaron por medio de un ANOVA siguiendo el protocolo del Sistema de Análisis Estadístico (SAS Institute, Cary, N. C. 1986). En el caso de interacciones significativas se estimaron los errores estándares correspondientes, con el objeto de comparar las medias (Zar, 1984; Little *et al.*, 1991; Montgomery, 1991 y Petersen, 1985).

Resultados y Discusión

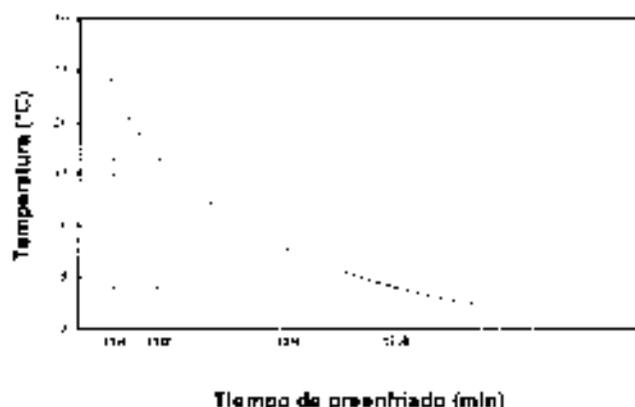
Sistema Sonorense

La pérdida de peso de uva 'Ruby Seedless' estuvo influenciada significativamente por la interacción entre la barrera de humedad y el tiempo de preenfriado. La figura 4.1 muestra los cambios de peso detectados en cada una de las lecturas. En ésta observamos el rango de -290 a 0 min., que es el tiempo de espera de las cajas de uva en el túnel de preenfriado sin encender el abanico. Lo anterior, resulta en una considerable pérdida de peso en los diferentes tipos de empaque, exceptuando el de barreras de humedad sin perforaciones (B). Esta pérdida de peso fue consecuencia del diferencial de temperaturas existente entre el producto (26°C) y el cuarto de preenfriado (0°C). Para establecer un equilibrio entre la temperatura interna y externa, las uvas comienzan a transpirar por lo que se deshidratan (Safisbury, 1992). El vapor de agua, resultado de la transpiración, se perdió en el tratamiento "G" (granel) al no haber una barrera que se opusiera a la pérdida del mismo; sin embargo, éste se condensó en la superficie interna de la barrera, cuando estuvo presente (Ketsa *et al.*, 1992).

Durante los 255, 405 y 543 min de preenfriado el tratamiento "BR" (bolsa ranurada de 2.5 Kg.) es el que mayor pérdida de peso mostró -aunque ésta no fue significativa- lo que posiblemente se deba al diseño de la bolsa, que permita una mejor distribución del aire frío entre el producto y por lo tanto una mayor deshidratación. Lo anterior, se puede explicar más claramente basándonos en la forma elíptica que adquirió el empaque cuando se llenó con las uvas. Al colocar una bolsa encima de otra se originan canales entre ellas, por las que circula libremente el aire; promoviendo la

deshidratación. Sin embargo, en el tratamiento "G" las uvas descansan unas sobre otras y no existe entre ellas fuertes corrientes de aire, a excepción de aquellas colocadas en la periferia. En la misma gráfica podemos observar que de los 710 min. en adelante ya no se reportan datos para todos los tratamientos, lo que se debe a que una vez que alcanzaron la temperatura de preenfriado se sacaron del túnel para evitar mayor pérdida de peso. Al final del preenfriado el tipo de empaque "B" mostró una ganancia acumulada alrededor de 0.4% de su peso inicial, no obstante, éste fue el que estuvo más tiempo expuesto al túnel. Sin embargo, esta ganancia es el resultado de la humedad condensada en la superficie de las uvas, así como en la superficie de las barreras de humedad. En cambio, se registraron pérdidas acumuladas de 0.7% en "BR" y de 0.9% con "BRC" y el "G". Lo anterior, concuerda con los resultados de Nelson *et al.* (1972) y Perkins-Vezaie *et al.* (1992) quienes encontraron que las barreras de humedad disminuyen la pérdida de peso.

La temperatura de las uvas durante el preenfriado fue influida significativamente por la interacción entre la barrera de humedad y el tiempo de preenfriado. Los tipos de empaque "G" y "BRC" presentaron el menor tiempo de preenfriado, mientras que el tratamiento "B" requirió de mayor tiempo para preenfriarse. Lo anterior, coincide con las observaciones realizadas por Robbins *et al.* (1992) y Gardea *et al.* (1993a) quienes encontraron que las barreras de humedad sin perforaciones alargan el tiempo de preenfriado de uva. La figura 4.2 muestra las curvas y los coeficientes de regresión correspondientes a cada tipo de empaque. A continuación se muestra un ejemplo práctico en la aplicación de las ecuaciones resultantes.



La gráfica superior muestra una temperatura inicial del producto alrededor de 32 °C, en base a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ y $\frac{7}{8}$ de la temperatura y sustituyendo en las fórmulas adecuadas podemos estimar el tiempo de preenfriado requerido para alcanzar dicha temperatura.

Tratamiento	Tiempo de preenfriado (min.)				β
	$24^{\circ}\text{C}-t^{1/4}$	$16^{\circ}\text{C}-t^{1/2}$	$8^{\circ}\text{C}-t^{3/4}$	$4^{\circ}\text{C}-t^{7/8}$	
B	98	301	648	994	-0.002
BR	75	153	286	335	-0.0052
BRC	-	-	81	134	-0.0133
G	-	-	95	141	-0.0108

La aplicación de estas fórmulas nos permite preenfriar correctamente un lote, sin la necesidad de tomar lecturas constantes y erróneas. El preenfriado uniforme va a estar respaldado por el alto coeficiente de correlación obtenido para cada una de las ecuaciones.

Sistema Lagunero

La pérdida de peso de uva 'Málaga Roja' estuvo influida significativamente por la interacción de la barrera de humedad y el tiempo de preenfriado. La figura 4.3 muestra

que entre la primera y segunda lectura la pérdida de peso se presentó en todos los tipos de empaque exceptuando el "B" (barrera de humedad sin perforaciones) el cual ganó peso. Estos cambios, como se mencionó en el experimento anterior, están en función del diferencial de temperatura existente entre las uvas y el cuarto de preenfriado, aunado a las características de la barrera de humedad y la humedad relativa prevalente en el cuarto. La temperatura inicial de las uvas era alrededor de 20°C y la del cuarto de preenfriado oscilaba en 4-1°C. Para que las uvas puedan bajar su temperatura necesitan transpirar, por lo que se deshidratan (Salisbury, 1992). El vapor de agua, resultado de la transpiración, se pierde si no hay una barrera de humedad; sin embargo, se condensa - de acuerdo a la temperatura prevalente en el cuarto- cuando ésta existe y aunada a la humedad existente entre las uvas y la barrera, se incrementa el volumen condensado; tanto en la pared interna como en la pared externa de la barrera. Lo anterior, trae como consecuencia un incremento en el peso de uvas empacadas en barreras de humedad sin perforaciones y el decremento del mismo en uvas empacadas a granel y en barreras de humedad ranuradas; aunque en estas últimas, en menor porcentaje (Ketsa *et al.*, 1992).

Entre los tiempos 238 y 1441 min., vemos que el porcentaje de la pérdida de peso en el tratamiento "BR" y "G" disminuye paulatinamente debido a que se reduce la velocidad de transpiración de las uvas y se incrementa la humedad relativa (91%) en el cuarto. Al final del preenfriado observamos que los tipos de empaque "BR" y "G" presentaron una pérdida acumulada 0.8 y 0.7%; respectivamente, y el tratamiento "B" presentó pérdida de peso, considerando que el incremento de 0.1% se debió a la humedad condensada.

La temperatura de las uvas al momento del preenfriado fue influenciado significativamente por la interacción entre la barrera de humedad y el tiempo de preenfriado. El tratamiento "G" tardó 880 min. en preenfriarse hasta una temperatura de 3°C, mientras que el tratamiento "B" requirió de 2800 min. para alcanzar la temperatura de preenfriado de 4°C. Lo anterior concuerda con trabajos realizados por Robbins *et al.* (1992) y Gardea *et al.* (1993) quienes encontraron que productos empacados con barreras de humedad sin perforaciones presentan un tiempo de preenfriado más prolongado. La figura 4.4 muestra las curvas y ecuaciones de regresión correspondientes

a los diferentes tipos de empaque. Cabe hacer notar que el bajo coeficiente de correlación, correspondiente al empaque a granel (G) se debe a la falta de lecturas entre el minuto 0 y el 115

A continuación se muestra el tiempo de preenfriado requerido para alcanzar la temperatura de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ y $\frac{7}{8}$, suponiendo una temperatura promedio inicial de 20°C.

Tratamiento	Tiempo de preenfriado (min.)				β
	15°C- $t^{\frac{1}{4}}$	10°C- $t^{\frac{1}{2}}$	5°C- $t^{\frac{3}{4}}$	2.5°C- $t^{\frac{7}{8}}$	
B	553	1229	2364	3539	-0.0006
BR	92	543	1313	2083	-0.0009
G	-	-	347	693	-0.0021

Conclusiones

- La capacidad de enfriamiento del cuarto de preenfriado influye directamente en el tiempo requerido para llevar a cabo esta operación.
- La etapa crítica del preenfriado, debida a la pérdida de peso y disminución de la temperatura, es aproximadamente entre los 0 y 400 min. y cuando se presentan tiempos de manejo postcosecha. Durante éstos se debe tener cuidado especial en mantener constantes la temperatura a 0°C y humedad relativa de 90-95%.
- El tiempo de preenfriado de las uvas se alarga cuando se empacan en las barreras de humedad sin perforaciones. Este incremento del tiempo es entre dos y cuatro veces más que el requerido para enfriar uvas empacadas a granel.
- El tiempo de preenfriado de las uvas con barreras de humedad ranuradas con capacidad de 2.5 Kg. es aproximadamente tres veces más que el requerido para enfriar uva empacada a granel.
- El tiempo de preenfriado de las uvas empacadas en barreras de humedad ranurada (1 Kg. de capacidad) es prácticamente igual que el de las uvas empacadas a granel.

- Las barreras de humedad sin perforaciones reducen o evitan la pérdida de peso de las uvas durante el preenfriado.
- Las barreras de humedad ranuradas ayudan a disminuir la pérdida de peso de las uvas, sin embargo el peso de la uva empacada bajo este sistema es fuertemente influenciado por los cambios en la temperatura y la humedad relativa.
- En base a la características de enfriamiento de los frigoríficos en los que se trabajó, al final del preenfriado las uvas empacadas en barreras de humedad sin perforaciones no presenta pérdida de peso, las empacadas en barreras ranuradas de 2.5 Kg. pierden alrededor del 0.7% de su peso inicial. Finalmente las uvas empacadas en barreras ranuradas de 1 Kg., al igual que las empacadas a granel pierden aproximadamente 0.8% de su peso inicial.

Literatura Citada

- Expofrío 1988. Primeras jornadas técnicas europeas del frío aplicado a la agroalimentación. Fena internacional del frío y la climatización. Valencia. España. 137 pp.
- Farnham, D.S. T.G. Byrne, F.J. Marousky, D. Durkin, R. Rij, J.F. Thompson y A.M. Kofranek. 1979. Comparison of the conditioning, precooling, transit method, and use of a floral preservative on cut flower quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(4):483-490.
- Gardea, A.A., J. Siller, E. Bringas y M. Báez. 1993a. Almacenamiento de uva de mesa reporte anual DTAOV (1994). CIAD. Hermosillo, Son., 2 62-65.
- Gardea, A.A., M.A. Martínez-Téllez, M. Báez, R. Báez, A. Sánchez, J. Siller, R. Romo y J. Avalos. 1993c. Pérdida de peso de racimos de 'Flame Seedless' durante el empaquetado y preenfriado. Memorias del II Ciclo Internacional de Conferencias sobre Viticultura. A. A. Gardea, R. Báez y J. H. Siller (Eds.). Hermosillo, Son. 29 de junio al 3 de julio de 1993. pp. 142-149.
- Handerburg, R.E. 1971. Effect of in-package environment on keeping quality of fruits and vegetables. *HortScience*. 6(3):198-201.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest biology and technology of horticultural crops cooperative extension University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. 2ª Ed. Kader, A. A. (Ed). Publication 3311. 296 pp.
- Ketsa S. Y K. Leelawatana. 1992. Effect of the precooling and polyethylene film liners in corrugated boxes on quality lychee fruits. *Acta Horti Wageningen: International Society for Horticultural Science*. 2(321):742-746.
- Little, T.M. e I.J. Hills 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2a. reimpresión Ed Trillas México, D.F. 270 pp.
- Mitchell, F.G., R. Guillow y R.A. Parson. 1972. Commercial cooling of fruits and vegetables. University of California. Division of Agricultural Sciences. Manual 43. 44 pp.
- Mitchell, F.G. 1985. Postharvest handling systems: Table grapes. En Postharvest technology of horticultural crops. Kader, A. L., R. F. Kasim, F. G. Mitchell, M. S. Reid, N. F. Sommer y J. F. Thompson (Eds.). Cooperative Extension University of California. Special Publication 3311. pp. 149-151.
- Montgomery, D.C. 1991. Diseño y análisis de experimentos Grupo Ed. Iberoamérica. México. D.F. 589 pp.

- Nelson, K.E. y M. Ahmedullah. 1972. Effect of type of in-package sulfur dioxide generator and packaging materials on quality of stored table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 23(2):78-85.
- Pantastico, E.B. 1984. *Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. Ed. CECSA México, D.F. pp. 337-373.
- Peleg, K. 1985. *Produce handling, packaging and distribution*. Department of Agricultural Engineering Technion, Ed. AVI Israel Institute of Technology. Haifa, Israel. 625 pp.
- Perkins-Veazie, P.M., J.K. Collins, J. Llord y R.K. Stuegler. 1992. Influence of package on post-harvest quality of Oklahoma and Arkansas table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 43(1):79-82.
- Petersen, R.G. 1985. *Design and analysis of experiments*. Ed. Marcel Dekker, Inc. Vol. 66 pp. 120-121.
- Robbins, J. y P.P. Moore. 1992. Fruit quality of stored, fresh red raspberries after a delay in precooling. *HortTechnology*. 2(4):468-470.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1992. *Fisiología vegetal*. 4ª ed. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F. 795 pp.
- Shewfelt, R.L. y S.E. Prussia. 1993. *Postharvest handling A systems approach*. Academic Press, Inc. San Diego California. EE. UU. 358 pp.
- Winkler, A.J., J.A. Cook, W.M. Kiewer y L.A. Under. 1974. *General Viticulture*. 2ª ed. Universidad de California, Berkeley. 710 pp.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis* 2ª. Ed. Prentice-Hall, INC. EE.UU. 718 pp.

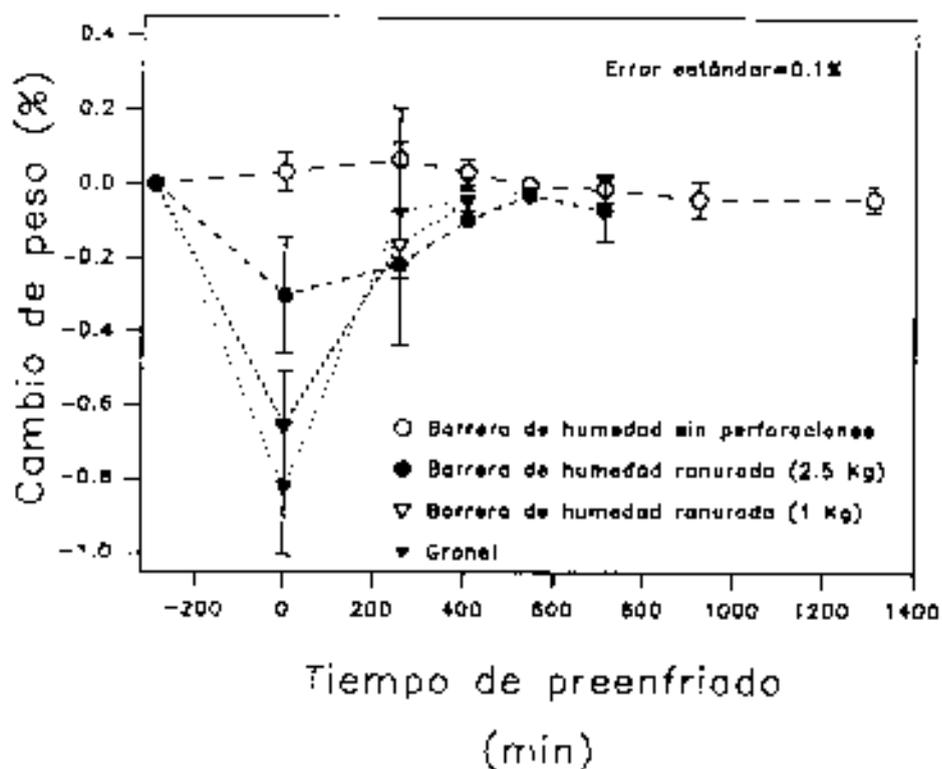


Figura 4.1 Fluctuación gradual del peso de uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tipos de empaque durante el preenfriado

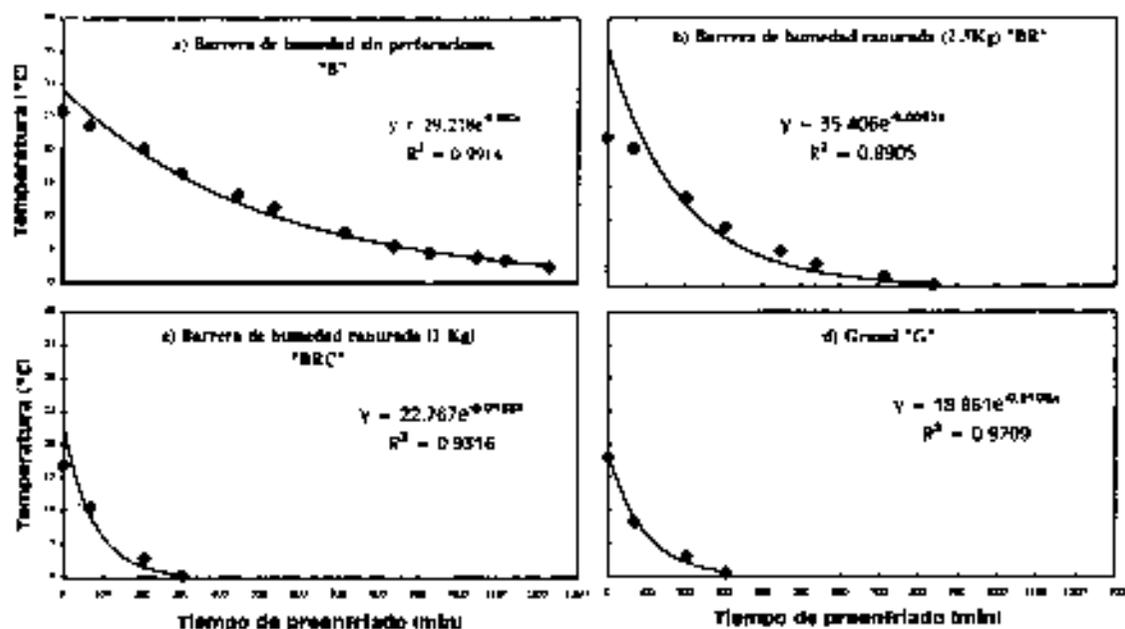


Figura 4.2 Relación tiempo-temperatura durante el preenfriado de uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes empaques.

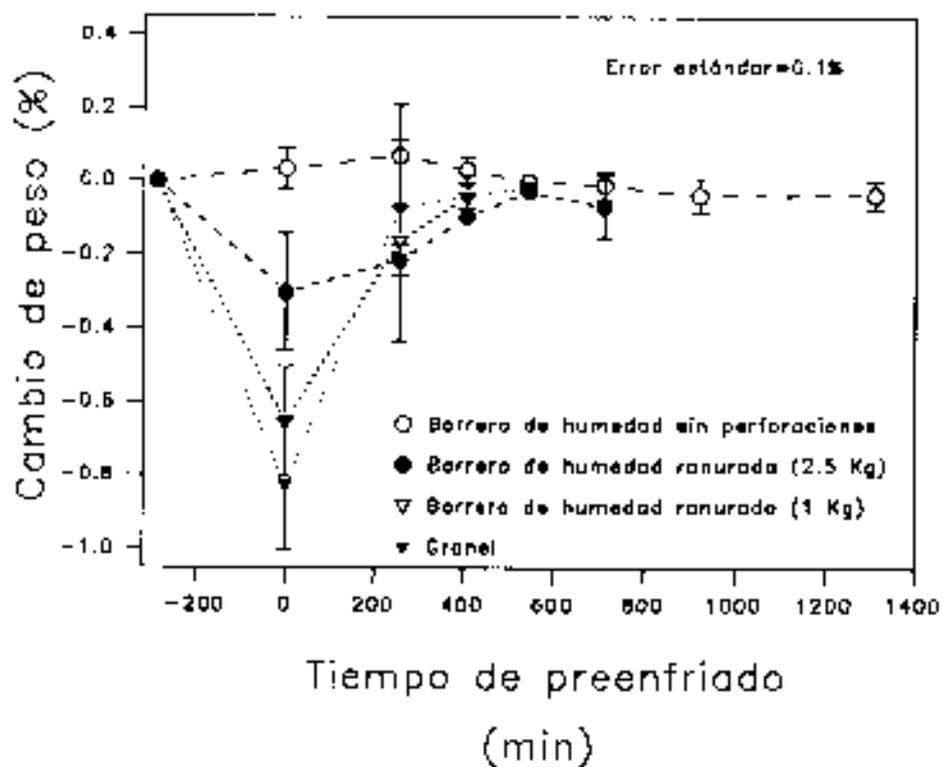


Figura 4.3 Fluctuación gradual del peso de uva de mesa cultivar 'Málaga Roja' durante el preenfriado en diferentes tipos de empaque.

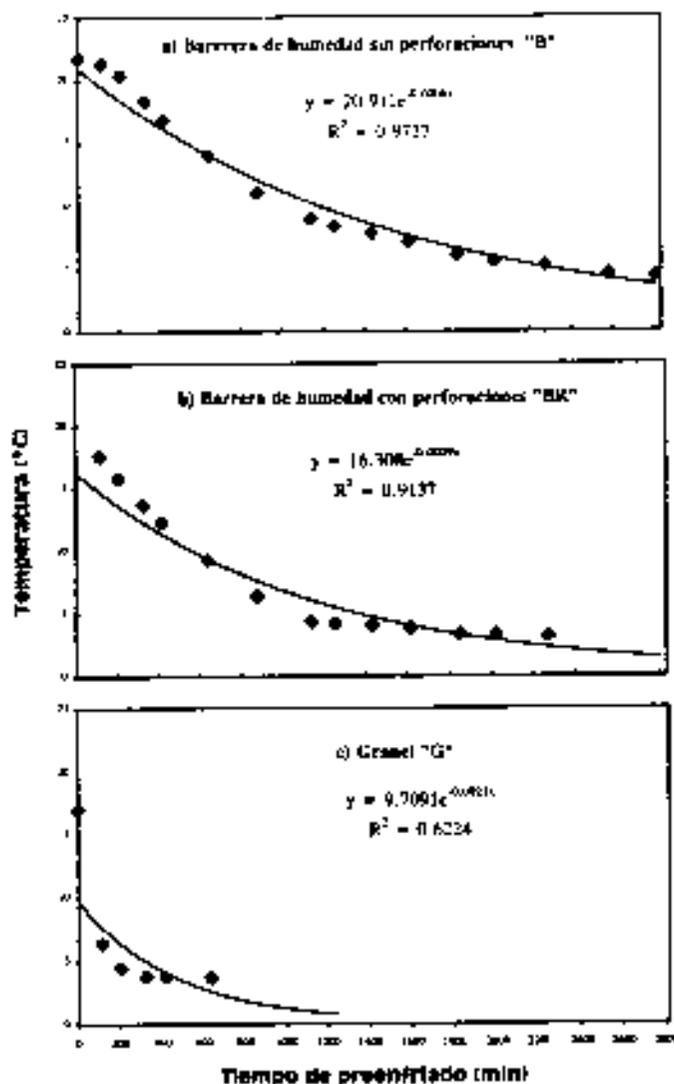


Figura 4.4 Relación tiempo-temperatura durante el preenfriado de uva de mesa cultivar 'Málaga Roja' en diferentes empaques

Capítulo 5

IMPACTO DEL USO DE GENERADORES DE BIÓXIDO DE AZUFRE Y BARRERAS DE HUMEDAD EN LA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS POSTCOSECHA EN UVA DE MESA.

Resumen

Las infecciones del racimo y la deshidratación del raquis se pueden prevenir manteniendo la temperatura de almacenamiento a 0°C, implementando barreras de humedad (bolsas de polietileno) e incluyendo generadores de bióxido de azufre (SO₂). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto que tienen las técnicas de empaque y el control de las infecciones en la vida de almacenamiento en uva de mesa. En el primer experimento se emplearon generadores de SO₂ de dos fases combinados con bolsas de polietileno de 2 mils; sin perforaciones (cap. 10 kg.), ranuradas (cap. 2.5 y 1 kg.) y a granel. Las uvas empacadas con generador y bolsa de polietileno sin perforaciones perdieron 0.03% de su peso inicial. El desgrane de bayas fue menor en el tratamiento a granel (9%) y el tratamiento de bolsa ranurada con capacidad de 2.5 kg. presentó el menor porcentaje de infección (5%). Éstas fueron causadas principalmente por *Alternaria spp.* y *Aspergillus spp.*, seguidos por *Penicillium spp.* y *Botrytis sp.* En el segundo experimento las uvas se empacaron en bolsas de polietileno de 2 mils sin perforaciones (cap. 10 Kg.) y a granel, con y sin generador de SO₂ de dos fases. Las uvas empacadas en bolsas sin perforaciones con generador, presentaron el menor porcentaje de pérdida de peso (0.9%), desgrane de bayas (15%) e infección (3%). Los hongos con mayor ocurrencia fueron *Botrytis cinerea*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* y *Alternaria spp.*

Chapter 5

EFFECT OF SULFUR DIOXIDE GENERATING PADS AND MOISTURE BARRIERS
ON DIMINISHING TABLE GRAPE POSTHARVEST LOSSESAbstract

Cluster rots and rachis dehydration can be prevented by keeping storage temperature at 0°C, using moisture barriers (polyethylene bags) and including sulfur dioxide (SO₂) generating pads. The objective of this study was to evaluate the effect of packing techniques and disease control on table grapes storage life. In the first 2x3 factorial experiment the interaction between slow release generating pads and moisture barriers was investigated. Treatment levels were with and without pads, while the second factor consisted in solid and ranurated (2.5 and 1 kg capacity) moisture barriers and unbagged controls. Clusters packed with pads and solid bags loose 0.03% of their initial weight. Berry shatter was smallest in unbagged controls (9%). Infection rate, however, was a slight 5% in ranurated (2.5 kg.) bags. Rots were caused mostly by *Alternaria spp.* and *Aspergillus spp.* followed by *Penicillium spp.* and *Botrytis sp.* In the second experiment, clusters were packed in unperforated 2 mils polyethylene bags and unbagged controls, combined with or without slow release pads. The lowest weight loss was achieved with the packing treatment including bags and pads reaching only a 0.9% loss. This treatment also had a 15% berry shatter and an infection rate of only 3%. Most frequently isolated fungi were *Botrytis cinerea*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* and *Alternaria spp.*

Introducción

La importancia de la viticultura no sólo radica en su rentabilidad. Sino que desde el punto de vista social es una importante fuente generadora de empleos, tanto por la mano de obra utilizada, como por su demanda a lo largo del año (Gardea *et al.* 1993a). Por lo tanto, el éxito financiero y la productividad eficiente de esta actividad trasciende el umbral estrictamente económico.

Las pérdidas postcosecha en uva de mesa de la región son debido a la presencia de infecciones en el racimo y la pérdida de peso. Las primeras se deben al establecimiento y desarrollo de bacterias, levaduras y hongos (Wilson *et al.*, 1994), siendo estos últimos los más importantes. La pérdida de peso es ocasionada por la deshidratación del raquis. Esto se debe a la falta de lignificación del mismo en el momento de la cosecha ya que para que la uva alcance un buen precio en el mercado se hace necesario implementar prácticas culturales que aceleren la maduración de las bayas, aunque no así la del raquis (Gardea *et al.*, 1993c).

La uva es un fruto no climatérico con bajo nivel de respiración y actividad fisiológica (Yahia *et al.*, 1992), por lo que se recomiendan temperaturas de almacenamiento de -1 a -0.5°C con humedad relativa de 90 a 95% (Handerburg *et al.*, 1990). Trabajos llevados a cabo sobre el comportamiento de uva de mesa indican que las condiciones de temperatura y humedad relativa actúan directamente sobre la deshidratación (Gardea *et al.*, 1993b). Para mantener la calidad de los productos hortofrutícolas se emplean varios métodos y la efectividad de cada método depende de las condiciones de almacenamiento del producto. Los métodos o tratamientos pueden ser combinados y resultan efectivos para el control de problemas postcosecha (Watada, 1995).

El empaque es una práctica muy eficiente que contribuye a un mejor mercadeo de frutas y hortalizas. Éste provee de beneficios tales como: facilidad de manejo y almacenamiento, protección de la calidad, servicio, motivación de ventas y reducción en los costos de transporte (Pantastico, 1984). En uva de mesa de la región se emplean tres tipos de cajas: las TKV elaboradas de cartón corrugado con cabeceras de madera,

las de cartón corrugado (exportación) y las de poliestireno (mercado nacional). La diversidad de estos materiales de empaque influye en la integridad estructural, longevidad en cuartos fríos, costo económico, preferencia, aceptabilidad en mercados extranjeros, reciclado, protección, absorción de SO_2 , absorción de humedad y necesidad de barreras de humedad o envolturas (Crisosto *et al.*, 1995)

Las cajas de cartón corrugado presentan el inconveniente de ser altamente higroscópicas. Éstas después del preenfriado ganan peso (aproximadamente, 47 g por cada caja de 10 kg.), el cual es cedido por la humedad que pierden los racimos (Gardea *et al.*, 1993c). Las barreras de humedad (bolsas de plástico o de papel con cubierta de cera) se han implementado para subsanar este problema y son consideradas como material de empaque. Éstas actúan como barrera alrededor del fruto, disminuyendo la deshidratación y la pérdida de peso (Nelson *et al.* 1966). Al cabo de 10 días las barreras de humedad de polietileno proveen aproximadamente 70% de frescura (Nelson *et al.*, 1970b). Después de 12 semanas de almacenamiento uvas 'Thompson Seedless' tratadas con barreras de humedad sin ventilación mostraron una pérdida de peso de 0.5%; (Crisosto *et al.*, 1995).

Las barreras de humedad implementadas en el manejo postcosecha de uva de mesa propician una atmósfera más adecuada para el desarrollo de hongos. Por lo tanto, se hace necesaria la fumigación con SO_2 . Durante el almacenamiento se emplean dos tipos de fumigación; fumigación directa y fumigación con generadoras de SO_2 , los cuales controlan la incidencia de moho gris (Luvisi *et al.*, 1992 y Crisosto *et al.* 1995).

La fumigación directa con SO_2 es un sistema en el cual se aplican concentraciones que van desde 100 hasta 2500 ppm de SO_2 al momento del preenfriado y/o durante el almacenamiento. Este sistema permite mantener almacenada uva (con semilla) hasta por 8 meses. Los inconvenientes que presenta son los altos costos que implican su aplicación, dificultad para penetrar las barreras de humedad y en ocasiones algunos descuidos producen elevados índices de fitotoxicidad así como de residuos de sulfitos. Para éstos últimos la FDA, la EPA y la Comisión de Uva de Mesa de California establecieron una tolerancia de 10 ppm (Luvisi *et al.*, 1992)

Los generadores de SO_2 están elaborados a partir de productos químicos tales como: bisulfito de sodio, de potasio o metabisulfito (Nelson *et al.*, 1966). Existen generadores de una fase que alcanzan una concentración de hasta 100 ppm y tienen un tiempo de liberación de 12 h aproximadamente. Los generadores de dos fases tienen un tiempo de liberación de 3 a 5 días y su concentración varía de acuerdo a la velocidad de liberación: la cual está influenciada por el material de empaque y el porcentaje de humedad presente dentro de la barrera (Nelson *et al.*, 1966). La combinación de las barreras de humedad y los generadores permiten que el vapor de agua y el SO_2 no se pierdan. Con ello, el SO_2 se distribuye mejor y se uniforma la velocidad de liberación del mismo (Nelson *et al.*, 1970a)

Nelson (1963) realizó trabajos en uva 'Emperador' con generadores de liberación rápida o de una fase (1.5 g) y generadores de liberación rápida modificados (2.7 g). Los generadores contenían metabisulfito de sodio y se sometieron a temperaturas de 25, 10 y 0°C. El trabajo incluyó barreras de humedad a diferentes porcentajes de ventilación y los respectivos testigos. Los mejores resultados se obtuvieron con la combinación del generador modificado, la barrera de humedad sin ventilación y una temperatura de 0°C. Al cabo de seis semanas, no se presentaron pudriciones y la pérdida de peso fue de sólo 0.1%.

El manejo comercial de uva de mesa de la región presenta ocasionalmente deficiencias en cuanto a tiempos de manejo y métodos de empaque (Yahia *et al.*, 1992). Los primeros, se refieren al tiempo que transcurre entre cada una de las etapas desde que la uva es cosechada hasta su comercialización. Sin embargo, la etapa más crítica es aquella en la que la uva es cosechada, empacada y preenfriada.

Refiriéndonos a los métodos de empaque de la región, en ocasiones se utilizan generadores de SO_2 y barreras de humedad; sin embargo, su empleo es inadecuado. Por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto en la vida de almacenamiento de uva de mesa mediante técnicas de empaque y el control de infecciones apropiadas

Materiales y Métodos

Experimento 1.

El material empleado fue uva de mesa 'Superior' con un mes de almacenamiento en la que previamente se simularon tiempos de manejo. El periodo de simulación de los tiempos típicos de manejo regional tomó aproximadamente 8 h, éste incluyó desde el momento de la cosecha hasta el preenfriado. La uva fue inicialmente empacada con generadores de SO_2 y "liner" (sábana de polietileno con perforaciones, para evitar el contacto directo del generador con el racimo) en bolsas de polietileno de baja densidad (2 mils). El generador de SO_2 era de dos fases y consistía en una sábana de 24 cojincillos que contenían metabisulfito de sodio (2.7 g) al 97.5% (Osku-Vid). Los tipos de bolsas empleadas fueron sin perforaciones con una capacidad de 10 Kg ('B'), ranuradas de 2.5 Kg ('BR') y ranuradas de 1 Kg. ('BRC'). Finalmente los testigos fueron empacados a granel ('G'). Las cajas en las que se colocaron las uvas eran de cartón corrugado y encerado.

Las uvas se sometieron a almacenamiento durante un mes en una cámara del (CIAD) a 90-95% de humedad relativa y $3\pm 2^\circ\text{C}$. Una vez concluido el almacenamiento se llevaron a cabo muestreos en los que se evaluó la pérdida de peso, desgrane de bayas y grado de infección (Nelson *et al.*, 1970b).

La pérdida de peso de las cajas se determinó mediante la diferencia de los pesos iniciales y finales, en una balanza digital de 30 Kg. ± 1 g (Sartorius), transformándolos a porcentajes. Una vez pesadas las cajas se removieron las bayas de cada uno de los racimos; sacudiéndolos durante 30 seg dentro de un recipiente. Posteriormente, se pesaron en una balanza granatana (Dial-O-Gram, OHAUS) y se relacionó el peso de las bayas desgranadas con el peso inicial (Nelson *et al.*, 1967).

Las bayas infectadas se removieron y pesaron, en seguida se colocaron dentro de bolsas estériles de 24 oz (Nasco). El porcentaje de infección se evaluó tomando en cuenta el peso inicial y posteriormente el peso de las bayas infectadas (Harvey, 1956). Las muestras se procesaron en el laboratorio de microbiología del CIAD, agregándoles 90 ml de agua peptonada (Merk, México) al 0.1%. Posteriormente, se agitaron por

aproximadamente 5 min y se hicieron diluciones seriadas. Cada una de éstas se vació por duplicado en cajas Petri, conteniendo medio de cultivo papa dextrosa agar (Difco, Detroit Mi.) y ácido tartárico (Merk, México) al 10%; a una temperatura de 25°C (FDA, 1992)

Pasadas 24 h se realizó una cuenta total (FDA, 1992) y después de la diferenciación morfológica de las colonias se llevaron a cabo aislamientos, hasta que se obtuvieron colonias puras para su identificación. Ésta se efectuó tiñendo muestras de micelio (FDA, 1992 y Bailey *et al.*, 1982), observándolas directamente en el microscopio óptico (Bausch & Lomb 14602, Balplan Rochester, Nueva York) y comparándolas morfológicamente con las claves de Raper *et al.* (1977), Snowden (1990), Ulloa *et al.* (1978), Herrera *et al.* (1990) y Koneman (1983).

Experimento 2.

Se simularon las condiciones de reempaque empleadas en el sistema de manejo chileno. El cultivar empleado fue uva 'Ruby Seedless', con un mes de almacenamiento y fumigada con SO₂ (0.10%).

La uva se reempacó a granel (sin barrera de humedad) sin generador -testigo absoluto- y a granel con generador -testigo modificado- de SO₂ de dos fases (con las características mencionadas anteriormente) más el 'liner'. También se evaluaron tratamientos que incluían barreras de humedad (bolsas de polietileno de 2 mils, sin perforaciones y con una capacidad de 10 Kg) con y sin generador. Los tratamientos resultantes fueron los siguientes: testigo absoluto ("G"), testigo modificado ("GG"), barrera de humedad sin generador ("B") y barrera de humedad con generador ("BG"). A cada caja se le colocó cinco bayas inoculadas con 1 ml de suspensión de *Botrytis cinerea* (5×10^6 esporas) para establecer el nivel de infección inicial (Smitanick, 1992). La suspensión, se obtuvo a partir de esporas germinadas en matraces de 2 l que contenían papa dextrosa agar (Difco, Detroit, Mi.), ácido tartárico (Merk, México) al 10% más 1% de sacarosa y 25% de peptoná (Moorman *et al.*, 1992) -lo que aceleró la germinación- incubadas durante dos semanas a 20±1°C. Las esporas se removieron cuidadosamente del agar con una espátula estéril y se suspendieron en agua peptonada al 0.1%. La

suspensión se filtró con dos piezas de muselina esterilizada y la concentración de esporas fue determinada con una placa de Neubauer (0.1 mm de profundidad, Hausser Scientific, USA) de acuerdo a Fomey *et al.* (1991). Posteriormente se almacenaron por un mes en una cámara del CIAD a una temperatura de $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ y 90-95% de humedad relativa. Cada semana se realizaron muestreos y se repitieron a intervalos de una semana hasta concluir el mes de almacenamiento. Las muestras fueron pesadas en una balanza granataria (Dial-O-Gram, OHAUS) y se procedió a procesarlas de acuerdo al experimento anterior.

El diseño del experimento fue en bloques al azar y los datos se analizaron bajo un arreglo bifactorial (tratamiento y tiempo de almacenamiento) por medio de un ANOVA o un GLM; de acuerdo a los requerimientos del programa y siguiendo el protocolo del Sistema de Análisis Estadístico (SAS Institute, Cary, N.C. 1986). Se emplearon cuatro repeticiones por tratamiento para cada muestreo. En el caso de interacciones significativas se estimaron los errores estándares correspondientes. Cuando existieron efectos principales se realizó la comparación de medias por la prueba de Duncan con una probabilidad de ≤ 0.05 (Zar 1984, Little *et al.*, 1991 y Montgomery 1991).

Resultados y Discusión

Experimento 1.

La pérdida de peso de la uva 'Superior' fue afectada significativamente por la interacción entre tratamiento y tiempo de almacenamiento. Al finalizar el periodo de almacenamiento el comportamiento general de los tratamientos tuvo una tendencia a perder peso (Fig. 5.1). Lo anterior, refleja el proceso de deterioración que conlleva la maduración (Salisbury *et al.* 1982) y el estrés hídrico por la baja temperatura. No obstante, el testigo empacado a granel ("G") mostró la mayor pérdida (12%); lo que era de esperarse (Nelson *et al.*, 1966 y 1983) ya que al carecer de una barrera de humedad no hubo un medio que se interpusiera a la deshidratación de la baya. Por otro lado, el tratamiento "B" (barrera de humedad sin perforaciones) mostró la menor pérdida de peso (0.01%). Estos resultados son respaldados por Nelson *et al.* (1970a, b y 1972), quienes

encontraron que la pérdida de peso durante almacenamiento disminuye mientras mayor sea el área de cobertura de la barrera de humedad. De igual forma estos resultados pueden considerarse favorables, ya que Cnsosto *et al.* (1995) trabajando con uva 'Flame Seedles' empacada con barreras de humedad y generadores de SO_2 de dos fases: después de tres meses de almacenamiento encontraron que las uvas perdieron 0.1% de su peso inicial.

El desgrane de bayas fue afectado significativamente por la interacción entre tratamiento y tiempo de almacenamiento. Cabe recordar que la medición de esta variable, determinada después de haberse estimado la pérdida de peso, se realizó sacudiendo los racimos y posteriormente estimando la diferencia de peso entre el desgrane inicial de bayas y el desgrane final. La figura 5.2 muestra que el tratamiento 'G' fue el menos afectado, con sólo 9% de desgrane y el 'BR' (barrera ranurada de 2.5 Kg.) presentó el mayor porcentaje de desgrane (27%).

El desarrollo de infecciones estuvo influenciado significativamente por la interacción entre los tratamientos y el tiempo de almacenamiento. El mayor porcentaje de infección causada por hongos fue para el tratamiento 'B' (3%) y el tratamiento 'BR' presentó sólo un 0.6% de infección (Fig. 5.3)

Los resultados del desgrane de bayas y del desarrollo de infecciones pueden ser el efecto del retraso en el tiempo de preenfriado, ya que estudios previos realizados en frambuesa y fresa demostraron que el retraso en el tiempo de preenfriado influye directamente en la pudrición y oscurecimiento de la fruta (Kenny, 1975 y Smith, 1956). El retraso en el preenfriado incrementó la velocidad de respiración del fruto en todos los tratamientos, por lo que el oxígeno que los racimos tenían disponible -dentro del empaque- se agotó, dando inicio la respiración anaeróbica (Salisbury *et al.*, 1992) Lo anterior, promovió la fermentación del fruto y con ello el desarrollo de levaduras (Agrios, 1991) que aunque no fueron cuantificadas, estuvieron presentes mayor cantidad que los hongos y su ocurrencia fue más alta en el tratamiento 'B'.

Los géneros de hongos dominantes fueron *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp.* (Fig 5.4). La ocurrencia de *Botrytis sp.* fue del 12% para los tratamientos "BR" y "G". Lo anterior concuerda con resultados de experimentos

realizados por Diaz *et al.* (datos sin publicar) quienes encontraron que *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.* y *Penicillium sp.* son los principales hongos causantes de infecciones en almacenamiento. Comparando entre si la ocurrencia de los hongos, podemos observar que *Alternaria spp.* y *Aspergillus spp.* no fueron influidos por los tratamientos. Asi mismo, su ocurrencia fue elevada lo cual puede ser el efecto de la fluctuación de la temperatura de almacenamiento. No obstante, *Penicillium spp.* y *Botrytis sp.* presentaron una menor ocurrencia y solo en los tratamientos "BRC" y "G". Lo anterior, pudo ocasionarse por la atmósfera carente de SO₂ que propiciaron estos elementos y en el caso de *Penicillium spp.* por el antagonismo tan fuerte que presentan *Alternaria spp.* y *Aspergillus spp.* sobre el resto de los hongos que causan infecciones de verano (Agris, 1991).

Experimento 2

La pérdida de peso estuvo influenciado significativamente por la interacción entre tratamiento y tiempo de almacenamiento. La figura 5.5 muestra que los racimos empacados a granel ("G") presentaron el mayor porcentaje de pérdida de peso (4%) y el tratamiento de barrera de humedad más generador ("BG") expresó el menor porcentaje (0.9%). Esto es un comportamiento descrito previamente por Gardea *et al.* (1993a) y Crisosto *et al.* (1995) Aunado a lo anterior, el tratamiento "G" mostró la mayor variabilidad, lo anterior se debe principalmente a que careció de un medio que evitara la deshidratación; como el que poseía su homólogo más el generador de SO₂ ("GG"). Éste último presentaba una pequeña superficie cubierta, la cual era otorgada por el generador de SO₂ y el liner, que ayudó a disminuir la variabilidad de la pérdida de peso. Aunado a lo anterior tenemos la variabilidad de la población, misma que se expresa más cuando el estres de agua se acentúa. Lo anterior provocó que el tratamiento "G" fuera más susceptible a las variaciones de humedad propias del cuarto de almacenamiento. El tratamiento "BG" mostró una pérdida de peso de 0.9% al cabo de dos meses. Este porcentaje se encuentra dentro de los límites de aceptación del producto (Crisosto *et al.*, 1995), ya que una pérdida mayor del 2%; como la presentada en los tratamientos "G" y "GG", demerita la calidad de la uva.

El incremento de la pérdida de peso a los 53 días de almacenamiento para el tratamiento "G", puede ser el resultado de la modificación de la humedad relativa durante el almacenamiento (Handerburg *et al.*, 1990). Esto lo podemos comprobar observando detenidamente el comportamiento "GG" durante los mismos días. Éste muestra un incremento en la pérdida de peso, aunque no en la misma magnitud que el tratamiento "G". Lo anterior, pudiera deberse -como ya se explicó- a que el tratamiento "GG" posee generador de SO_2 y liner, lo que otorga al racimo una superficie de cobertura que ayuda a reducir la pérdida de peso.

El desgrane de bayas fue influenciado significativamente tanto por el tratamiento como por tiempo de almacenamiento. En la figura 5.6 observamos que el mayor desgrane de bayas (32%) se presentó en el tratamiento de barrera de humedad "G" y el menor para el tratamiento "BG" (15%). Un comportamiento similar se observó en los tratamientos "B" y "GG". Conforme avanzó el período de almacenamiento se expresó un incremento en el desgrane de bayas, lo cual está relacionado con los procesos senescentes del producto. Nelson *et al.* (1970b) sugieren que el estrés hídrico del raquis y la pérdida de flexibilidad del mismo pueden ser causantes del incremento de desgrane. Lo anterior, correspondió a los tratamientos que carecieron de la barrera de humedad. Sin embargo, esto no concuerda con la disminución del desgrane presentado por el tratamiento "B" a los 53 días. Durante esta fecha, el mismo tratamiento no mostró una modificación drástica en la pérdida de peso (1%).

La figura 5.7 muestra que la infección de las bayas fue influenciada significativamente por el tratamiento y el tiempo de almacenamiento. El tratamiento "BG" presentó la menor infección (3%) mientras que la mayor fue para el tratamiento "B" (24%). Esto se debe a que se crea una atmósfera húmeda adecuada para el desarrollo de hongos y al no haber generador de SO_2 su crecimiento no se limita (Nelson 1970a, b, 1983 y Crisosto *et al.*, 1995). La última fecha de almacenamiento presentó la mayor infección de bayas, lo que se debe a la reducción de la concentración del SO_2 . Aunado a esto, el estado de senectud de la baya trae como consecuencia la degradación de substratos; fácilmente asimilados por los hongos (Agnos, 1991).

Los principales hongos causantes de las infecciones fueron *Botrytis sp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* y *Alternaria spp.* (Fig. 5.8). Los resultados anteriores, a excepción de *Botrytis sp.* -debido a que fue inducido-, coinciden nuevamente con los resultados obtenidos por Diaz *et al.* (datos no publicados). No obstante, el tratamiento "G" tanto para *Alternaria spp.* como para *Penicillium spp.* pareció tener un efecto favorable hasta los 53 días. Esto puede deberse a la competencia inducida por otros hongos y a la susceptibilidad de ambos a las temperaturas bajas (Agrios, 1991), ya que carecieron de una barrera que les proporcionara protección.

El tratamiento "BG" logró controlar la ocurrencia de *Botrytis sp.* hasta 44 días (Fig. 5.8a). En los días de almacenamiento que precedieron, el control de la infección fue en decadencia; debido a la disminución de la concentración del SO_2 . Lo anterior, reafirma lo que se ha mencionado acerca de la susceptibilidad de la uva de mesa almacenada a este hongo (Nelson *et al.*, 1966 y 1983, Couey *et al.*, 1961 y Smilanick *et al.*, 1992).

Refiriéndonos a la fitotoxicidad de la baya causada por el SO_2 , pudimos observar ocasionalmente bayas con heridas y magulladuras que presentaron blanqueamiento en la zona que rodea al pedúnculo. Lo anterior, concuerda con datos reportados por Nelson *et al.* (1967) quienes afirman que generadores de 2.7 g de metabisulfito de sodio no producen fitotoxicidad en bayas sanas.

Conclusiones

- Las barreras de humedad (principalmente las sólidas) evitan la deshidratación del producto y reducen la velocidad de pérdida de gases. Siendo en este caso de gran ayuda para mantener el SO_2 dentro del empaque.
- Las barreras de humedad sin perforaciones y con generador de SO_2 disminuyen la pérdida de peso, el desgrane y las infecciones.
- Las características morfológicas y fisiológicas de cada cultivar pueden producir respuestas específicas a diversos tratamientos y tiempos de almacenamiento.

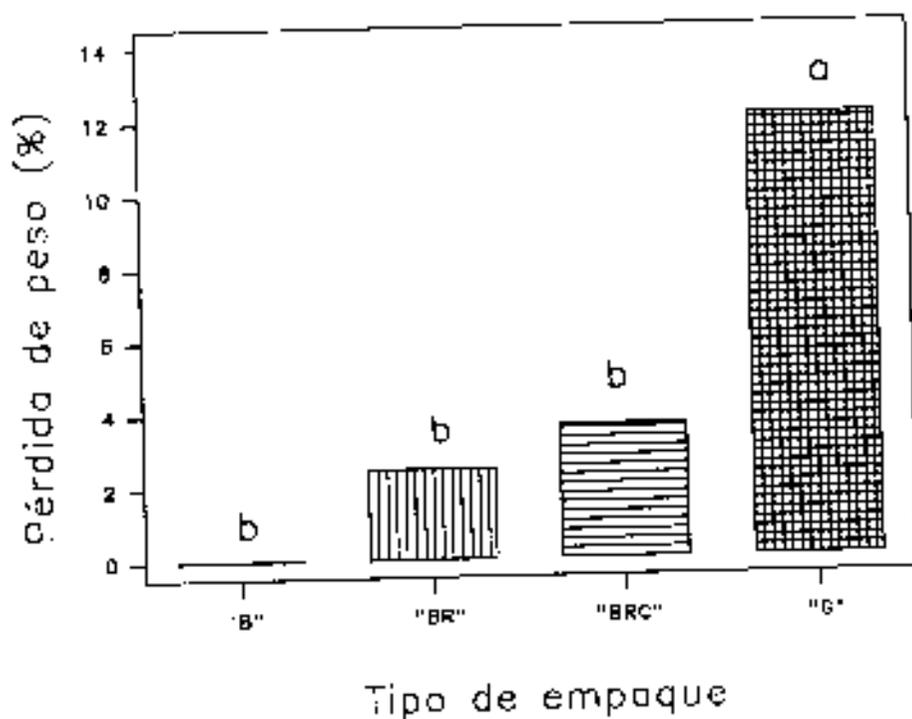
- Los hongos con mayor ocurrencia en el almacenamiento de uva de mesa de la región son: *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp.* Sin embargo, la ocurrencia natural de *Botrytis sp.*, puede presentarse al cabo de un mes. De igual forma la ocurrencia inducida de este hongo puede desarrollarse favorablemente durante el mismo tiempo.
- Las barreras de humedad sin perforaciones combinadas con generadores de SO₂ propician la reducción de la ocurrencia de *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* y de *Botrytis sp.* -ya sea inducida y/o natural- por aproximadamente 40 días; bajo condiciones óptimas de almacenamiento

Literatura Citada

- Agnos, G.N. 1991 Fitopatología. 5ª reimpresión. Ed. Limusa. México D F 530 pp.
- Bailey. W.R y E.G. Scott. 1982. Diagnóstico microbiológico. 6ª Ed Panamericana. Buenos Aires Argentina. pp 620-629.
- Couey, H.M. y M. Uota 1961. Effect of concentration, exposure time, temperature, and relative humidity on the toxicity of sulfur dioxide to the spores of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*. 51:739-814.
- Crisosto, C.H, J. Smilanick y A.A. Gardea. 1995 Uso de dióxido de azufre para controlar *Botrytis* durante el manejo postcosecha de uva de mesa. *Horticultura Mexicana SOMECH, A. C.*, 3(1):33-40.
- FDA. Food and Drug Administration. 1992. Bacteriological analytical manual. VII Edition. Chap. 16 J.A.O.A.C. Int. pp 227-234.
- Forney C.F., R.E. Rij, R. Denis-Arue y J.L. Smilanick. 1991. Vapor phase hydrogen peroxide inhibits postharvest decay of table grapes. *HortScience* 26(12):1512-1514.
- Gardea, A.A., J. Siller, E. Bringas y M. Báez. 1993a. Almacenamiento de uva de mesa. Reporte Anual DTAOV (1994). CIAD. Hermosillo, Son., 2:62-65.
- Gardea, A.A., M.A. Martínez-Téllez, R. Báez, A. Sánchez y G. González. 1993b. Comportamiento respiratorio de racimos de uva 'Flame Seedless'. Reporte Anual. DTAOV (1994) CIAD. Hermosillo, Son., 2:53-56.
- Gardea, A.A., J. Martínez-Téllez, M. Báez, R. Báez, A. Sánchez, J. Siller, R. Romo, y J. Avalos. 1993c. Pérdida de peso de racimos de 'Flame Seedless' durante el empaclado y preenfriado. Memorias del II Ciclo Internacional de Conferencias sobre Viticultura. A. A. Gardea, R. Báez y J. H. Siller (Eds.). Hermosillo, Son. 29 de junio al 3 de julio de 1993. pp. 142-149.
- Handerburg, R.E., A.E. Watada y C.Y. Wang 1990. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S.D.A Agriculture Handbook No 66. Edición revisada.
- Harvey J. M. 1956. Effects of frequency of sulfur dioxide fumigation during storage on decay and fumigation injury in Emperor grapes. *Phytopathology*. 46:690-694.
- Herrera T. y M. Ulloa. 1990 El Reino de los hongos. Ed. UNAM. y FCE 552 pp

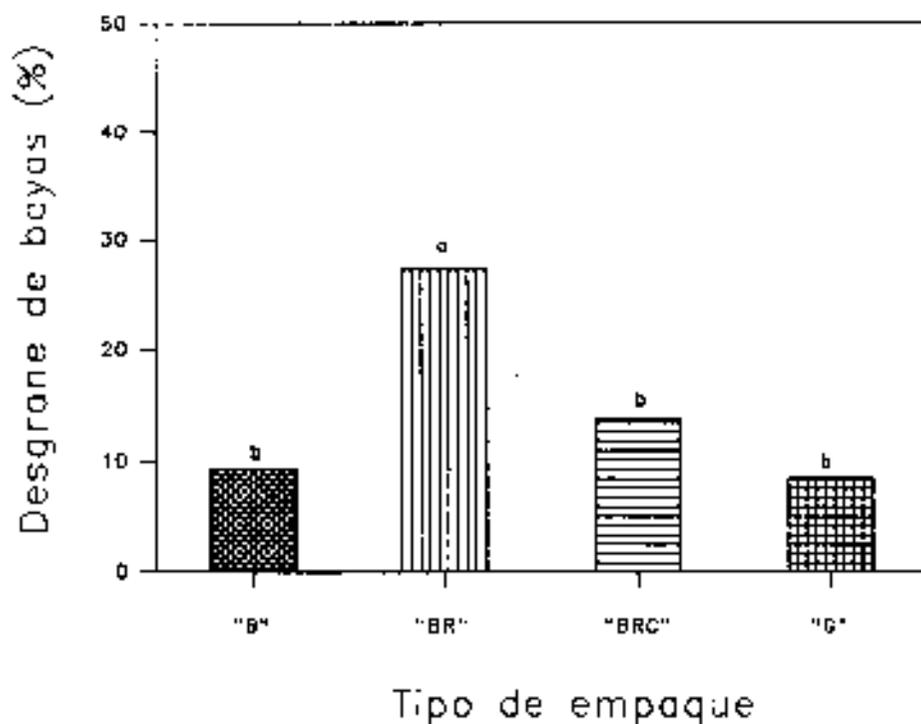
- Kenny, A. 1975 Handling strawberries and raspberries for fresh market. 2. Precooling. *Farm & Food Res.* 6:62-66.
- Koneman, E.W., S.D. Allen, V.R. Dowell y H.M. Sommers. 1983. Diagnóstico microbiológico. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. p. 533.
- Little, T.M. e I.J. Hills. 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2ª reimpresión. Ed. Trillas. México, D.F. 270 pp.
- Lewis, D.A., H.H. Shorey, J.L. Smilanick, J.F. Thompson, B.H. Gump y J. Knutson. 1992. Sulfur dioxide fumigation of table grapes. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Bulletin 1932.
- Montgomery, D.C. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Ed. Iberoamérica. México, D.F. 589 pp.
- Moorman, G.W. y R.J. Lease. 1992. Residual efficacy of fungicides used in the management of *Botrytis cinerea* in greenhouse-grown geraniums. *Plant Dis.* 76:374-376.
- Nelson, K.E. y J.P. Gentry. 1966. Two-stage generation of sulfur dioxide within closed containers to control decay of table grapes. *Am. J. Enol. Viticult.* 17:290-301.
- Nelson, K. E. y H. B. Richardson. 1967. Storage temperature and sulfur dioxide treatment in relation to decay and bleaching of stored table grapes. *Phytopathology*. Vol 57:950-955.
- Nelson, K.E., y M. Ahmedullah. 1970a. Effect on "Cardinal" grapes of position of sulfur dioxide generators and retention of gas and water vapor in containers. *Am. J. Enol. Vitic.* 21:70-77.
- Nelson, K.E., M. Ahmedullah y F.G. Mitchell. 1970b. Effect of container and packing methods on injury and transpiration of table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 21:101-108.
- Nelson, K.E., y M. Ahmedullah. 1972. Effect of type of in-package sulfur dioxide generator and packaging materials on quality of stored table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 23(2):76-85.
- Nelson, K.E. 1983. Effects of in-package sulfur dioxide generators, package liners, and temperature on decay and desiccation of table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 34:10-16.
- Pantastico, E.B. 1984. Fisiología de la postrecolección. manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Ed. CECSA. México, D.F. pp. 337-373.
- Raper, K.B. y D.I. Fenell. 1977. The genus *Aspergillus*. Krieger. Nueva York.

- Salsbury, F.B. y C.W. Ross. 1992. Fisiología vegetal. 4ª ed. Grupo Editorial Iberoamérica México, D.F. 759 pp.
- Smilanick, J.L. y D.J. Henson. 1992. Minimum gaseous sulphur dioxide concentrations and exposure periods to control *Botrytis cinerea*. *Crop Protection*. 11:535-540.
- Smith, W.H. 1958. The handling, precooling, transport and storage of strawberries and raspberries. Dept. of Scientific and Industrial Research, Food Investigation, Misc. Paper 1Q/58, London.
- Snowdon, A.L. 1990. A Color Atlas of Post- Harvest Diseases & Disorders of Fruits and Vegetables. Vol. 1 CRC Press, Inc. Boca Raton Florida, U.S.A. 302 pp.
- Ulloa, M. y R. Hanlin. 1978. Atlas de Micología Básica. 1ª Ed. Concepto, S. A. México, D.F. 158 pp.
- Watada, A.E. 1995. Alternative methods of maintaining quality of fresh fruits and vegetables. Recent advances. Postharvest physiology, pathology and technologies for horticultural commodities. Ed. A. Ait-Oubahou y M. El-Otmani. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Agadir, Morocco. pp. 107-113.
- Wilson, Ch.L. y M.E. Wisniewski. 1994. Biological control and postharvest diseases Theory and Practice. Ed. CRC Press, U.S.A. 182 pp.
- Yahia, E.M. e I.H. Ciapara. 1992. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortofrutícolas. Ed. Limusa. Primera ed. México, D. F. 303 pp.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2a Ed. Prentice-Hall, INC. EE.UU. 718 pp.



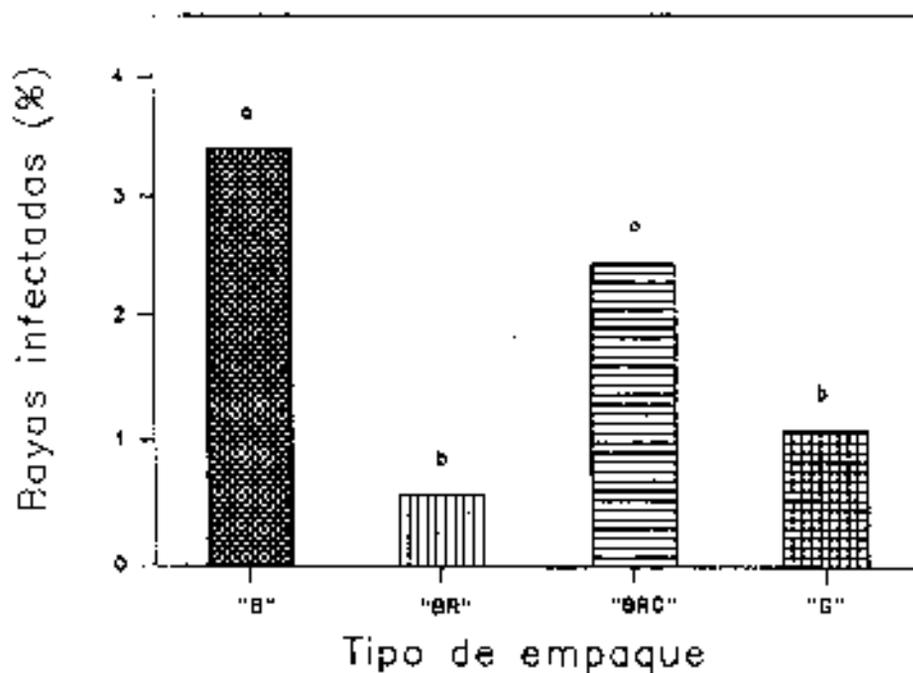
- "B" Barrera de humedad de 10 Kg
- "BR" Barrera de humedad de 2.5 Kg
- "BRC" Barrera de humedad de 1 Kg
- "G" Granel

Figura 5.1 Comparación de la pérdida de peso promedio de uva de mesa cultivar 'Superior' en diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.



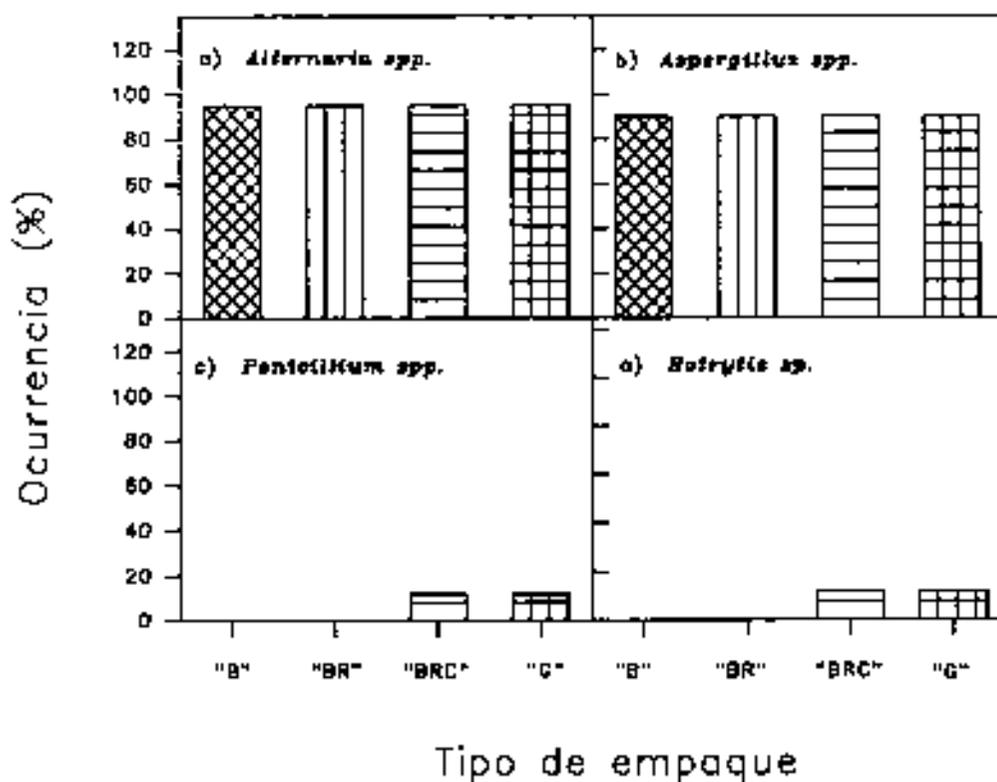
- "B" Barrera de humedad de 10 Kg
- "BR" Barrera de humedad de 2.5 Kg
- "BRC" Barrera de humedad de 1 Kg
- "G" Granel

Figura 5.2 Desgrane de bayas de uva de mesa cultivar 'Superior' en diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.



- "B" Barrera de humedad de 10 Kg
- "BR" Barrera de humedad de 2.5 Kg
- "BRC" Barrera de humedad de 1 Kg
- "G" Granel

Figura 5.3 Porcentaje de infección en uva de mesa cultivar 'Superior' en diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.



"B" Barrera de humedad de 10 Kg
 "BR" Barrera de humedad de 2.5 Kg
 "BRC" Barrera de humedad de 1 Kg
 "G" Granel

Figura 5.4 Ocurrencia de los principales hongos presentes en uva de mesa cultivar 'Superior' en diferentes tipos de empaque durante el almacenamiento.

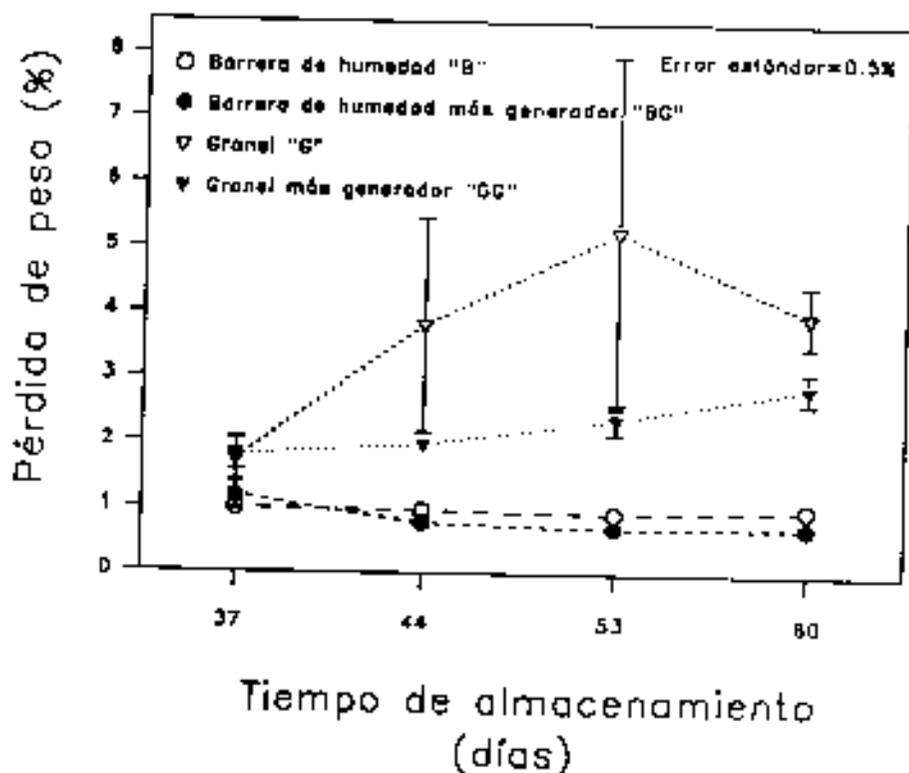


Figura 5.5 Pérdida de peso de uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tratamientos durante el almacenamiento.

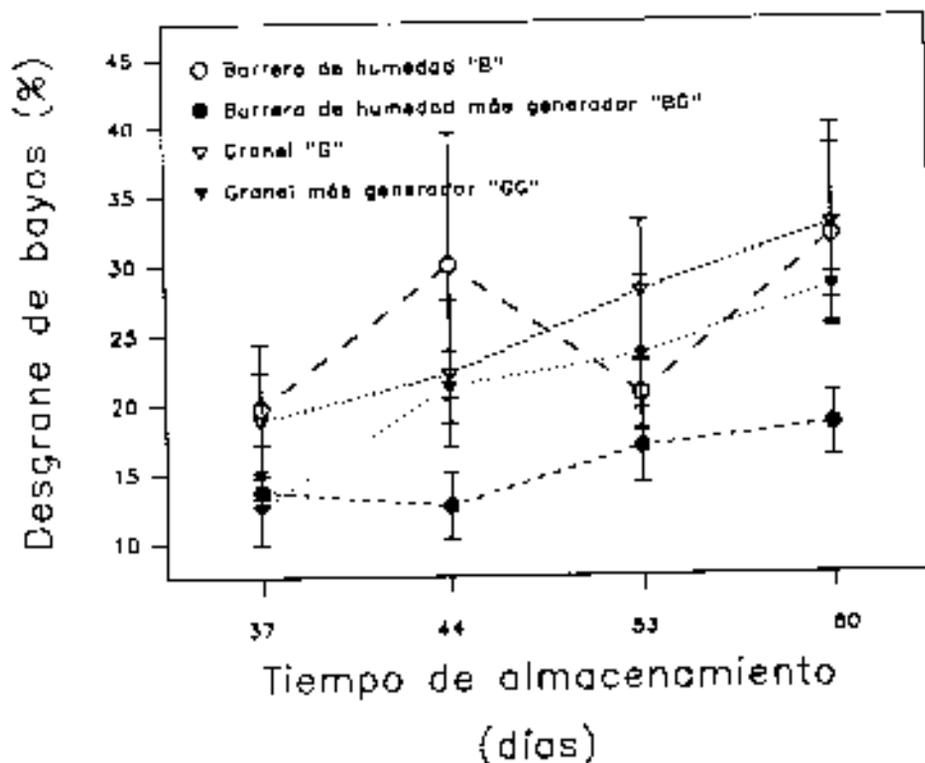


Figura 5.6 Desgrane de bayas en uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tratamientos durante el almacenamiento.

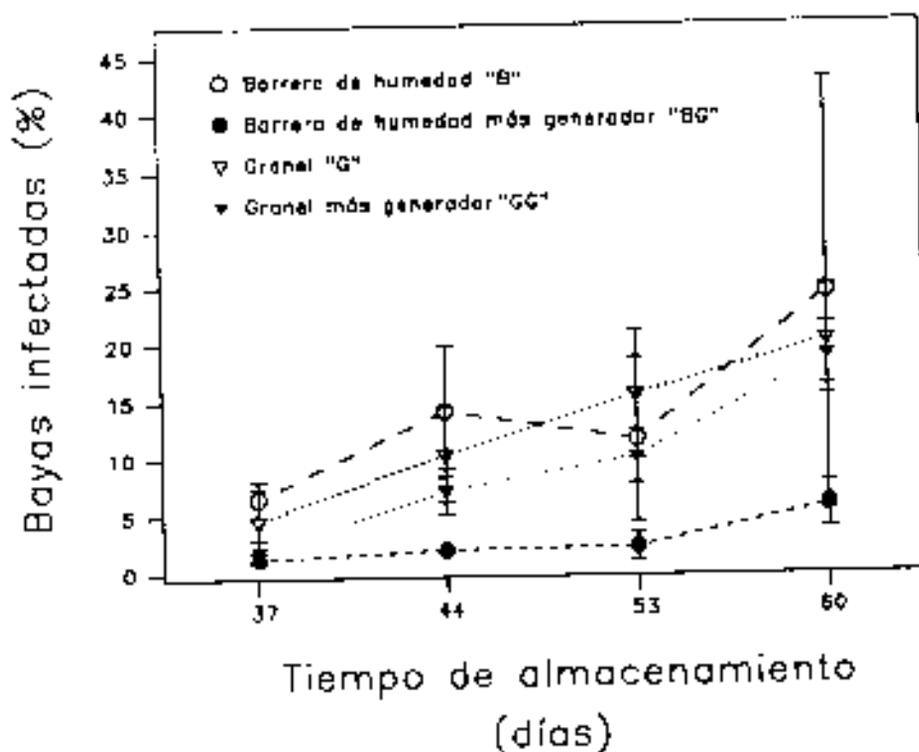


Figura 5.7 Porcentaje de infección en uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tratamientos durante el almacenamiento.

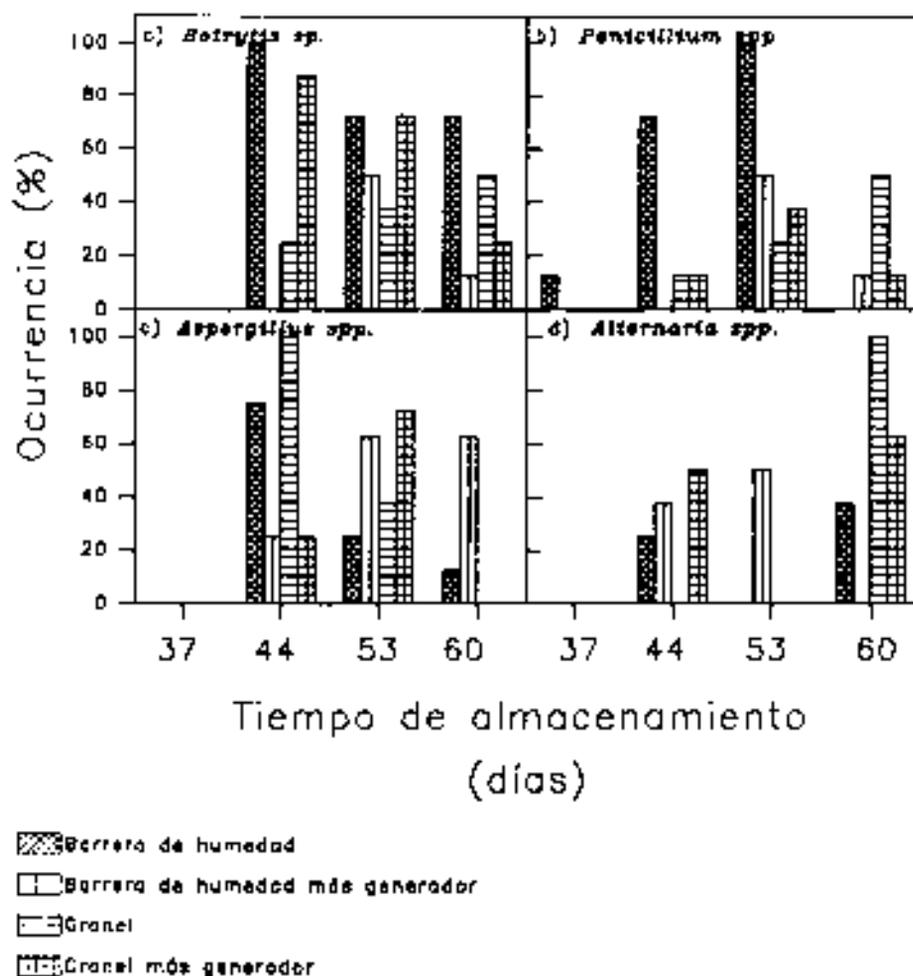


Figura 5.8 Ocurrencia de los principales hongos presentes en uva de mesa cultivar 'Ruby Seedless' en diferentes tratamientos durante el almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Agnos, G.N. 1991. Fitopatología. 5ª reimpresión. Ed. Limusa, México D.F. 530 pp
- Amézquita, R. y J. La Gra. 1979. A methodological approach to identifying and reduce postharvest food losses. Seminario sobre reducción de pérdidas postcosecha de productos agrícolas en el área del Caribe y América Central. IICA-FAO. Sto. Domingo, República Dominicana.
- Anaya, R.R. 1993. Panorámica de la viticultura mexicana. Memorias del II Ciclo Internacional de Conferencias sobre la Viticultura, 29 de junio- 2 de julio. Hillo., Sonora, México. pp. 1-6.
- Anónimo. 1978. Postharvest food losses in developing countries. Board on science and technology for international relations national research council. National Academy of Sciences. Washington, O. C. pp. 110-137.
- Anónimo. 1995. Sonora exporta uva de mesa a Canada, EE.UU. y Europa. En: Horticultura. avanzada tecnología del agro sonorense. Asi. Ed. especial, Abril.
- Asociación Agrícola Local de Productores de Uva de Mesa. 1996. Comercialización de uva de mesa
- Azcon-Bieto, J. y M. Talon. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. 1ª Ed. Interamericana. McGraw-Hill. España. 581 pp.
- Bailey y Scott. 1982. Diagnóstico microbiológico. 6ª Ed. Panamericana. Buenos Aires Argentina. pp. 620-629.
- Campellini, R.A.; M.J. Ceyonis y G.W. Lightner. 1988. Disorders in avocado, mango, and pineapple shipments to the New York market, 1972-1985. Plant Dis. 72(3):270-273.
- Cargnello, G. 1994. Recherches sur le degré d'attaque du Mildiou, de l'Oidium, du Botrytis et de la pourriture acide par rapport aux différents forts écartements entre les files et entre les vignes dans différents variétés et milieux. G.E.S.C.O. 7^{èmes} Journées d'étude des systèmes de conduite de la vigne. Valladolid, España. 21-23-VI. pp 18-22.
- CIAN. 1988. Guía técnica del viticultor. INIFAP, SARH. Matamoros, Coahuila. México. Publicación especial No. 25.
- CONAFRUT. 1977. Información básica 1. Fruticultura mexicana. Comisión Nacional de Fruticultura. SARH.

- Combrink, J.C. y A.B. Truter. 1979. The control of postharvest decay of table grapes- a review of developments in South Africa. *Decid. Fruit Grow.* 29:272-432
- Coursey D.G. y F. Proctor. 1975. Towar the cuantification of postharvest losses in horticultural production. *Acta Horticulturae*, Vol 49.
- Couey, H.M. y M. Uola. 1961. Effect of concentration, exposure time, temperature, and relative humidity on the toxicity of sulfur dioxide to the spores of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*. 51:739-814.
- Crisosto, C.H, J. Smilanick y A.A. Gardea. 1995. Uso de dióxido de azufre para controlar *Botrytis* durante el manejo postosecha de uva de mesa. *Horticultura mexicana SOMECH, A. C.*, 3(1): 33-40.
- Cruess, V.W., H.P. Richert y J.H. Irish. 1931. The effect of hydrogen ion concentration on the toxicity of several preservatives to microorganisms. *Hilgardia*. 6:295-314.
- Chiders, N.F., J.R. Morris y G.S. Sibbett. 1995. *Modern fruit science, orchard and small fruit culture*. Horticultural Publications. Gainesville, Florida. 632 pp.
- Da Goidanich. 1980. *Guida pratica del viticutore e del Cantiniere*. 3ª ed. Saracco. C. Edragricole, Bologna
- Dibble, J., V. Stern, F. Zalom, J. Granett, D. Gubler, J. Marois, G. Leavitt, C. Elmore, H. Agamalian, D. Donaldson, B. Fischer, H. Kempen, U.C. Kodira y B.B. Westerdahl. 1992. *Grape: pest management guidelines* UCIPM, IMPACT, UCPMG. Davis, Cal.
- Expofrio. 1988. *Primeras jornadas técnicas europeas del frío aplicado a la agroalimentación. Feria internacional del frío y la climatización*. Valencia, España. 137 pp.
- Farnham, D.S., T.G. Byrne, F.J. Marousky, D. Durkin, R. Rij, J.F. Thompson y A.M. Kofranek. 1979. Comparasion of the conditioning, precooling, transit method, and use of a floral preservative on cut flower quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(4):483-490.
- FDA. 1992. *Bactenological analytical manual*. 7ª Ed. Chap. 18 J.A.O.A.C. Int pp. 227-234.
- Forney C.F., R.E. Rij, R. Denis-Arue y J.L. Smilanick. 1991. Vaphor phase hydrogen peroxide inhbits postharvest decay of table grapes *HortScience* 26(12):1512-1514.
- Frazier, W.C. y D.C. Westhoff. 1993. *Microbiología de los alimentos*. 4ª ed. Ed. Acribia, S. A. p. 29

- Galet, P. 1976. Précis de viticulture. Imprimerie Déham Montpellier. Citado en Macías, H. H. I. 1993 Manual práctico de viticultura. 1ª Ed. Trillas. México. D. F. 112 pp.
- Gardea, A.A., J. Siller, E. Bringas y M. Báez. 1993a. Almacenamiento de uva de mesa. Reporte anual DTAOV (1994). CIAD. Hermosillo, Son., 2:62-65.
- Gardea, A.A., M.A. Martínez-Téllez, R. Báez, A. Sánchez y G. González. 1993b. Comportamiento respiratorio de racimos de uva 'Flame Seedless'. Reporte Anual. DTAOV (1994) CIAD. Hermosillo, Son., 2:53-56.
- Gardea, A.A., J. Martínez-Téllez, M. Báez, R. Báez, A. Sánchez, J. Siller, R. Romo, y J. Avalos. 1993c. Pérdida de peso de racimos de 'Flame Seedless' durante el empacado y preenfriado. Memorias del II Ciclo Internacional de Conferencias sobre Viticultura. A. A. Gardea, R. Báez y J. H. Siller (Eds.), Hermosillo, Son. 29 de junio al 3 de julio de 1993. pp. 142-149.
- Giesler, L.J., G.Y. Yuen y G.L. Horst. 1996. The microclimate in tall fescue turf as affected by canopy density and its influence on brown patch disease. Plant Disease. 80:389-394.
- Godoy, A.C. e I López M. 1993. Panorámica de la viticultura mexicana. Memorias del II Ciclo Internacional de Conferencias sobre la Viticultura, 29 de junio- 2 de julio. Hillo., Sonora, México. pp. 26-30.
- Haard, N.F. y D.K. Salunkhe. 1980. Symposium. Postharvest biology and handling of fruit and vegetables. The AVI Publishing Company INC, Westport, Connecticut. pp. 88-89 y 94-95.
- Handerburg, R.E., A.E. Watada y C.Y. Wang. 1990. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S.D.A. Agriculture Handbook No 66. Ed. revisada.
- Harvey J. M. 1956. Effects of frequency of sulfur dioxide fumigation during storage on decay and fumigation injury in Emperor grapes. Phytopathology. 46:690-694.
- Hausbeck, M.K., S.P. Pennypacker y R.E. Stevenson. 1995. The effect of plastic mulch and forced heated air on *Botrytis cinerea* on geranium stock plants in a research greenhouse. Plant Dis. 80:170-173.
- Hernández, A. 1993. Panorámica de la viticultura mexicana. Memorias del II Ciclo Internacional de Conferencias sobre la Viticultura, 29 de junio- 2 de julio. Hillo., Sonora, México. pp. 7-17.
- Herrera, T. y M. Ulloa. 1990. El reino de los hongos. Ed. UNAM. y FCE. 552 pp.

- INEGI. 1995. Anuarios estadísticos de los estados de Sonora, Coahuila, Zacatecas y Querétaro. INEGI y Gobierno de los Estados
- Jordan, T.D., R.M. Pool, T.J. Zabadal, J.P. Tomkins. 1980. Cultural practices for commercial vineyards. New York state college of agriculture and life sciences, a statutory college of the state university Cornell University. Miscellaneous Bulletin 111.
- Kader, A.A., R.F. Kasmire, F.G. Mitchell, M.S. Reid, N.F. Sommer, J.F. Thompson. 1985a. Postharvest biology and technology of horticultural crops cooperative extension university of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Special Publication 3311. 192 pp.
- Kader, A.A. 1985b. Postharvest biology and technology: An overview in postharvest technology of horticultural crops. Cooperative Extension University of California. Division of Agriculture and Natural Resources, p. 9.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest biology and technology of horticultural crops cooperative extension university of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Segunda Ed. Kader, A. A. ed. Publication 3311. 296 pp.
- Kenny, A. 1975. Handling strawberries and raspberries for fresh market. 2. Precooling. *Farm & Food Res* 6:62-66.
- Ketsa S. Y K. Leelawatana. 1992. Effect of de precooling and polyethylene films liners in corrugated boxes on quality lychee fruits *Acta Horti Wageningen: International Society for Horticultural Science*. 2(321):742-746.
- Koneman, E.W., S.D. Allen, V.R. Dowell y H.M. Sommers. 1983. Diagnóstico microbiológico. Ed Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. p. 533.
- Little, T.M. e I.J. Hills. 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2ª reimpresión. Ed. Trillas. México, D.F. 270 pp.
- Luvigi. D.A., H.H. Shorey, J.L. Smitanick, J.F. Thompson, B.H Gump y J. Knutson. 1992. Sulfur dioxide fumigation of table grapes University of California, División of Agriculture and Natural Resources. Bulletin 1932.
- Lowe, D. 1996. Canopy management. What is it?. En: *Sunlight into Wine. A handbook for winegrape canopy management*. R. Smatr y M. Robinson (Eds.). 4ª impresión. Ed. MAP. New Zeland. pp 2-3
- Martínez de Toda, F.F. 1991. Biología de la vid. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 346 pp.

- Macías, H.H. I. 1993. **Manual práctico de viticultura**. 1ª Ed Tillas México, D. F.
- McCulloch, E.C. 1946. **Desinfection and sterilization**. 2ª de. LEA & Febiger. Filadelfia U.S.A. pp 368-369.
- Michailides, T.J. y D.P. Morgan. 1996. Using incidence of *Botrytis cinerea* in Kiwifruit sepals and receptacles to predict gray mold decay in storage. *Plant Disease*. 80(3):248-254.
- Mitchell, F.G., R. Guillow y R.A. Parson. 1972. **Commercial cooling of fruits and vegetables**. University of California. Division of Agricultural Sciences. Manual 43. 44 pp
- Mitchell, F.G. 1985. **Postharvest handling systems: Table grapes**. En: *Postharvest technology of horticultural crops*. Kader, A. L., R. F. Kasmir, F. G. Mitchell, M. S. Reid, N. F. Sommer y J. F. Thompson (Eds) Cooperative Extension University of California. Special Publication 3311. pp 149-151.
- Montgomery, D.C. 1991. **Diseño y análisis de experimentos**. Grupo Ed. Iberoamérica. México, D.F. 589 pp.
- Moorman, G.W. y R.J. Lease. 1992. Residual efficacy of fungicides used in the management of *Botrytis cinerea* in greenhouse-grown geraniums. *Plant Dis*. 76:374-376.
- Mutlins, M.G., A. Bouquet y L.E. Williams. 1992 **Biology of the grapevine**. 1ª Ed. Cambridge University Press. New York, EE. UU. 239 pp.
- Nelson, K.E. y H.B. Richardson. 1981. Further studies on factors affecting concentration of sulfur dioxide in fumigation atmospheres for table grapes. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 77:337-350.
- Nelson, K.E., y J.P. Gentry. 1986. Two-stage generation of sulfur dioxide within closed containers to control decay of table grapes. *Am. J. Enol. Viticult.* 17:290-301
- Nelson, K. E. y H. B. Richardson. 1967. Storage temperature and sulfur dioxide treatment in relation to decay and bleaching of stored table grapes. *Phytopathology*. 57:950-955.
- Nelson, K.E., y M. Ahmedullah. 1970a. Effect on 'Cardinal' grapes of position of sulfur dioxide generators and retention of gas and water vapor in containers. *Am. J. Enol. Vitic.* 21:70-77.
- Nelson, K.E , M Ahmedullah y F.G. Mitchell. 1970b. Effect of container and packing methods on injury and transpiration of table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 23(2):78-85.

- Nelson, K.E., y M. Ahmedullah. 1972. Effect of type of in-package sulfur dioxide generator and packaging materials on quality of stored table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 23(2):78-85.
- Nelson, K.E., M. Ahmedullah. 1973. Effect of type of in-package sulfur dioxide generator and packaging materials on quality of stored table grapes *Am. J. Enol. Vitic.* 21:101-108
- Nelson, K.E. 1983. Effects of in-package sulfur dioxide generators, package liners, and temperature on decay and desiccation of table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 34:10-16.
- Pantastico, E.B. 1984. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Ed. CECOSA. México, D.F. pp. 337-373.
- Phillips, P.A., J.H. Foott y L. Righetti. 1990. Grape pruning methods can affect Botrytis bunch rot. *California Agriculture.* 44 (3):9-10.
- Peleg, K. 1985. Produce handling, packaging and distribution. Department of Agricultural Engineering Technion, Ed. AVI. Israel Institute of Technology. Haifa, Israel. 625 pp.
- Perkins-Veazie, P.M., J.K. Collins, J. Lord y R.K. Striegler. 1992. Influence of package on post-harvest quality of Oklahoma and Arkansas table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 43(1):79-82.
- Raper, K.B. y D.I.Fenell. 1977. The genus *Aspergillus*. Krieger, Nueva York
- Reinolds, G.A. y D.A. Wardle. 1988. Canopy microclimate of Gewürztraminer and monoterpene levels. En: *Proceedings of the second international symposium for Cool Climate Viticulture and Oenology* R. Smart, R. thornlon, S. Rodruguez y J. Young, Eds. Auckland, New Zealand pp. 116-122.
- Rodríguez, C. 1970. Características de la agricultura mexicana y proyecciones de la demanda y oferta de productos agropecuarios de 1976 a 1982. SARH, México.
- Salisbury, F.B y C.W. Ross. 1992. Fisiología Vegetal. 4ª ed. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F. 795 pp.
- Satunkhe, D.K y B.B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of fruits. Vol. 1 Ed. CRC Press, U.S.A. pp.1-7.
- SARH 1994. Guía para la asistencia técnica agrícola. Area de influencia del campo experimental Costa de Hermosillo. CIRNO. p 159.

- Shewfelt, R.L. y S.E. Prussia. 1993. **Postharvest handling. A systems approach.** Academic Press, Inc. San Diego California, EE. UU. 358 pp.
- Smart. R.E. y M. Robinson 1991. **Sunlight into wine. A handbook for winegrape management.** Hyde Press, Adelaide, Australia. 88 pp
- Smilanick, J.L., P.L. Hartsell, D.J. Henson, D.C. Fouse, M. Assemi y C.M. Harris. 1990. **Inhibitory activity of sulfur dioxide on the germination of spores of *Botrytis cinerea*.** *Phytopathology* 57, 950-955.
- Smilanick, J. L., J. M. Harvey, P. L. Hartsell, D. J. Henson, C. M. Harris, D. C. Fouse and M. Assemi. 1990a. **Influence of sulfur dioxide fumigan dose on residues and control of postharvest decay of grapes.** *Plant Disease*. 74(6):418-421.
- Smilanick, J. L., J. M. Harvey, P. L. Hartsell, D. J. Henson, C. M. Harris, D. C. Fouse and M. Assemi. 1990b. **Factors influencing sulfite residues in table grapes after sulfur dioxide fumigation.** *Am. J. Enol. Vitic.* 41(2):131-136.
- Smilanick, J.L y D.J. Henson. 1992. **Minimum gaseous sulphur dioxide concentrations and exposure periods to control *Botrytis cinerea*.** *Crop Protection*. 11:535-540.
- Smith. W.H 1958 **The handling, precooling, transport and storage of strawberries and raspberries.** Dept. of Scientific and Industrial Research, Food Investigation, Misc. Paper 1Q/58. London.
- Snowdon. A.L. 1990. **A Color atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits and vegetables. Vol. 1** CRC Press, Inc. Boca Raton Florida. U.S.A.
- Ulloa, M. y R. Hanlin. 1978. **Atlas de micología básica 1ª Ed** Concepto, S.A México, D.F. 158 pp.
- Wahl, K. 1988. **Climate soil effects on grapevine and wine: The situation on the northern border of viticulture-the example Franconia.** *Proceedings of the second international symposium for cool climate viticulture and oenology.* R. Smart, R. Thornton, S. Rodríguez y J. Young, eds. Auckland, Nueva Zelanda del 11-15 de enero. pp 1-5.
- Walada, A.E. 1995. **Alternative methods of maintaining quality of fresh fruits and vegetables. Recent advances. Postharvest physiology, pathology and technologies for horticultural commodities.** Ed. A. At-Oubahou y M. El-Otmani. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II Agadir, Morocco pp. 107-113.
- Wills, R.B., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson y E.G. Hall 1982 **Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables.** 2ª ed. The AIV Publishing Company Inc Australia 166 pp

- Wilson, Ch.L y M.E. Wisniewski. 1994. Biological control and postharvest diseases. Theory and Practice. Ed. CRC Press, U.S.A. 182 pp.
- Winkler, A.J., J.A. Cook, W.M. Kliewer y L.A. Linder. 1974. General viticulture 2^a ed. Universidad de California, Berkeley. 710 pp.
- Yahia, E.M. e I.H. Ciapara. 1992. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortofrutícolas. Ed. Limusa. Primera ed. México, D. F. 303 pp.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2^a ed. Prentice-Hall, INC. EE.UU. 718 pp.