

2oj. 3-A



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

**“ CONSERVACION DE AGUACATE VARIEDAD HASS
EN FRESCO, PARA EXPORTACION ”**

TESIS

Que para obtener el título de:

INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A N :

Ignacio Pluma Luna

José Luis Hernández Sánchez

Felipe de Jesús Correa Osalde

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 1987.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE GENERAL.

INTRODUCCION.....	1
RESUMEN.....	3
OBJETIVOS.....	5
HIPOTESIS.....	7
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	9
1.1 ANTECEDENTES ECONOMICOS.....	9
1.2 ANTECEDENTES CIENTIFICOS.....	19
1.2.1. Características Generales del Aguacate Variedad Hass.....	19
1.2.2. Composición Química del Aguacate.....	21
1.2.3. Cambios Asociados al Desarrollo..	22
1.2.4. Respiración y Conservación del -- Aguacate.....	25
1.2.5. Daños en el Aguacate.....	29
1.2.5.1. Daños Mecánicos	
1.2.5.2. Daños por Frío	
1.2.5.3. Enfermedades	
1.3 ANTECEDENTES TECNICOS.....	34
1.3.1. Cosecha del Aguacate.....	34
1.3.2. Operaciones Postcosecha.....	36
1.3.2.1. Limpieza, Selección y Clasificación.	

1.3.2.2. Control de Enfermedades	
1.3.2.3. Aplicación de Película cubriente	
1.3.2.4. Envasado	
1.3.2.5. Preenfriamiento	
1.3.2.6. Almacenamiento Refrigerado	
1.3.3. <u>Predicción de la Vida de Almacena</u> miento.....	44
1.3.4. Propiedades Termofísicas.....	46
1.3.5. Evaluación Sensorial.....	50
CAPITULO II. METODOLOGIA.....	55
2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	61
2.2 DESCRIPCION DE EXPERIMENTOS.....	66
2.2.1. Hidroenfriamiento.....	66
2.2.2. Aplicación de Cloruro de Calcio..	67
2.2.3. Aplicación de Fungicida.....	67
2.2.4. Aplicación de la Película <u>Cubrien</u> te.....	68
2.2.5. Refrigeración.....	68
2.3 EVALUACION DE PRUEBAS FISICAS.....	71
2.3.1. Pérdida Fisiológica de Peso.....	71
2.3.2. Textura Instrumental.....	72
2.4 EVALUACION DE DAÑOS Y PRUEBAS SENSORIALES	72
2.4.1. Daños.....	72
2.4.2. Pruebas Sensoriales.....	73

2.5	EVALUACION DEL PORCIENTO DE FRUTA	
	CALIDAD EXPORTACION.....	75
CAPITULO III. DISCUSION DE RESULTADOS.....		80
3.1	DISCUSION DE RESULTADOS DE LA FASE I....	80
	3.1.1. Porciento de Fruta Calidad Exportación.....	80
	3.1.2. Pérdida Fisiológica de Peso.....	83
	3.1.3. Textura Instrumental.....	83
	3.1.4. Textura Sensorial.....	86
	3.1.5. Color.....	87
	3.1.6. Propiedades Termofísicas.....	90
	3.1.7. Conclusiones de la Fase I.....	90
3.2	DISCUSION DE RESULTADOS DE LA FASE II...	93
	3.2.1. Porciento de Fruta Calidad Exportación.....	93
	3.2.2. Textura.....	104
	3.2.3. Pérdida Fisiológica de Peso.....	118
	3.2.4. Color.....	124
	3.2.5. Color, Sabor y Apariencia de <u>Agua</u> cate en Estado Maduro.....	126
	3.2.6. Daños por Frío.....	131
	3.2.7. Daños por Enfermedades.....	134
	3.2.8. Propiedades Térmicas.....	137
	3.2.9. Conclusiones de la Fase II.....	139
CONCLUSIONES GENERALES.....		141

RECOMENDACIONES.....	143
APENDICE.....	145
LITERATURA CITADA.....	199

INDICE DE GRAFICAS

1. Producción de aguacate a nivel nacional.....	10
2. Produccion del Estado de Michoacán.....	10
3. Producción en la región de Uruapan, Mich. ...	12
4. Exportación de aguacate.....	12
5. Cambio de peso en el fruto y semilla por meses.....	23
6. Cambios de humedad y grasa en el aguacate...	24
7. Cambios en los lípidos del aguacate durante su maduración.....	24
8. Velocidad de respiración en función de la temperatura para diversos productos.....	28
9. Relación entre el patron climatérico y el estado de madurez.....	35
10. Producción de etileno en aguacate.....	43
11. Ejemplo de una gráfica de Gurney y Lurie....	48
12. Fase exp.I pérdida fisiológica de peso para aguacate almacenado a 20°C.....	84
13. Fase exp.I evaluación de textura instrumental.....	85
14. Fase exp.I Propiedades termofísicas del hidrogenofriamiento de aguacate.....	91
15. Fase exp.II evaluación de textura instrumental a temperatura ambiente.....	105
16. Fase exp.II evaluación de textura instrumental a temperatura de 6°C.....	106
17. Fase exp.II evaluación de textura sensorial a temperatura de 6°C.....	107

18. Fase exp.II evaluación de textura instrumental a temperatura de 4 ^o C.....	109
19. Fase exp.II evaluación de textura sensorial a temperatura de 4 ^o C,grupo sensorial semientrenado.....	110
20. Fase exp.II evaluación de textura sensorial a 4 ^o C,grupo sensorial entrenado.....	111
21. Fase exp.II evaluación de textura instrumental a temperatura de 2 ^o C.....	113
22. Fase exp.II evaluación de textura sensorial a 2 ^o C,grupo sensorial semientrenado.....	114
23. Fase exp.II evaluación de textura sensorial a 2 ^o C,grupo sensorial entrenado.....	115
24. Fase exp.II evaluación de textura instrumental para aguacate en edo.maduro a 2,4 y 6 ^o C.	117
25. Fase exp.II evaluación de textura sensorial a 2,4 y 6 ^o C,gpo.sensorial semientrenado.....	119
26. Fase exp.II Pérdida fisiológica de peso a 6 ^o C,resultados de la prueba Tukey.....	120
27. Fase exp.II Pérdida fisiológica de peso a 4 ^o C,resultados de la prueba Tukey.....	122
28. Fase exp.II Pérdida fisiológica de peso a 2 ^o C,resultados de la prueba Tukey.....	123
29. Fase exp.II Pérdida fisiológica de peso para aguacate en estado maduro a 2,4 y 6 ^o C.....	125
30. Fase exp.II evolución de color,resultados de la prueba Friedman.....	127
31. Fase exp.II evolución de color para aguacate en estado maduro,resultados de la p.Friedman	129

32. Fase exp.II Desarrollo de sabor en aguacate en estado maduro a 2,4 y 6°C.....	130
33. Fase exp.II Desarrollo de la apariencia en aguacate en estado maduro a 2,4 y 6°C.....	132
34. Fase exp.II Propiedades termofísicas de la refrigeración de aguacate.....	138

INDICE DE HISTOGRAMAS

1. Efecto de diferentes temperaturas de almacenamiento sobre el ablandamiento de aguacate	40
2. Almacenamiento a 2°C e influencia del estado climatérico en la presencia de daños por frío.....	41
3. Efecto de la temperatura y estado climatérico en el almacenamiento de aguacate.....	42
4. Fase exp.I porcentaje de fruta vendible para aguacate a 20°C.....	81
5. Fase exp.II porcentaje de fruta vendible para aguacate a 2°C.....	95
6. Fase exp.II porcentaje de fruta vendible para a guacate a 4°C.....	96
7. Fase exp.II porcentaje de fruta vendible para aguacate a 6°C.....	98
8. Fase exp.II porcentaje de fruta vendible de aguacate refrigerado 37 días y expuesto durante 6 días a vida de anaquel(2°C).....	100
9. Fase exp.II porcentaje de fruta vendible de aguacate refrigerado a 4°C durante 37 días	

y expuesto 6 días a vida de anaquel.....	101
10. Fase exp.II porcentaje de fruta vendible en estado maduro a 2,4 y 6°C.....	103

INDICE DE CUADROS

1. Estructura del financiamiento para la producción y comercialización de aguacate.....	16
2. Clasificación botánica del aguacate según Wiegand.....	19
3. Composición de diferentes variedades de aguacate.....	22
4. Regímenes de respiración y vida de anaquel de algunas especies de frutos.....	26
5. Clasificación de la evaluación sensorial...	51
6. Cuadro metodológico de la experimentación - Fase I y Fase II.....	60
7. Fase exp.II evaluación de daños por frío...	133
8. Fase exp.II evaluación de pudrición de pedúnculo.....	135
9. Fase exp.II evaluación de antracnosis.....	136

DIAGRAMAS

1. Canales de comercialización del aguacate a nivel nacional.....	15
2. Canales de importación y distribución en --	

Francia.....	17
3. Diagrama experimental Fase I.....	58
4. Diagrama experimental Fase II.....	59

FIGURAS

1. Estructura del aguacate.....	20
2. Etapas del desarrollo en frutos.....	22

INDICE DEL APENDICE

1.	% de fruta vendible de la Fase exp.I.....	145
2.	Cuadro de varianza para textura instrumen-- tal Fase exp.I y resultado de la p.Tukey...	147
3.	Ordenamiento de medianas de datos origina-- les de las evaluaciones sensoriales Fase -- exp.I.....	148
4.	Análisis de Friedman para textura y color - Fase exp.I.....	149
5.	Formatos de evaluación de atributos de cali-- dad en textura,color,sabor,apariencia y al-- teraciones.....	152
6.	Historias térmicas y propiedades termofísic-- as de aguacate a las temperaturas de 2,5 y 8°C(Hidrogenfriamiento).....	157
7.	Capacidad de penetración o difusión de clo-- ruro de calcio en aguacate.....	164
8.	Cálculo de la vida de conservación(ASLT)de aguacate.....	165
9.	Caracterización de velocidad de aire y H.R.	167
10.	% de fruta vendible de la Fase exp.II.....	168
11.	ANCOVA y prueba Tukey para textura instrumen-- tal de aguacate a 2,4 y 6°C.....	175
12.	Análisis Friedman para aguacate en edo.madu-- ro a 2,4 y 6°C para apariencia,color,sabor y textura.....	178

13. ANOVA y prueba Tukey para pérdida fisiológica de peso en aguacate a 2,4 y 6°C.....	181
14. Análisis de Friedman para el atributo de color Fase exp.II.....	184
15. Historias térmicas y propiedades termofísicas del aguacate en refrigeración a 2,4 y 6°C.....	188

INTRODUCCION.

El objeto de estudio en el presente trabajo es el aguacate variedad Hass, una de las especies de frutos con mayor valor económico y del cual somos los primeros productores a nivel mundial. Debido a la aceptación que existe en el extranjero de esta especie, el sector agrícola dedicado a su cultivo se presenta como un importante generador de divisas para el país, por concepto de exportación del mismo; de acuerdo a la política económica actual específicamente el ingreso al GATT (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio) la actividad referida sobresale de otras -- porque las condiciones tecnológicas existentes en México -- permiten llevarla a cabo, con su consecuente beneficio a la economía del país.

La tecnología postcosecha de frutos, permite la determinación de las condiciones específicas de almacenamiento, que garanticen los atributos inherentes de calidad comercial al finalizar la conservación.

La investigación postcosecha debe abarcar el estudio de los procesos fisiológicos involucrados en el fruto en cuestión; la evaluación empírica de las condiciones de almacenamiento y tratamientos complementarios se realizan por medio de la evaluación sensorial, así como por otras -- técnicas. Durante la misma investigación puede involucrarse el estudio de parámetros como propiedades térmofísicas

del producto y el preestablecimiento de la vida de anaquel, que permitan obtener relaciones que conlleven a la predicción del comportamiento en el aguacate que se sucede durante la aplicación de diferentes técnicas y que al mismo tiempo sirvan como elementos para otros estudios. De este modo se presenta un proyecto con características principalmente tecnológicas para la conservación del aguacate variedad -- Hass.

RESUMEN.

El presente trabajo tuvo como objetivo conservar el aguacate variedad Hass durante 35 días, aplicando la refrigeración así como técnicas complementarias de tal forma que el producto mantuviese su máxima calidad al finalizar el almacenamiento.

Para cubrir el objetivo, la experimentación se realizó en dos fases. En la primera se estudió el efecto de diferentes tratamientos complementarios, recomendados por la bibliografía, cuyos resultados en la conservación fueron los siguientes:

En primer lugar la película cubriente PENWALT-12; consecutivo la inmersión en solución de cloruro de calcio 0.3 M con 10 minutos de exposición; la aplicación de fungicida TIABENDAZOL 500 ppm durante 10 minutos; y el hidrofriamiento a 2°C.

En la segunda fase experimental se aplicaron los tratamientos relevantes obtenidos en la primera fase, en combinación con el almacenamiento refrigerado a las temperaturas de 2, 4 y 6° C; evaluando el efecto conjunto de estos tratamientos, así como la ingerencia del estado de madurez (1/2 sazón, 3/4 sazón y estado maduro) sobre la conservación del producto. Los resultados de esta fase indicaron que los tratamientos apropiados en la conservación del producto fueron:

Temperatura de 4°C, estado de madurez 3/4 sazón, y la combinación de tratamientos complementarios FUNGICIDA-ENCERADO-SOLUCION DE CaCl (FEST), así como la aplicación -- conjunta FUNGIDA-ENCERADO (FET), logrando con estas condiciones 47 días de almacenamiento con buena calidad en el -- producto.

Las evaluaciones empleadas para determinar la calidad del aguacate fueron Físicas (textura instrumental y pérdida fisiológica de peso) y Sensoriales (Textura, aparencia, color, sabor y alteraciones).

OBJETIVO GENERAL

Conservar el aguacate variedad Hass durante aproximadamente 35 días, aplicando como técnica principal de -- conservación la refrigeración, así como implementar los tratamientos complementarios: solución de cloruro de calcio, - película cubriente y fungicida, de tal forma que la especie en estudio mantenga sus características de máxima calidad.

OBJETIVOS PARTICULARES.

Encontrar la temperatura del agua de hidrogenfriamiento que prolongue la conservación del aguacate sin alterar la calidad del producto y evaluar propiedades térmicas como son la difusividad, conductividad, capacidad calorífica, coeficiente convectivo etc., a diferentes temperaturas a partir de historias términas.

Obtener a partir de la experimentación la concentración y los tiempos de aplicación de cloruro de calcio, - para prolongar la conservación del fruto asociado a una buena calidad.

Demostrar que la aplicación de fungicida tiabendazol (500 ppm) es efectiva para el control de enfermedades - tales como antracnosis y pudrición de pedúnculo.

Verificar si la aplicación de la película cubriente Penwat1-12 es benéfica para la conservación del aguacate. prolongando la vida de almacenamiento asociado a una buena calidad.

Determinar la relación entre el tratamiento frígido, la combinación de tratamientos complementarios y estado de madurez que conserven durante más tiempo los atributos de calidad del producto.

Evaluar los efectos de los tratamientos empleados sobre la conservación del aguacate, en sus atributos sensoriales de aceptación a partir de la evaluación sensorial y pruebas físicas.

HIPOTESIS GENERAL.

El empleo de la temperatura adecuada de refrigeración y tratamientos complementarios retardará los procesos metabólicos de la maduración sin alterar la calidad del aguacate.

HIPOTESIS PARTICULARES.

A la más baja temperatura de agua a la cual no se sucedan daños al fruto, se tendrá una mayor rapidez de enfriamiento con una atenuación de los procesos fisiológicos y con el consecuente incremento en la conservación.

La exposición del aguacate a un tratamiento con - cloruro de calcio a una concentración y tiempo a determinar retardará la maduración del mismo.

La aplicación de tiabendazol prevendrá las enfermedades que produce antrac

no se provoquen daños en el aguacate en combinación con el efecto conjunto de las operaciones especiales será el tratamiento que dara mayor respuesta en el tiempo de conservación de la calidad del producto.

Las pruebas físicas y sensoriales justificarán la aplicación de los diferentes tratamientos al aguacate para ampliar su conservación sin afectar sus atributos de buena comestibilidad.

CAPITULO I. ANTECEDENTES.

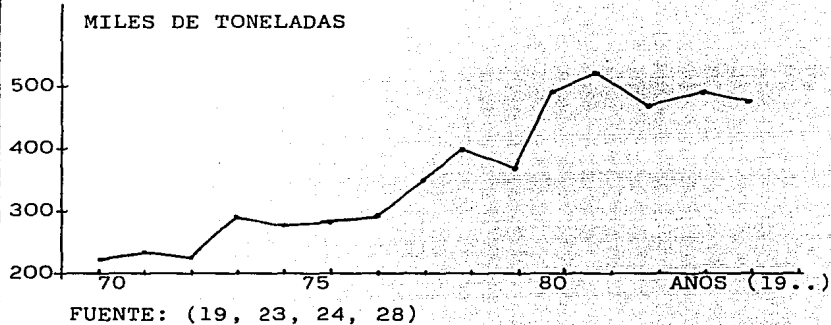
1.1 ANTECEDENTES ECONOMICOS.

Para observar la importancia de este trabajo desde el punto de vista económico a continuación se hará una breve descripción:

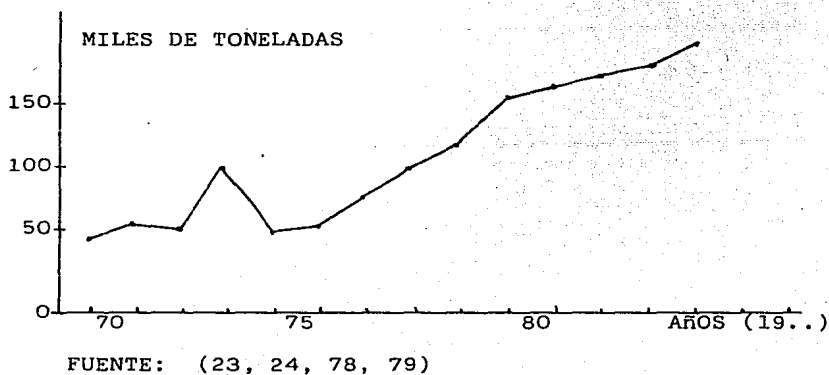
México como productor de materias primas ocupa un lugar importante en la producción de frutos a nivel mundial, muchos de estos productos se destinan al consumo en fresco como es el caso del aguacate, del cual México es el primer productor (18, 20, 21).

A nivel nacional se puede observar una tendencia al aumento en la producción, de manera que en 10 años se duplicó, llegando a su máximo en 1981. A partir de este momento se inicia una baja de la que se estima se empieza a recuperar (Gráfica I) sin alcanzar los niveles de producción de 1981 (19, 23, 24, 28).

Dentro de la República Mexicana, el Estado de mayor importancia en la producción de aguacate es Michoacán, que ocupa los niveles de producción más altos en comparación con otros Estados (arriba de 50,000 toneladas por año), ésto se debe a que además del clima adecuado para el desarrollo de esta especie, en el Estado se ofrece apoyo a este cultivo en forma de programas, asistencias técnicas, infraestructura, etc. Todo ésto se puede observar al comprobar que de la superficie cultivada, más del 90% es de riego y -



Gráfica I. Producción de Aguacate a nivel nacional



Gráfica 2. Producción de Aguacate del Estado de --
Michoacán.

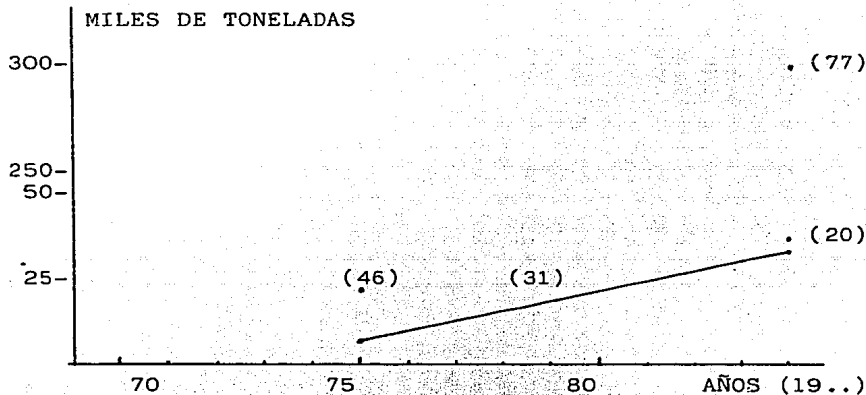
menos del 10% de la superficie es de temporal.

Otra cosa que hay que resaltar, es que comparando los 7 productos más importantes explotados en el Estado, el aguacate es el que menor superficie de cultivo se le destina y sin embargo el valor económico que representa, sólo es superado por el maíz y por una pequeña diferencia en el caso del sorgo (76).

En la gráfica 2, referente a la producción del aguacate en Michoacán, se observa que durante el período -- 1970 a 1975 el crecimiento en los niveles de producción es inestable, tendiendo posteriormente a un aumento progresivo, lográndose más de 300% en 10 años (23, 24, 78, 79).

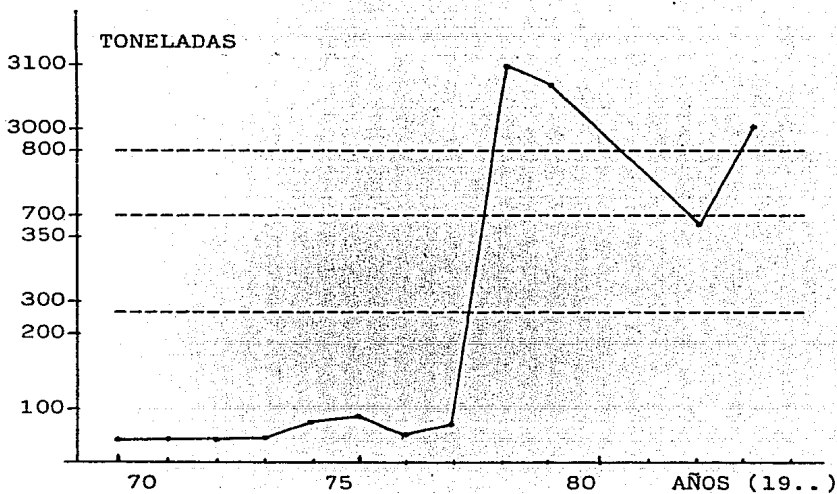
Del Estado, el municipio que destaca por sus altos volúmenes de producción es Uruapan, como puede apreciarse en la Gráfica 3. Sin embargo, hay discrepancia en los valores reportados según la fuente. Así el Banco de México (31), hace una estimación de 1977 a 1984, denotando un incremento en este período del 400%, que es un valor bastante bajo si se compara con los datos reportados por otras instituciones (46, 77), las cuales hacen sus estimaciones en base a muestreos en la zona.

Los productores de esta región, por medio de asociaciones, han solicitado un estudio sobre la conservación del aguacate, para poder llevar su producto a mercados lejanos como es el de Europa (46); ésto vendría a beneficiar-



FUENTE: (20, 31, 46, 77)

Grafica 3. Producción de Aguacate en la Región de Uruapan, Michoacán.



FUENTE: 75

Gráfica 4. Exportación de Aguacate.

los pues aumentarían sus ganancias por tratarse de un producto bastante redituable.

El precio por tonelada de aguacate para exportación se ha visto incrementado un 1100% de 1971 a 1983; según Comercio Exterior para 1983 el valor fué de \$68,800.00 - tonelada y el precio medio rural se mantuvo en \$ 22,278 tonelada para el mismo año, lo que hace más llamativo al fruto para ser exportado por los productores de la zona (68, - 74, 75).

Las exportaciones se han mantenido por abajo del 1% de la producción nacional como puede ser observado en la Gráfica 4, notándose que de 1970 a 1976 la exportación en este período fué de 100 toneladas, incrementándose posteriormente hasta 3,100 toneladas para 1978, que en comparación con la producción nacional esta cifra resulta insignificante.

Entre los países interesados en importar aguacate Hass mexicano, se encuentra Francia, del cual se tiene un Informe de Mercado (46) donde manifiesta su interés en introducir esta especie al comercio interno. Un problema a resolver para cubrir el mercado referido, es la conservación durante el transporte, ésto es, las pequeñas muestras comerciales enviadas a Francia, para asegurar su calidad - se mandan por avión lo que eleva el costo del producto y lo hace incompetitivo con productos provenientes de Israel, que es el principal abastecedor de los requerimientos de --

aguacate al mercado europeo. Se ha intentado mandar el producto por vía marítima sin éxito, ya que se pudre en alta mar durante el viaje (que dura aproximadamente 30 días), -- siendo ésta la principal observación de este informe.

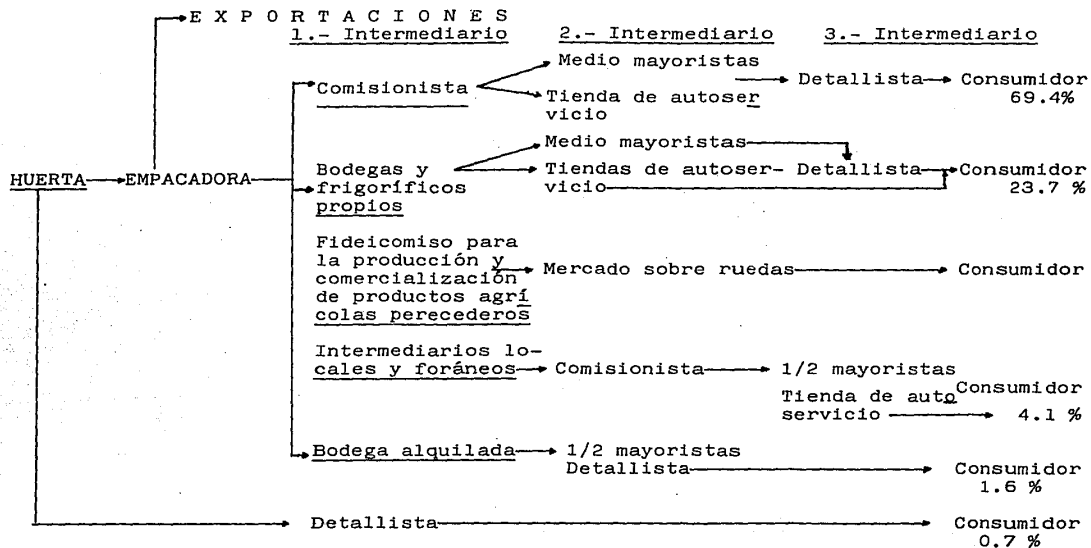
El aguacate es un producto que usualmente es almacenado, aunque en la región de Uruapan sólo el 14% de los productores tienen almacenamiento propio. Algunas organizaciones cuentan con cuartos frigoríficos, tanto en el área de producción como en las plazas más importantes de distribución; el resto de las organizaciones alquilan este servicio (75).

La comercialización en la región de Uruapan se -- lleva de la siguiente manera:

Intermediario local	64%
Intermediario de otras ciudades	15%
Comisionistas	3%
Directo a Central de Abastos	(no hay)
Empacadora local	15%

Los caminos que sigue el aguacate para su comercialización son los expuestos en el Diagrama 1.

Para el caso de exportaciones el presente trabajo da una preferencial atención al Informe de Mercado, por medio del cual Francia solicita aguacate variedad Hass de México, ofreciendo su puerto de Marsella (existiendo transporte tanto marítimo como aéreo en este lugar) y los canales -



AÑO: 1982

Diagrama 1. Canales de Comercialización del Aguacate a nivel nacional (75%).

de distribución interno, los cuales se resumen en el Diagrama 2.

En el Inventario Frutícola Nacional para 1978, se desglosan las diferentes formas de organización de los productores de aguacate en Michoacán, siendo de la siguiente manera:

De los productores ejidales el 45.85% a nivel nacional son de Uruapan; los de pequeña propiedad suman el 16.8% en dicho Municipio; por último los productores organizados en comunas específicamente los de Uruapan integran el 30% de todo el país.

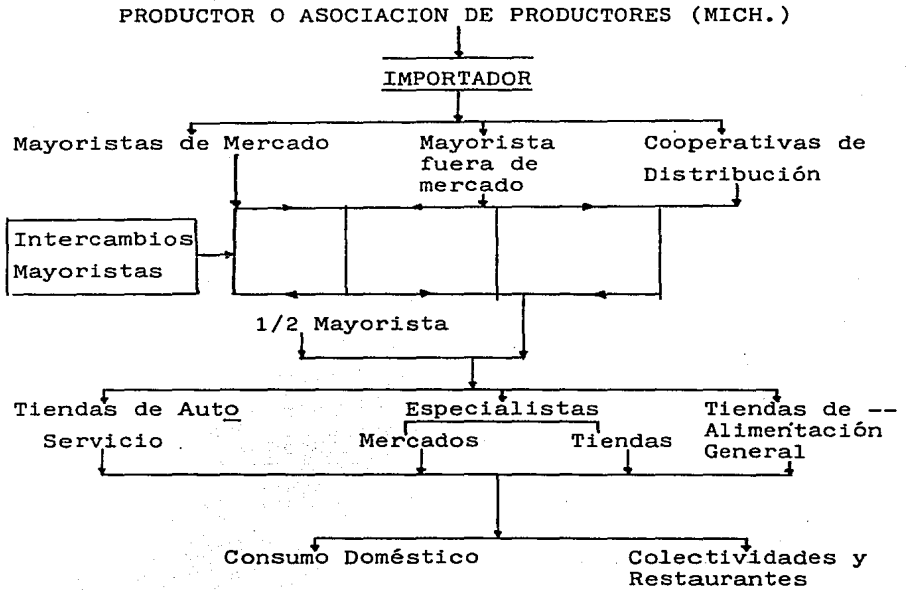
De las formas de organización más comunes en la región están la ejidal, la propiedad privada y comunal.

La región además de organizada está apoyada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, CONAFRUT, BANRURAL y otras instituciones que tienen como objetivo primario impulsar la producción.

El siguiente cuadro a observar da una idea de la estructura del financiamiento existente para la producción y comercialización del aguacate en el Estado de Michoacán:

Fuente	Producción.	Comercialización
Recursos propios.....	67%	61%
Banca	21%	11%
Banrural	12%	1%
Intermediarios	-	25%
Otros	-	2%

Cuadro 1. Fuente. (75)



AÑO: 1982.

Diagrama 2. Canales de Importación y Distribución en Francia (46).

Como se observa prevalece en ambas actividades - el financiamiento en base a los recursos de los mismos productores, lo que habla de que en la región hay gente económicamente solvente, con ingerencia y participación directa en la economía regional.

La segunda opción es la Banca para financiar las dos operaciones señaladas. Destaca también la Banca Oficial en el financiamiento y comercialización del aguacate.

1.2. ANTECEDENTES CIENTIFICOS

La conservación de cualquier producto vegetal fresco implica algunas dificultades; ésto es especialmente cierto en frutos como el aguacate. Para lograr una buena conservación de este producto se requiere conocer características específicas del mismo, como son la morfología, composición y fisiología, es decir el comportamiento del producto durante su conservación así como el de las variables que afectan dicha conservación.

1.2.1. Características Generales del Aguacate -
Variedad Hass.

En general todos los aguacates cultivados pertenecen al género Persea y forman parte de las Lauráceas. De tal forma que este fruto se le considera dentro de la especie Persea americana Miller (P. Gratissima Gaertn.) -- (15, 32, 69). (cuadro 2):

División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Orden	Lurales
Familia	Lauráceas
Género	Persea

Clasificación botánica del Aguacate según Wiegand

El aguacate es una drupa (figura 1), es decir constituido por una sola semilla, cubierta por una pulpa grasa; ésta ofrece colores que van desde amarillo brillante hasta el crema, generalmente en tonalidades verdosas en las próximidades de la cáscara; la semilla está formada por dos cotiledones en cuyo interior se localiza el embrión y ésta se encuentra revestida por una capa (endocarpo), algunas veces fuertemente adherida a los cotiledones y otras veces suelta (15, 32, 44, 69).

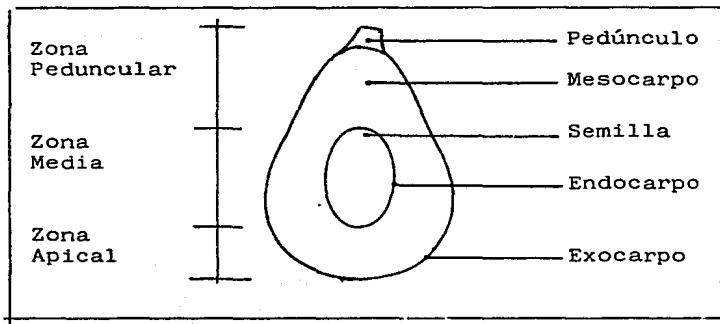


Figura 1.- Estructura del aguacate. Referencias (15,29,32).

El aguacate variedad Hass, fué obtenido de la semilla de una planta de raza guatemalteca, injertándola con material vegetativo de raza mexicana en California, E.U. - El fruto de esta variedad es de tamaño mediano, con un peso entre los 200 y 400 gr.; es aproximadamente de forma ovoide o aperada; de color verde en sus primeros estados de desarrollo y casi negro o negro cuando madura; presentando un exocarpo totalmente rugoso. Los frutos alcanzan a medir 10 cm. de longitud, presentando una calidad excelente. (15,45).

1.2.2. Composición Química del Aguacate.

Desde el punto de vista nutricional el aguacate es una especie rica en compuestos como grasas, vitaminas, aminoácidos y otros como se podrá apreciar en seguida.

El fruto tiene un alto contenido calórico, tres veces más elevado que el plátano y una vez y media más que la carne, ésto se debe al gran contenido de aceites que en ocasiones es mayor del 20%, radicando también en el tipo de ácidos grasos que posee, siendo éstos de un alto grado de insaturación, los principales; el ácido oleico, palmítico, linoléico y palmitoléico (44).

En lo referente a vitaminas, el aguacate tiene un elevado contenido de vitaminas A, B y E, en comparación con otros frutos (32,44).

En promedio el contenido de carbohidratos es de 4.5% que es la mitad de lo que posee la mayoría de los fru-

tos, conteniendo carbohidratos poco comunes de 7 y 8 átomos de carbono (44). En el cuadro 3 se compara la composición de diferentes variedades de aguacate.

Variedad	Localidad	Peso(gr.)	%comestible	Hum.	Prot.	Gras.	CHOS.
Fuerte Altadena,	Cal	256	71.3	65.7	1.51	26.5	4.62
Fuerte Yorbalinda."		566	73.5	68.3	1.36	24.2	4.82
Hass California		200	75.0	68.4	1.80	20.0	7.80

Cuadro 3. Composición de diferentes variedades de aguacates.(44)

Los principales aminoácidos en el fruto son la as paragina, ácido aspártico, glutamina, serina, treonina, ala nina y valina (44).

1.2.3. Cambios Asociados al Desarrollo.

Durante el desarrollo y crecimiento del aguacate se sucede una serie de cambios que conllevan a la adquisición de las características típicas de la variedad en estudio (ver figura 2).

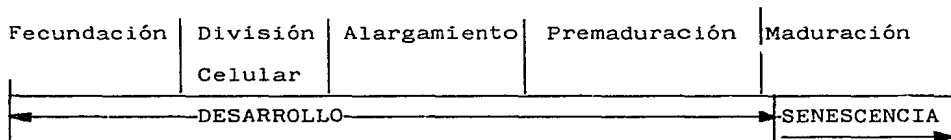
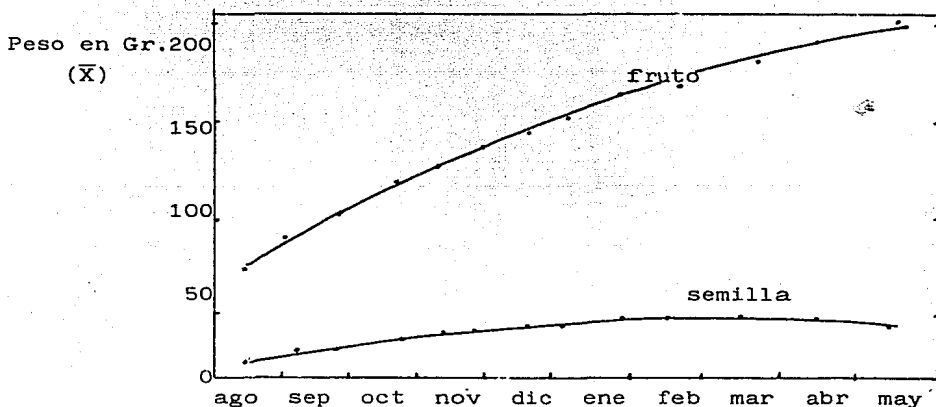


Figura 2. Etapas del desarrollo en frutos (56).

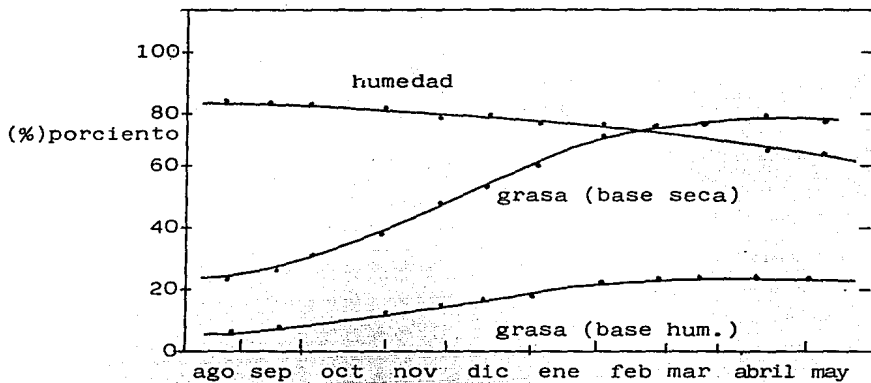
El aguacate sigue creciendo ligeramente después - del corte y la semilla también hasta ocupar todo el espacio

que existe en el interior, este tipo de desarrollo es especial y diferente al de otras variedades de frutos (15,45,56).

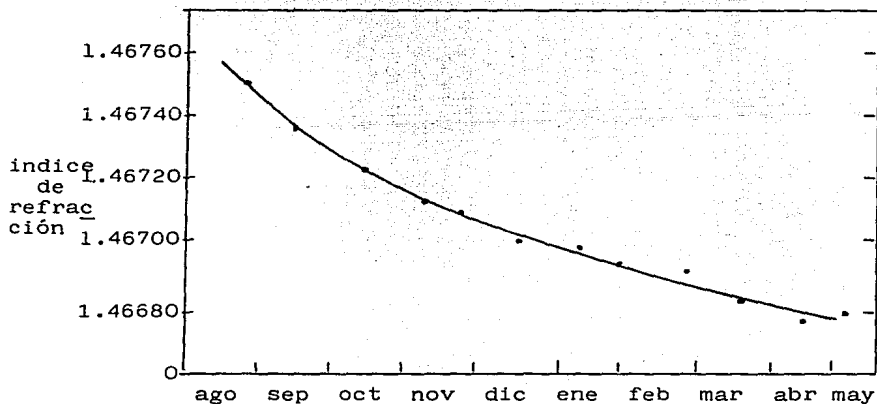
El cambio en el peso de la fruta y la semilla va acompañado con la variación de ácidos grasos, humedad y azúcares, algunos de estos sucesos se aprecian en las gráficas 5 y 6 (25). De tal forma dichas modificaciones han sido - propuestas como indicadores de la maduración en el aguacate, o bien puede relacionarse ésta con la variación de las propiedades físicas del producto durante el desarrollo (Gráfica 7).



Gráfica 5. Cambios en el peso de la fruta y semilla por meses, para la variedad Hass. (44).



Grafica 6. Cambios de humedad y grasa en aguacate. (44)



Gráfica 7. Cambios en los lípidos de aguacate variedad Fuerte durante su maduración, reportado como índice de refracción (44).

1.2.4. Respiración y Conservación del Aguacate.

La mayoría de los frutos presenta una elevación -- de la tasa respiratoria que coincide más o menos con los -- cambios de color, sabor y textura asociados a la maduración. A este aumento en la respiración se le llama climatérico y señala el inicio de la senescencia. Muchas frutas parecen no presentar elevación respiratoria tras la recolección, a este tipo de frutos se les agrupa como no climatéricos. Al aguacate se le agrupa entre los frutos llamados climatéri--cos (29, 44, 56).

Existe una relación entre la tasa respiratoria y la duración en la conservación de un producto vegetal. -- Aquellos tejidos que tienen una tasa respiratoria más baja es posible conservarlos por periodos más largos de tiempo. La tasa respiratoria puede disminuirse por efecto de bajas temperaturas, la concentración de CO_2 , O_2 y etileno que son los factores principales que pueden modificar las oxidaciones biológicas (10,29), por lo tanto puede ampliarse la conservación de un producto vegetal mediante el empleo de la -- refrigeración y otras técnicas que involucren los factores mencionados (20,44,69).

Algunos ejemplos de velocidad de respiración a -- temperatura de refrigeración y ambiente se muestra en el -- cuadro siguiente:

Fruto	Respiración (Mg. CO ₂ Kg/h)		Duración a 5°C (semanas)
	a 5°C	a 25°C	
Aguacate	10	400	2-4
Guisantes	50	475	1
Espárragos	45	260	2-3
Manzanas	3	30	12-22

Cuadro 4. Regímenes de respiración y vida de anaquel de algunas especies de frutas y hortalizas (29).

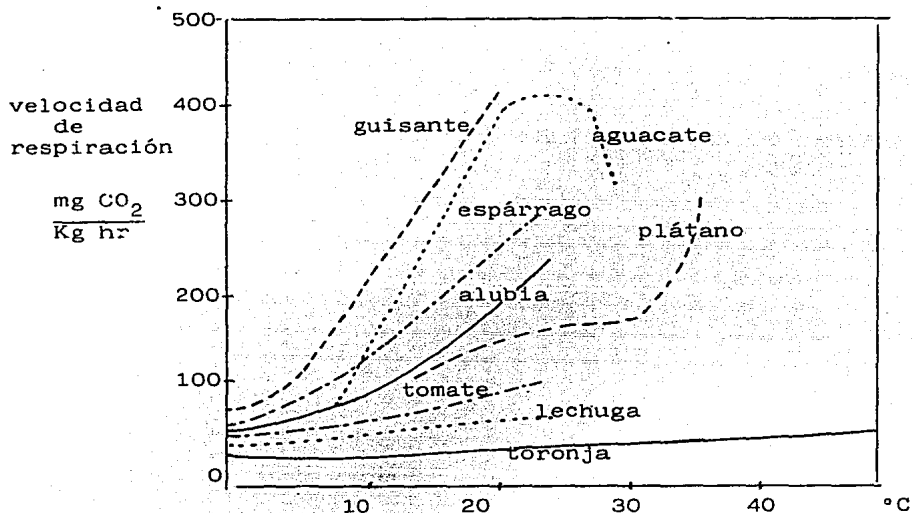
Existe difusividad de gases durante la maduración de frutos. Una vez que se alcanzan los umbrales de etileno requeridos se inicia el proceso de maduración, con la elevación de la tasa respiratoria y la producción de CO₂ (12,29). El etileno que se produce en forma natural en el fruto es considerado como un regulador del crecimiento, provocando entre otros cambios la biosíntesis de diferentes pigmentos y degradación de las clorofilas (1).

En el aguacate se ha observado ablandamiento asociado al patrón climático, ya que al aplicar tratamientos que supriman este comportamiento resulta en un retardo de la maduración (29, 56, 93). Los cambios de los compuestos pécticos son los responsables del ablandamiento en el mesocarpo del aguacate. Estos cambios van acompañados de un rápido decrecimiento en la protopectina y un incremento en la pectina soluble en agua (9, 71, 95). Diversos estudios han

demostrado que durante la maduración en el aguacate existe una disminución de la pectinmetilesterasa y un incremento - de la poligalacturonasa, que es la responsable en parte del ablandamiento (9,95).

En resumen la manipulación indirecta de las reacciones fundamentales en un fruto puede lograrse mediante el control de las actividades enzimáticas, la concentración - de gases y el control de temperaturas de almacenamiento. - Las actividades fisiológicas en los frutos mantienen una interrelación entre sí, de forma que una variable como la temperatura ejerce un efecto que puede influir a cada uno de - los procesos biológicos durante el almacenamiento en frío - (9, 71, 95), situación que puede apreciarse en la gráfica 8, en donde se observa la influencia de la temperatura en la - velocidad de respiración.

En otro orden de avances se ha observado que la - acción de algunos compuestos de calcio, como son las sales de sulfato y cloruro de calcio, retrasan el ablandamiento en el aguacate, atenuando la respiración, retardando el climatérico y disminuyendo el pico de producción de etileno - en la elevación climatérica (85).



Gráfica 8.- Velocidad de respiración en función de la temperatura de almacenamiento para diversos productos (29).

El calcio es importante en la síntesis de pectina de la lámina media de la pared celular. Una reducción de calcio impide la formación de nuevas paredes celulares, lo que imposibilita la división celular (10,41). Al calcio se le ha estudiado como posible agente que retarde la senescencia, de esta manera los cambios asociados a la misma (cambios en pigmentos, incremento de la difusividad másica en membranas permeables y aumento de la actividad de las enzimas de la pared) se suprimieron por efecto del calcio, la interpretación de esto se cree es debido a la función de es

te mineral para mantener la integridad de la membrana celular; también el calcio está involucrado directamente en la función de la membrana sobre la actividad en el transporte de algunos iones a través de ella. (30,67).

1.2.5. Daños en el Aguacate.

Durante la conservación de aguacate se ha observado la presencia de diferentes daños. Algunos tipos de daños más comunes durante el almacenamiento de la variedad estudiada se citan a continuación:

Daños mecánicos.

Daños por frío.

Enfermedades.

1.2.5.1. Daños mecánicos. Se generan como resultado del mal manejo postcosecha y pueden identificarse por raspaduras, golpes y por compresión en la misma fruta. -- (73,82).

1.2.5.2. Daños por frío. En el aguacate se manifiestan principalmente en las zonas del ápice en forma de una mancha de color gris, dando la impresión del color que deja el humo sobre una superficie clara. El daño referido se acentúa en la zona del tejido vascular, observándose como puntos de tonalidad café oscuro. En daños severos aparecen manchas que invaden casi todo el mesocarpo del producto las cuales deben de identificarse y diferenciarse de enfermedades como la pudrición de pedúnculo, antracnosis y -- otras (16, 38, 69).

De esta forma se ha observado para la mayoría de los frutos que existe una temperatura crítica por debajo de la cual se produce el mencionado daño, el cual limita el -- uso de la refrigeración; la magnitud de los daños por frío dependen básicamente de la relación temperatura-tiempo de - exposición. Algunos tejidos vegetales tienen la capacidad de recuperarse de los efectos de las bajas temperaturas; -- otros tejidos sufren daños irreversibles. (88)

Se ha propuesto (88) que después de una prolongada exposición al frío de especies sensibles se produce una -- respuesta primaria que es el cambio de estado físico de los constituyentes (en especial lípidos) de la membrana y como respuesta secundaria cambios como:

Pérdida en la integridad de la membrana; salida - de solutos; pérdida de los compartimientos celulares; estimulación de la producción de etileno; disminución de la velocidad oxidativa de las mitocondrias; incremento en la velocidad de respiración (elevados coeficientes de temperatura Q_{10}); incremento en la energía de activación de las enzimas asociadas a la membrana; cese del flujo protoplasmático; interferencia en la producción y utilización de energía; menor velocidad de fotosíntesis; desorganización de la estructura celular; desbalance y funcionamiento anormal del metabolismo; acumulación de sustancias tóxicas y metabolitos o bien reducción de éstos últimos. Si la exposición es pro-- longada se genera un daño irreversible dando lugar a efectos

visibles como son; decoloración, daño interno, pérdida de capacidad de maduración, marchitamiento y otras. Si la exposición al frío es corta y el fruto no es susceptible a la baja temperatura el daño generado es reversible (29, 63, 88).

Algunas sustancias que se acumulan como resultado de la baja temperatura son quinonas, acetaldehído, cetonas, etc. La acumulación de metabolitos tóxicos no se sabe si es la causa del daño por frío o el efecto del mismo (29). Diferentes estudios han demostrado que son diversos los factores que influyen en la respuesta de las plantas al frío, algunas de ellos son; composición y grado de insaturación de ácidos grasos; estado de madurez; niveles de azúcar; época del año en que crece y se cosecha la fruta y otros. Se reporta además en la literatura métodos para abatir el daño por frío, ejemplos son; condicionamiento a la temperatura de almacenamiento refrigerado; empleo de fungicidas (por la relación que existe entre daños por frío-microorganismos); aplicación de cloruro de calcio; control de la atmósfera de almacenamiento; elevada humedad en la cámara de conservación y aplicación de película cubriente (88).

En el caso de aguacate los daños por frío generan oxidaciones de grasas, que provocan sabores y colores desagradables; maduración desigual; el estado de madurez más susceptible al daño por frío es el preclimatérico, siendo máxima en el pico climatérico, presentando un mínimo pasado el estado antes mencionado (la observación anterior no se

recomienda para períodos largos de almacenamiento); el efecto del calcio y el uso de atmósfera controlada para reducir la susceptibilidad al daño por frío se ha empleado en aguacate con buenos resultados (58).

1.2.5.3. Enfermedades. Son producto de deficientes labores de cultivo. Algunas de las enfermedades de campo más importantes (15) son los siguientes:

Antracnosis o mancha negra. Producida por el hongo Colletotrichum gloeosporoides Pens. El síntoma en el fruto se presenta en forma de manchas de color negro, hundidas sobre la pulpa del aguacate, sin aparente manifestación externa; el hongo no se desarrolla hasta que el fruto madura y en especial cuando suaviza.

Sarna o roña. Causada por el hongo Sphaceloma - perseae. El síntoma se manifiesta en forma de manchas sobre el exocarpo, al principio realzadas y de color oscuro; se encuentra en forma individual o cubriéndolo completamente. Las cualidades comestibles del fruto roñoso no se afectan en lo mínimo, pero la apariencia comercial es muy desagradable.

Pudrición de pedúnculo. Causada por varios agentes destacando Diplodia sp. Es una enfermedad que se observa durante el almacenamiento, es decir, se adquiere desde campo. Se intensifica con humedades relativas excesivas. La enfermedad se presenta en forma de manchas café oscuro -

en la zona del pedúnculo y en caso severo puede llegar a -- abarcar todo el mesocarpo.

Se ha observado en las variedades "Fuerte" y "Hass" que la resistencia a la invasión por bacterias y hongos en el estado preclimatérico posiblemente es debido a la presencia de sustancias fenólicas de alto peso molecular (44).

1.3. ANTECEDENTES TECNICOS.

La tecnología postcosecha de frutos tiene como finalidad, determinar una serie de técnicas y medios necesarios, que permitan la conservación del producto por un tiempo determinado y a la vez garanticen su calidad. Durante el tiempo señalado va implícita la comercialización del producto, que se hace más amplia y atractiva económicamente hablando, si la conservación del producto se puede llevar por un mayor tiempo. A continuación se revisan algunas operaciones realizadas en aguacate.

1.3.1. Cosecha del Aguacate.

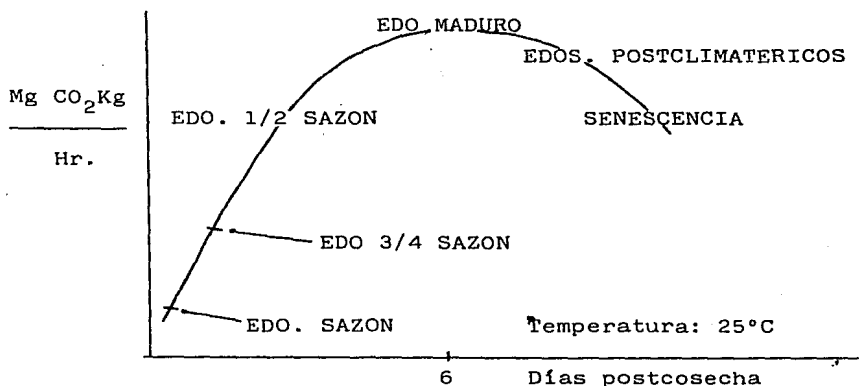
Para realizar la cosecha en el momento adecuado se sigue lo que se conoce como indicadores destacando los que a continuación se describen:

Color. En el caso del aguacate varía de verde en los primeros estados a oscuro cuando madura completamente, ésta es una de las características más prácticas. Para la variedad en estudio el estado sazón puede identificarse -- cuando la superficie del fruto es totalmente verde opaco.

Otras formas son de tomar en cuenta el número de días transcurridos entre la floración y el momento de recolección; así como la determinación de la concentración de aceite (17).

En México el corte del aguacate se hace normalmente en estado sazón o verde.

En la gráfica 9, se muestra que existe una relación entre el patrón climatérico y el estado de madurez, -- ubicándose éstos en la figura de la siguiente manera: estado sazón se localiza al principio de la curva, el estado -- 3/4 sazón al inicio de la elevación de la curva, el estado 1/2 sazón a la mitad de la elevación, entre el estado maduro y el estado sazón, el estado maduro coincide con el pico o máximo climatérico, finalmente se encuentran los estados postclimáticos; en condiciones normales la maduración se efectúa aproximadamente al sexto día después de la cosecha. A esta curva se le correlacionan características del fruto como son: el avance del color verde a negro, ablandamiento de mesocarpo, pérdida fisiológica de agua y producción de etileno. Uno de los objetivos en la conservación es atenuar la rapidez con que el fruto llega al pico climatérico, prolongando la vida del producto.



GRAFICA 9. RELACION ENTRE EL PATRON CLIMATERICO Y EDO. DE MADUREZ.

1.3.2. Operaciones Postcosecha.

A continuación se procede a revisar información - acerca de las operaciones y técnicas a las cuales es sometido el aguacate después de ser cosechado; ya que de éste depende el tiempo de conservación.

1.3.2.1. Limpieza, Selección y Clasificación:

Limpieza. Por medio de esta operación se hace posible eliminar materiales extraños que la fruta pudiera -- traer de campo. Cuando la limpieza es húmeda se puede alterar con la aplicación de un fungicida procurando un secado posterior, con aire, para evitar una posible contaminación microbiana, por un exceso de humedad.

Selección. Consiste en eliminar de un lote de -- fruta a toda aquella que presenta manchas, picaduras, golpes mecánicos y/o malformaciones, pudiendo ser ésta manual.

Clasificación. Se clasifica por tamaño y estado de madurez para la uniformación de la población en base a -- la norma de calidad.

1.3.2.2. Control de Enfermedades. Existen muchas formas para efectuar el control de enfermedades, entre las cuales se encuentra, la aplicación de fungicida; el cual es un compuesto que inhibe hongos controlando el llamado inócuo potencial, que representa la probabilidad de una población dada de hongos en el ambiente, para producir determinada enfermedad, ésta es proporcional al logaritmo del inóculo (43).

La molécula de fungicida tiene que ser soluble en agua y en grasas para poder pasar la membrana semipermeable celular, ya que tiene que haber cierto equilibrio entre la parte soluble en agua y la parte hidrófoba (43).

En el caso específico de aguacate se ha utilizado con buenos resultados el tiabendazol a una concentración de 500 ppm por 10 minutos de exposición disminuyendo la antracnosis (7).

1.3.2.3. Aplicación de Película cubriente. Redu^ucen la pérdida fisiológica de peso por la modificación de la atmósfera del producto, dependiendo ésto del tipo de película empleada. Para el caso específico de aguacate se ha demostrado un buen resultado con la aplicación de cera de candelilla formulación 168 y película Perwalt-12 (13), pudiendo ser ésta por aspersión o por medio de cepillos.

1.3.2.4. Envasado. Se utilizan cajas de cartón o madera con aberturas que permitan la ventilación, para una o dos capas de fruta. Algunas características para empaque de aguacate (7) son:

Construido	cartón corrugado o madera caja baja (Flat box)
Dimensiones internas en mm	343 X 420 X 95
Capacidad en Kg.	6.5 a 7.5
Número de aguacates	12 a 30

1.3.2.5. Preenfriamiento. Es la operación que permite eliminar calor de campo haciendo énfasis en la rapi

dez de eliminación de éste, ya que tiene un efecto directo en la prolongación de la vida útil. Existen varios sistemas de preenfriamiento, entre los cuales se encuentra el de -- agua fría (de 2° a 10° C) provocando con ésto al fruto la rápida desminución de la temperatura.

Una vez que se ha hecho el preenfriamiento debemos garantizar la uniformidad de la temperatura de almacenamiento para evaluar los efectos de ésta en la vida útil del producto. La posible desventaja que presenta este sistema es que una vez que el fruto se enfría y se coloca a temperatura ambiente, pudiera ser susceptible al ataque de microorganismos por el exceso de agua en la superficie del producto, que puede ser evitado con un secado posterior a la opera--ción (80). En la literatura citada, no se ha encontrado -- que esta técnica haya sido utilizada en aguacate.

1.3.2.6. Almacenamiento Refrigerado. Es la técnica de conservación por almacenamiento en frío de los alimentos, a temperaturas que van usualmente de 2 a 15°C. Las condiciones fundamentales que hay que tener en cuenta y de las cuales dependerá el éxito de la conservación en frío -- son:

Humedad Relativa. (H.R.). La H.R. recomendada para el almacenamiento de aguacate está en el intervalo de 85 a 90%. En términos generales a una humedad alta se puede -- evitar la pérdida de peso del producto, pero en este caso -- no debe de excederse la misma y hay que mantenerla dentro --

de los niveles permitidos para evitar el crecimiento de diferentes microorganismos (13).

En muchos frutos el control en la pérdida de humedad reduce los síntomas de daño por frío (58). Se ha propuesto que la pérdida fisiológica de peso (P.F.P.) produce fruta parcialmente deshidratada lo que provoca al refrigerarse ésta, un efecto más severo sobre el agrietado y concentración de solutos en la membrana celular, al alterarse la estructura de la membrana de la célula se incrementa la permeabilidad de la misma, incrementándose la velocidad en la pérdida de electrolitos (88).

A continuación se exponen investigaciones sobre la conservación de aguacate en almacenamiento refrigerado.

Zauberman 1977 (96), hizo un estudio sobre la relación que existe entre las diferentes temperaturas de almacenamiento y respuestas fisiológicas reportadas como daños por frío y ablandamiento en aguacate en las variedades Hass, Fuerte y Nabal.

El intervalo de temperaturas utilizadas fué de 0 a 35°C.

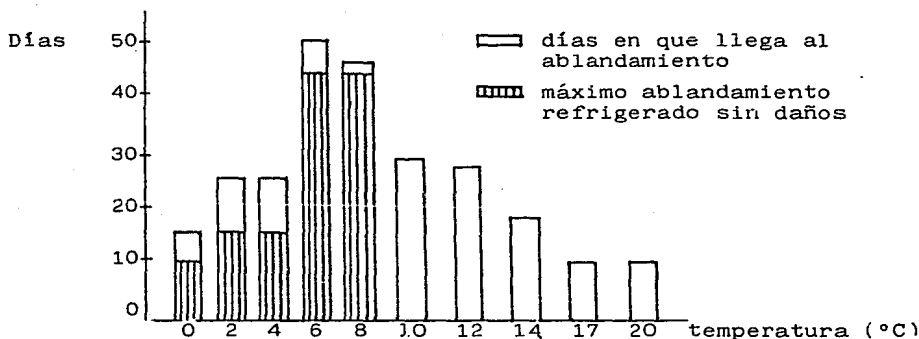
Clasificando de acuerdo al comportamiento del aguacate en tres grupos (Ver histograma 1)

Grupo I. La respuesta del aguacate al ser sometido a 10-25°C, fué de una maduración completa en función de la temperatura y tiempo, por ejemplo: a 10, 14 y 25°C, el -

tiempo en que presentó la maduración ocurrió a los 25, 16 y 8 días respectivamente.

Grupo II. De 6 a 3°C, la fruta no madura normalmente sino hasta ser transferida a una temperatura mayor, - sin detectarse daños por frío durante 6 semanas.

Grupo III. De 0 a 4°C, el período de almacenamiento sin daños fué limitado a una semana para 0°C; 2 semanas para 2°C y a 4°C de 2 a 4 semanas, dependiendo de la variedad.

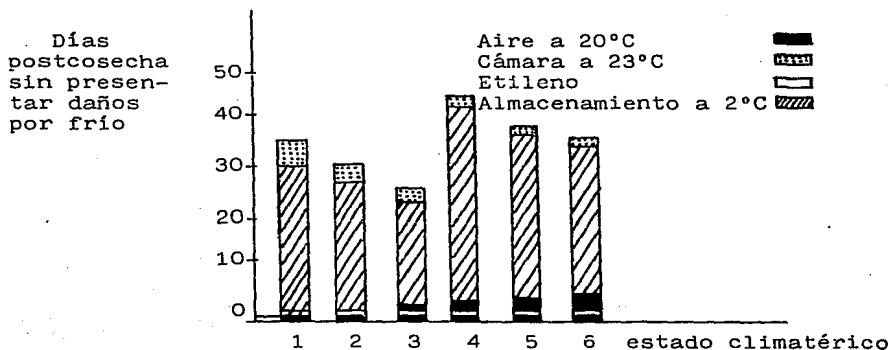


Histograma 1. Efecto de Diferentes Temperaturas de Almacenamiento sobre el ablandamiento del aguacate fuerte (96).

Demostrando que la variedad Hass y Nabal son más resistentes al frío comparadas con el Fuerte. La vida de anaquel a 25°C tuvo una respuesta similar para todos los grupos tanto para los almacenados en frío como en los que no y su duración fué de 8 días.

Kosiyachinda-Young 1976 (50, 51, 92), establecieron la susceptibilidad a los daños de aguacate Hass y Fuerte bajo condiciones críticas de almacenamiento refrigerado a -2°C y la influencia del estado climatérico (Histograma 2 y 3). Para los estados climatéricos se utilizó la siguiente escala: (climatérico=C) 1) preclimatérico; 2) $1/2$ a $2/3$ de elevación C; 3) pico C; 4) $1\ 1/2$ días post-C; 5) 3 días post-C; 6) 4 días post-C.

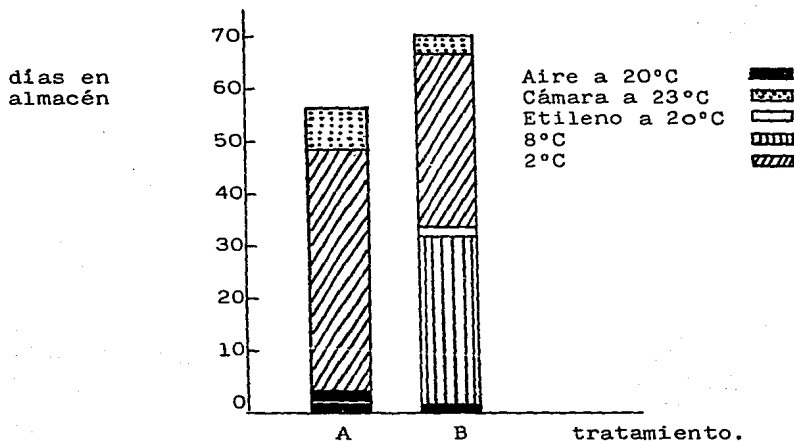
Resultando como mejor estado fisiológico, el de día y medio post-climatérico obteniendo 35 días postcosecha sin presentar daños como muestra el Histograma 2.



Histograma 2. Almacenamiento a 2°C e influencia del estado climatérico en la presencia de daños por frío para aguacate variedad Hass y Fuerte (50,51,92).

Finalmente en el estudio citado, se integraron dos grupos diferentes de tratamientos el A y el B, que consistieron de lo siguiente: A) el aguacate fué sometido a 2°C alcanzando un almacenamiento de 47 días con 6 días de vida de

anaquel; B) consistió en someter el fruto a 8°C en esta - postclimatérico, después de 30 días se transfirió a 2°C, - aplicando previamente etileno, logrando 40 días a 2°C y 3 - días de vida de anaquel, consiguiendo así 73 días de vida - postcosecha (Histograma 3).



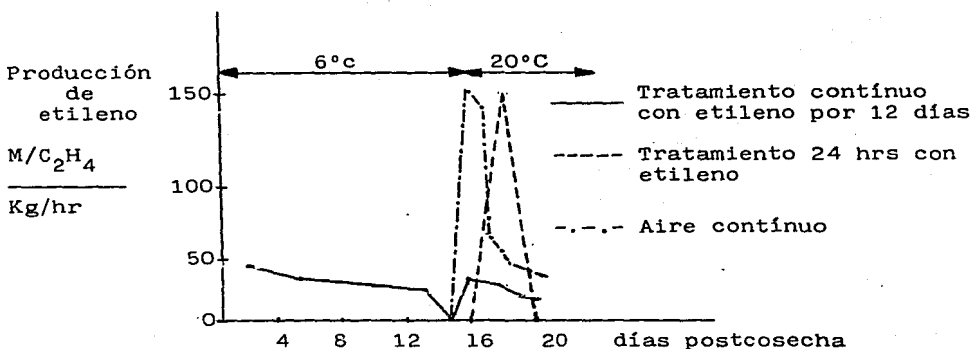
Histograma 3. Efecto de la temperatura y estado climático en el almacenamiento de aguacate Hass y Fuerte (50,51,92).

Cabe mencionar que los autores no citan la calidad del producto al finalizar el período de conservación señalado.

Zauberman y Fuchs 1973 (94) evaluó el efecto del etileno sobre el almacenamiento de aguacate a 6°C, aplicando tres diferentes tratamientos (Gráfica 10).

Obteniendo que la producción de etileno manifiesta una elevación en el tratamiento con etileno por 24 hrs.,

con flujo de aire a partir del día 16, hasta un máximo. -- Mientras que en el tratamiento continuo de etileno, provoca probablemente la inhibición del mismo. Notando para los -- tratamiento de 24 hrs. con etileno y el de aire continuo, - presentaron la elevación climatérica al ser transferidos a 20°C.



Gráfica 10. Producción de etileno a 6 y 20°C.

Eaks 1976 (47), determinó madurez, daños por frío y respuesta respiratoria de aguacate Hass y Fuerte a 20°C, después de haber sido tratados de 0 a 5 semanas de almacenamiento a 10, 5 y 0°C.

Observando en los resultados, que los frutos sometidos a 10°C durante el almacenamiento no presentaron síntomas de daños por frío; a 0 y 5°C, no manifestaron evidencias de maduración durante las 5 semanas de almacenamiento

refrigerado, pero al llevarlos a temperatura de 20°C desarrollaron daños por frío severos.

1.3.3. Predicción de la Vida de Almacenamiento.

Durante el desarrollo de la comercialización e investigación se requiere la información sobre las expectativas de la vida de conservación de un producto, que se puede establecer utilizando los métodos cinéticos de Arrhenius o el modelo Q_{10} .

El llamado Q_{10} expresa la relación entre la velocidad de una reacción a una temperatura dada y una temperatura 10 grados inferior o dicho de otra forma este coeficiente es útil para establecer la velocidad de deterioración argumentada cinéticamente y describe con qué rapidez se lleva una reacción de algún producto sometido a una temperatura diferente (90).

Existen relaciones entre el factor Q_{10} o el factor de aceleración y la cinética enzimática para reacciones de orden 0 y 1 para predecir el tiempo de vida de conservación reportadas por Labuza (54, 55)

El factor de aceleración se puede utilizar para bajas temperaturas (55) y está definido por

$$Q_{10} = \frac{V_t (T+10)}{V_t}$$

Donde V_t es la velocidad de reacción.

En relación con la vida de conservación este factor está definido:

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida de conservación } T}{\text{Vida de conservación } (T+10)}$$

Para un incremento de temperaturas diferente de 10° la relación se convierte.

$$Q_{10} = \frac{\text{Tiempo de conservación } (T_1)}{\text{Tiempo de conservación } (T_2)}$$

Labuza 1986 (54, 55), recomienda que para hacer experimentos correctamente, que estimen la calidad y estabilidad de productos se puede hacer por medio de la investigación científica aplicando el método denominado ASLT (Accelerated Shelf Life Tests), para predecir vida de conservación a diferentes condiciones de almacenamiento. Es necesario familiarizarse con las formas de deterioro del aguacate, -- las cuales limitan su vida de conservación, ésto ha sido estudiado en el presente trabajo.

Usualmente los resultados de vida de conservación son publicados en función de variables físicoquímicas o de un factor global de calidad, que se pierde de alguna forma específica cuando es medida por un tiempo y algunas condiciones. El cálculo de la vida de conservación por el método ASLT se encuentra reportado en el Apéndice 8.

1.3.4. Propiedades Termofísicas.

Las propiedades termofísicas en alimentos son importantes en su determinación, porque de éstas dependen -- ciertos diseños de equipos que involucran transferencia térmica, y a la vez como información básica para el cálculo de la demanda energética.

Datos como el calor específico el cual cuantifica la capacidad de absorber calor por unidad másica para un incremento de un grado de temperatura; el coeficiente convec-tivo local de transferencia de calor indica la relación que existe entre el material a tratar térmicamente con el medio de transferencia en función del tiempo; la conductividad -- cuantifica el calor transmitido por conducción en un metro lineal de alimento homogéneo por cada grado de temperatura; y la difusividad térmica, la cual involucra la rapidez de - transferencia de calor por metro cuadrado del material y al mismo tiempo define a el conjunto de tres propiedades: la - conductividad térmica, la densidad y la capacidad calorífica a presión constante, mismos que en su conjunto definen - el mecanismo para la transferencia de calor en estado estable e inestable (36).

Para el caso de conducción de calor en estado -- inestable en diversas geometrías y considerando que la re-- sistencia interna no es pequeña, por lo que la temperatura no es constante en el sólido suponiendo que la resistencia

superficial convectiva es despreciable en comparación a la interna se puede utilizar la siguiente expresión:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{k}{\rho C_p} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

La cual relaciona la conducción de calor en una - dimensión para un determinado cambio de temperatura con cierta posición X y el tiempo t (36, 42).

Se han desarrollado métodos numéricos para solucionar esta ecuación de los cuales resulta una serie infinita de Fourier y su aplicación es poco práctica sino no se dispone de un sistema de computación. Gurney y Lurie (1929) - implementaron un método analítico y gráfico para distintas geometrías en función de un adimensional de temperaturas -- (Y) en escala logarítmica y su relación con el

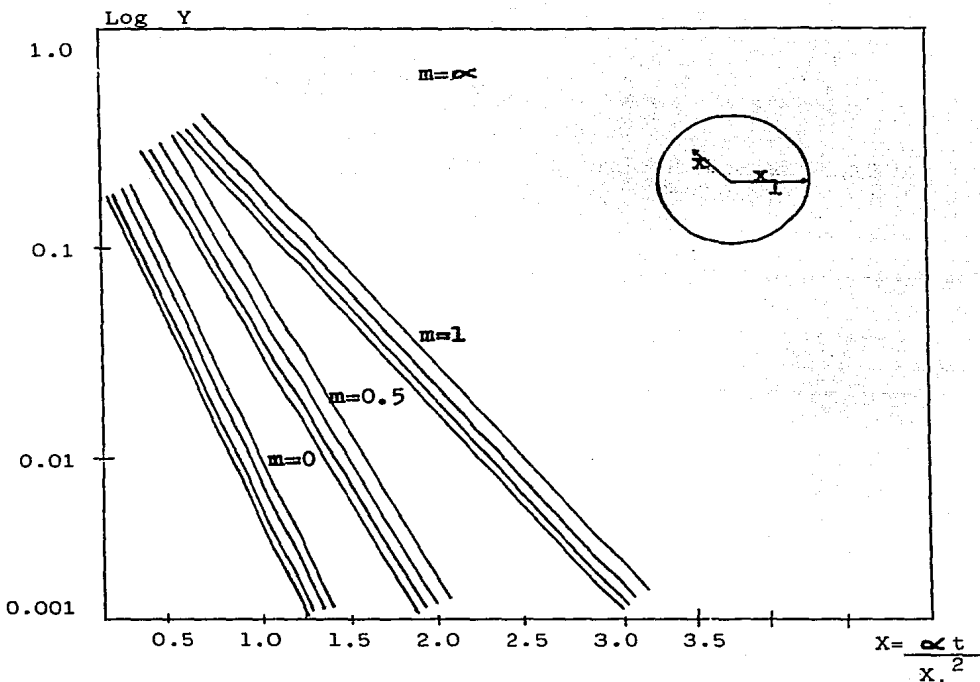
Adimensional: $Y = \frac{T_1 - T}{T_1 - T_0}$

No. Fourier: $X = \frac{\alpha t}{x_1^2}$

número de Fourier (X). El inverso del adimensional término Biot es el parámetro que define la familia de curvas (m); la relación adimensional entre una distancia determinada y la distancia máxima dentro de un cuerpo define a la curva - (n) (36). En la gráfica 11 se observan estos parámetros.

Inverso del Biot: $\frac{k}{h x_1} = m$

Relación Adimensional: $n = \frac{x}{x_1}$



Gráfica 11. Ejemplo de una gráfica de Gurney y Lurie (36).

Todos estos parámetros tienen utilidad práctica, debido que al tener estas relaciones a partir de los datos experimentales en el momento de la elaboración de la historia térmica, se tendrá la curva específica para un determinado producto tratado térmicamente por algún proceso, utilizándolos para ponderar en condiciones distintas pero con el mismo proceso y tener elementos de juicio tanto de diseño -

como de demanda energética pudiendo aplicarse a operaciones como la refrigeración y el hidrogenfriamiento de aguacate.

Algunas otras relaciones importantes que involucran a las propiedades termofísicas son:

- La relación que existe entre la difusividad térmica y la temperatura del medio de transferencia.

- El tiempo de enfriamiento que tarda en llegar el producto a una determinada temperatura en cierto punto dimensional, con el preestablecimiento de una diferencia en tre la temperatura del medio y la temperatura del producto.

En un estudio de propiedades termofísicas determinadas experimentalmente por Paul Singh (1982), reporta una difusividad térmica para aguacate (Sin enunciar variedad) - del orden de $1.24 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ a una temperatura de 24°C , el cual puede servir de referencia en nuestro estudio.

1.3.5. Evaluación Sensorial.

Existen varias formas de evaluar y cuantificar los resultados de una experimentación, entre estos se encuentran los métodos estructurales o microscópicos, instrumentales, químicos y sensoriales (2, 3, 4, 5, 26); dentro de éstos el que apenas se empieza a utilizar como una herramienta de medición de una forma cuantitativa y formal es la evaluación-sensorial. La elección de la evaluación a utilizar se basa en aspectos de tipo económico y técnico (62, 72, 83).

Es esencial el uso de pruebas panel para establecer el nivel de calidad de un producto (11); ésta es la suma total de atributos que combinados hacen la aceptabilidad del fruto; siendo deseable que sea nutritivo y que incluya factores como son el sabor, textura, aroma, apariencia, limpieza, tamaño, forma y madurez (27, 39, 59, 64). En un estudio de aguacate para consumo en fresco debe de conocerse todos estos elementos.

Los factores más importantes que intervienen directamente en la calidad del producto son el cultivo, la cosecha y las operaciones postcosechas o tratamientos que se apliquen al fruto (37, 57, 84).

El Institute of Food Technologists (IFT) ha propuesto una definición aceptada por muchos investigadores relacionados con esta área, la cual dice: "La evaluación sensorial es una disciplina científica que se emplea para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones de aquellas -

características de los alimentos y otros materiales según - como sean percibidos por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído" (33, 48, 65).

Se ha establecido una clasificación de los métodos de evaluación sensorial, con sus respectivas restricciones y necesidades, ver cuadro 5.

E V A L U A C I O N	<p>ANALITICO.- Evalúa diferencias o similitudes,- calidad y/o cantidad de las características de un producto.</p> <p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jueces seleccionados de acuerdo a interés,- habilidad para discriminar diferencias y producir resultados. - Jueces entrenados para funcionar, por ejemplo, como un instrumento analítico humano. - Agudeza sensorial normal - Recalificación periódica - El tamaño del grupo de jueces depende de la variabilidad del producto y la reproducibilidad del juicio, por lo general se usan 10, el mínimo recomendado es 5. 	DISCRIMINATIVO	<p>DIFERENCIA.- Mide si las muestras son diferentes.</p> <p>SENSITIVIDAD.- Mide la habilidad de un individuo para detectar características sensoriales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Comparación por pares * Dúo-Trio * Triangular * Ordenación * Calificado de diferencia/Escala de diferencia de un control. * Umbral * Dilución
	<p>AFECTIVO.- Evalga preferencia y/o aceptación y/u opiniones del producto</p> <p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jueces seleccionados al azar - No entrenados. - Representación de la población objetivo. - Consumidores del producto en prueba 	DESCRIPTIVO	<ul style="list-style-type: none"> * Calificado por atributo - Escala por categorías - Escala por proporciones (estimación por magnitudes) * Análisis descriptivo * Perfil de sabor * Perfil de textura * Análisis descriptivo cuantitativo 	
			<ul style="list-style-type: none"> * Preferencia por pares * Ordenación * Calificación por escala - Hedónica (verbal ó facial) - Por acción de alimentos. 	

Cuadro 5. Clasificaciones de la evaluación sensorial.

Con lo anterior señalado se puede concluir al observar la definición del IFT, que la evaluación sensorial - puede emplearse para evaluar la estabilidad en el almacenamiento y preferencia del consumidor (33).

Todos estos métodos, para poder arrojar resultados confiables y reproducibles, deben de tomarse en cuenta una serie de factores complementarios que rodean su aplicación, ésto es, deben de realizarse en un lugar adecuado para que el juez pueda concentrarse en su labor y no reciba - estímulos que puedan afectar sus juicios; deben de demostrar le y hacerle sentir una formalidad, ordenamiento y seriedad para que sus resultados sean seguros; las pruebas se deben realizar en horarios en que los jueces tengan disponibilidad y no sean sujetos a estímulos fisiológicos (como el hambre ó la sensación de estar lleno, en el caso de evaluar alimentos); la preparación y presentación de muestras debe ser - adecuada para cada método; el tipo de jueces (entrenados ó no entrenados) va a depender de el método a usar, y éste a su vez, del objetivo que se persiga (61, 72).

En el presente estudio de conservación de aguacate var. Hass, las pruebas sensoriales que se utilizarán será para cuantificar la aceptación del consumidor, empleando los métodos de Escala de clasificación hedónica (verbal ó - facial) y Escala de clasificación por efecto del producto - que requieren un número de muestras de 1 a 18 (número mayor sólo con sabores ligeros ó para calificar textura) recomen-

dándose para su análisis estadístico el "análisis de varianza" y el "análisis de intervalos" (81, 91).

Entre los atributos más usados para denotar la calidad de un fruto es la coloración y la textura, resultando ésta última poco clara y confusa en su entendimiento por lo que se requiere de un lenguaje preciso para el juez evaluador (en general para todos los atributos) (6, 33, 34, 65, 48). Así para alimentos se define como "firmeza" a la resistencia del alimento a la deformación mecánica (4); y en base a esto, se establecen las siguientes etapas:

- * Dentro de la boca antes de masticar.
- * Primera mordida.
- * Segunda mordida.
- * Deglución y fase residual.
- * Tacto.
- * Sostenimiento del alimento en la mano.
- * Sensación después de degluir la muestra.

siendo las pruebas diseñadas para distinguir y cuantificar algunas de estas etapas.

La principal dificultad de la evaluación sensorial es el tiempo y el costo que involucran, así como la dificultad de interpretar los resultados, por lo que se han desarrollado métodos como los instrumentales (6), que fueron diñados en base a los sentidos del humano. De este modo, - han aparecido instrumentos como el penetrómetro para medir la firmeza; la balanza para detectar por ejemplo, la pérdi-

da de peso por diferencia con respecto a los días; la tabla de referencia de color muy usada en frutos para distinguir los estados de madurez; entre otros muchos.

Toda esta panorámica general de la evaluación sensorial nos sirve para sobresaltar la importancia que tiene el uso de este tipo de técnicas, combinadas con las instru-
mentales, para cuantificar los cambios que sufrirá nuestro aguacate a lo largo de la investigación y la opinión de los panelistas (que representan a los consumidores potenciales) en su aceptación o rechazo del producto durante el almacena-
miento, así como pruebas específicas que se deberán utili-
zar y la forma correcta de llevarlas a cabo tomando en cuenta todas las limitaciones y cuidados que existen para que -
los resultados que se obtengan resulten válidos y reproducibles.

CAPITULO II. METODOLOGIA.

La metodología experimental se dividió en dos fases. La primera se realizó con el fin de reducir el número de variables del experimento para llevar a nivel práctico - la aplicación de los tratamientos, al encontrar las mejores condiciones de hidroeñfriamiento, inmersión en soluciones - de calcio, así como verificar la acción del fungicida y película cubriente en la conservación del aguacate variedad - Hass.

La conformación de la segunda fase, se realizó con los mejores tratamientos obtenidos en la primera relacionando el tratamiento frigorífico y el estado de madurez con -- los tratamientos de la fase I, los cuales se aplicaron en -- conjunto o individualmente, observando el efecto en la conservación en ambos casos. La metodología puede apreciarse en los diagramas experimentales de la fase I y II que se exponen adelante.

Para evaluar los efectos de los tratamientos empleados se utilizó como herramienta de medición métodos instrumentales (pérdida fisiológica de peso y textura con penetrómetro) y sensoriales (sabor, textura, color, apariencia y alteraciones).

Los resultados obtenidos en ambas fases se analizaron mediante los métodos estadísticos paramétricos ANOVA y comparaciones múltiples de Tukey, y el método estadístico no paramétrico de Friedman, según el tipo de variable. En

el método estadístico Tukey se esquematizó por medio de líneas los resultados, una línea continua o traslapada indica igualdad estadística entre tratamientos, mientras que una línea discontinua infiere una desigualdad entre tratamientos (22, 49, 60, 70).

Para expresar los resultados del análisis estadístico de Friedman se empleó una notación similar como la descrita para la prueba Tukey.

Se procedió a efectuar a partir de las historias térmicas del hidrogenfriamiento y refrigeración, el cálculo del coeficiente convectivo local de transferencia de calor y difusividad térmica, las cuales se relacionaron con las temperaturas y medios de enfriamiento, para observar el efecto de éstos en dichas propiedades. También se determinó la relación de transferencia de calor a diferentes condiciones a las que fué sometido el aguacate.

El experimento complementario con cloruro de calcio, en el cual se evaluó el índice de refracción tuvo como finalidad deducir la capacidad de penetración del CaCl_2 en el aguacate, al observar la variación en la concentración de la solución durante la inmersión de la fruta en ella.

Así a partir de los días de conservación de los mejores tratamientos se efectuó el cálculo para predecir la vida de conservación del producto a diferentes condiciones de temperatura, ésto al determinar el coeficiente de aceleración Q_{10} .

En el cuadro metodológico que se observa más adelante se resumen los experimentos para cada uno de los tratamientos empleados en las fases I y II de la metodología, señalándose las variables, métodos de control, niveles de variación y análisis de datos a realizar y en seguida se desglosa por fases el diseño experimental de la metodología.

Cabe enfatizar que en la segunda Fase se aplicaron aquellos tratamientos que resultaron sobresalientes de la primera Fase experimental.

Obtención de fruta

Peribán Michoacán



Operaciones Básicas:

- 1.- Limpieza.
- 2.- Selección.
- 3.- Clasificación.

EXPERIMENTACION:

TESTIGO (T)	HIDROENFRIAMIENTO (P)	SOLUCIONES DE CaCl_2 (S)	PELICULA (E) CUBRIENTE	FUNGICIDA (F)
	$T_{\text{agua}} = 2, 5 \text{ y } 8^\circ\text{C}$	Conc. = 0.1 y 0.3 M Tiempos = 10 y 20 min.	Penwalt-12	Tiabendazol 500 ppm 10 min.



PRUEBAS

Almacenamiento
a
temperatura
ambiente

I.- Físicas

- a) Pérdida Fisiológica de peso.
- b) Textura (penetrómetro).

II.- Sensoriales

- a) Sabor.
- b) Color.
- c) Apariencia.
- d) Alteraciones.
- e) Textura.

← Selección del grupo panel



Análisis Estadístico

1.- Pruebas Paramétricas.

- a) Análisis de varianza.
- b) Pruebas de Tukey.

2.- Pruebas no Paramétricas.

- a) Friedman.



Discusión y Conclusiones.



Selección de tratamientos para aplicarlos
en la Fase II.

Obtención de fruta

Operaciones Básicas:

- 1.- Limpieza.
- 2.- Selección.
- 3.- Clasificación.

Aguacate en 3/4 sazón

Aguacate en 1/2 sazón

Parte del lote a 1/2 sazón se llevó a estado maduro a temperatura ambiente en un intervalo de 6 días

Operaciones Especiales:
(Mejores tratamientos FASE I)

				<u>CLAVES</u>	
1.- Fungicida 500 ppm 10 min.	+	Película cubriente Penwalt-12	+	Sol. de CaCl_2 0.3 M 10 min.	(FEST)
2.- Fungicida	+	Película cubriente			(FET)
3.- Sol. de CaCl_2 0.3 M 10 min.					(ST)
4.- Testigo					(RT)

REFRIGERACION

Cámara a 2°C

Cámara a 4°C

Cámara a 6°C

PRUEBAS

- I.- Físicas.
- II.- Sensoriales.

Análisis Estadístico

- 1.- Pruebas Paramétricas.
- 2.- Pruebas no Paramétricas.

Discusión y Conclusiones.CONCLUSION FINAL

TRATAMIENTOS	VARIABLES	MÉTODOS DE CONTROL	NIVELES DE VARIACION	ANÁLISIS DE DATOS
FASE I				
HIROENFRIAMIENTO.	Dependiente: Tiempo de conservación asociado a buena calidad. Independiente: Temperatura del agua. Constantes: Tamaño promedio del agnate, estado de madurez. Parámetros: Pruebas físicas y sensoriales.	Historia térmica. Adición de hielo.	2°C 5°C 8°C Temperatura ambiente	Estadístico paramétrico y no-paramétrico. Cálculo de propiedades termofísicas.
	Dependiente: Tiempo de conservación. Independiente: Concentración y tiempos. Constantes: Tamaño de fruta, estado de madurez, temperatura de la solución y relación fruta-sólido. Parámetros: Pruebas físicas y sensoriales.	Cronómetro. Medición de índice de refacción.	Tiempos: 10 y 20 minutos. Concentraciones: 0.1 y 0.3 M	Estadístico paramétrico y no-paramétrico.
CLORURO DE CALCIO.	Dependiente: Tiempo de conservación. Independiente: Aplicación de la película. Constantes: Tamaño de la fruta, estado de madurez, tipo de cera y forma de aplicación. Parámetros: Pruebas físicas y sensoriales.	Formulación de la película.	Solo una persona aplicó la película.	Estadístico paramétrico y no paramétrico.
PELICULA CUBRIENTE.	Dependiente: Tiempo de conservación. Independiente: Concentración. Constantes: Tamaño de la fruta, estado de madurez, tiempo de residencia. Parámetros: Pruebas físicas y sensoriales.	Tiempo de inmersión	Concentración: 0 y 500 ppm	Estadístico paramétrico y no-paramétrico.
FUNGICIDA.	FASE II			
REFRIGERACION	Dependiente: Tiempo de conservación. Independiente: Temperatura y estado de madurez. Constantes: Condiciones de los tratamientos especiales, humedad relativa y velocidad de aire. Parámetros: Pruebas físicas y sensoriales.	Historias térmicas Medición de H.R.	Temperaturas de refrigeración: 2°C, 4°C y 6°C. Estados de madurez: 3/4 sazón, 1/2 sazón y maduro.	Estadístico paramétrico y no-paramétrico. Cálculo de propiedades termofísicas.

2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Fase I.

Los días de evaluación propuestos para realizar - las pruebas físicas y sensoriales fueron durante los siguientes días de almacenamiento 3°, 6°, 9°, 12° y 15°. Cabe señalar que de antemano se previó la posibilidad que algunos de los tratamientos superaran con su efecto el tiempo de -- conservación esperado por lo que se tuvo un excedente en el tamaño de la muestra.

Los bloques factoriales con los que se trabajaron en esta Fase se aprecian en el cuadro siguiente:

Tratamiento:	Clave
Hydroenfriamiento	P
Aplicación de fungicida.	F
Aplicación de película cubriente	E
Aplicación de cloruro de calcio	S

Tratamiento.	Bloque factorial.
P	3 X 1
	<u>Temperaturas:</u> 2°(P ₁), 5°(P ₂), 8°(P ₃)
F	2 X 1
	<u>Concentración:</u> 500 ppm , 0 ppm
E	2 X 1
	<u>Concentración:</u> aplicación, no aplicación

Tratamiento	Bloque factorial		
S	2 X 2		
	<u>Concentración vs. tiempo:</u>		
		10 min.	20 min
	0.1 M	S ₂	S ₁
	0.3 M	S ₄	S ₃

En los bloques factoriales anteriores se encuentran las claves de los tratamientos empleados en la Fase I, se recomienda tenerlas presentes durante la discusión de esta -- parte.

Fase II.

Los días de evaluación propuestos son a partir del momento en que la fruta adquiera características de comestibilidad, cada tercer día hasta que el producto pierda calidad comercial, tomando como referencia 35 días de almacenamiento para el tamaño de la muestra.

Tratamiento	Clave
Refrigeración	R
Temperatura 2°C	T ₁
Temperatura 4°C	T ₂
Temperatura 6°C	T ₃
Estado maduro o climatérico	Z
Estado medio (1/2) sazón	∅
Estado tres cuartos (3/4) sazón	sin clave

En base a las claves anteriores los bloques factoriales con los que se trabajaron en la fase II se anotan a continuación:

Bloque 3 X 1.

Estado de Madurez		
climatérico o maduro		
Temperaturas		
2°C	4°C	6°C
Claves		
Z ₁	Z ₂	Z ₃

Bloque factorial 2 x 3 x 4.

Tratamiento	Estado de Madurez					
	3/4 sazón			1/2 sazón		
	Temperaturas			Temperaturas		
	2°C	4°C	6°C	2°C	4°C	6°C
	(combinaciones)			(combinaciones)		
	RT ₁	RT ₂	RT ₃	Ø RT ₁	Ø RT ₂	Ø RT ₃
R						
R + S	ST ₁	ST ₂	ST ₃	Ø ST ₁	Ø ST ₂	Ø ST ₃
R + E + F	FET ₁	FET ₂	FET ₃	ØFET ₁	ØFET ₂	ØFET ₃
R + S + E + F	FEST ₁	FEST ₂	FEST ₃	ØFEST ₁	ØFEST ₂	ØFEST ₃

En el bloque factorial anterior se encuentran las claves de las combinaciones empleadas en la Fase II, se recomienda tenerlas presentes y en general se recomienda tener en mente las claves ya que se mencionan durante el resto de la tesis.

Tamaño de la muestra experimental.

Para la primera fase se emplearon 250 Kg y para la segunda fase se utilizó una cantidad de 571 Kg. de agua-cate.

Análisis Estadístico.

Tratamiento de las variables paramétricas:

- Análisis de varianza (ANOVA)
- Comparaciones múltiples de Tukey

Tratamiento de las variables no paramétricas:

- Análisis de Friedman

Materiales empleados.

- Tina de hidrogenfriamiento con agitador.
- Termorregistrador con termopares de aguja y superficie.
- Cloruro de calcio en escamas.
- Tiabendazol.
- Cera Penwalt formulación-12.
- Cámaras de refrigeración (3) con capacidad de 7 m^3 .
- Higrómetro de cabello.
- Cronómetro.

- Bolsas de sílica gel.
- Penetrómetro.
- Balanza granataria.
- Refractómetro de Abbe.
- Cajas de madera.
- Equipo para el panel; cubículos, mesas, sillas, platos y cubiertos, escalas y referencias, panelistas, etc.
- Fotografía.

2.2. DESCRIPCION DE EXPERIMENTOS.

2.2.1. Hidroenfriamiento. Inicialmente se tuvo - proyectado la aplicación del preenfriamiento en la Fase I, - pero por razones de abatimiento de costos del proyecto se - aplicó el concepto de hidroenfriamiento el cual difiere del preenfriamiento porque en la experimentación se sustrajo un calor que ya no es el que tiene el fruto inmediatamente después de la cosecha porque el aguacate empleado se trató 24 horas posteriores al corte. De este modo debido a que en el estudio interesa la conservación en general sólo se observó el enfriamiento del fruto en agua, sugiriendo que el concepto de preenfriamiento se aplique en un estudio cuyo objetivo principal sea precisamente la utilización del mismo en - aguacate.

Una vez que el fruto fué seleccionado, lavado y - clasificado en estado 3/4 sazón y un tamaño promedio de 9 - cm., se ordenaron tres lotes de 60 aguacates cada uno, em-- pleándose para este experimento una relación de fruta-agua de 1 : 5.3 Kg. Como medio de enfriamiento se utilizó hielo, colocado dentro de una malla metálica para que no se tuviese contacto directo con la fruta. Se realizaron historias térmicas para cada una de las condiciones que concluyeron - cuando se llegaba a un diferencial de temperatura de 2°C entre el medio (agua) y la temperatura del mesocarpo, entonces se ponía fin a la historia térmica. En el apéndice 6 se --

muestran los resultados del cálculo de las propiedades termofísicas del aguacate.

2.2.2. Aplicación de Cloruro de Calcio. Una vez que la fruta fué sometida a las operaciones básicas, se dividió el lote experimental en cuatro grupos, para aplicar las diferentes condiciones de tiempo de exposición y concentración. En la preparación de la solución se empleó CaCl_2 en escamas. La solución se preparó ayudándose de un agitador mecánico solubilizando perfectamente el CaCl_2 y no hubo ninguna agitación durante el transcurso de la inmersión de la fruta en la solución. La relación de fruta-solución fué la siguiente 1 : 1.3 Kg.

Antes de sumergir el fruto y después de concluido el tratamiento se midió el índice de refracción en la solución, para verificar la capacidad de penetración del CaCl_2 en el mismo. La investigación trató además de conocer la región del aguacate en donde existe dicha penetración, si es que se lleva exclusivamente por la cáscara o si hay absorción significativa en el área que ocupa el pedúnculo al separarse éste del fruto. Los resultados pueden ser revisados en el apéndice 7, en donde se reportan sólo los experimentos en donde se apreció una variación en la concentración de las soluciones.

2.2.3. Aplicación de Fungicida. Al igual que en los experimentos anteriores una vez que la fruta fué sometida a las -

operaciones básicas se conformó un lote con 60 aguacates. - Se preparó una solución con tiabendazol, el fungicida empleado, a una concentración de 500 ppm. Preparada la solución - se sumergió a los aguacates por un tiempo de exposición de 10 minutos siendo la relación de fruta-solución de 1 : 5.3Kg.

2.2.4. Aplicación de la película cubriente. Se -- trabajó con un lote de 60 aguacates, los cuales habían sido seleccionados, lavados y clasificados como se mencionó con - anterioridad. La película empleada fué la Penwalt formula--ción 12, la cual se aplicó con una brocha seguido a ésto se eliminó el exceso, cuidando que la película fuera uniforme - sobre toda la superficie del fruto.

Los tratamientos antes mencionados integraron la - primera parte de la metodolcía o Fase I, en la cual el almacenamiento se llevó a cabo a temperatura ambiente una vez -- que cada uno de los tratamientos había sido etiquetado para su identificación y colocados en las cajas de madera. Del - mismo modo se colocaron los lotes testigo (sin ningún trata--miento) en la cámara en donde se debería de llevar a cabo -- la conservación del producto. Las condiciones generales prevalecientes en dicha cámara durante el almacenamiento fueron, humedad relativa promedio de 65% y una temperatura promedio de 18°C.

2.2.5. Refrigeración. Se aplicó en la segunda fa--se experimental para que en combinación con los mejores tra--tamientos de la primera Fase se pudiera concluir el efecto

conjunto en la conservación del aguacate.

El producto una vez que había sido seleccionado y lavado, se clasificó por estado de madurez en 1/2 y 3/4 sazón. Otra parte de la fruta se dejó madurar por 6 días a temperatura ambiente para lograr el tercer estado de madurez a estudiar, el climatérico o maduro.

Las cámaras fueron encendidas 24 hrs. antes de la experimentación para calibrar las condiciones de almacenamiento así como obtener la velocidad de aire y humedad relativa (ver diapositivas 1 y 2) (apéndice 9).

Los lotes preparados se colocaron dentro de las cámaras de refrigeración una vez que se aplicaron los tratamientos correspondientes cuyas claves y significado se encuentran a continuación:

RT.- Lotes que iban a ser sometidos sólo a refrigeración.

ST.- Los tratados con la solución de cloruro de calcio a la concentración y tiempo relevantes de la Fase I.

FET.- Se denominó así a la fruta sometida primero a inmersión en la solución de fungicida a 500 ppm por 10 minutos de exposición, seguido de esto se aplicó la película cubriente Penwalt-12.

FEST.- Este tratamiento consistió en someter al producto a una solución de CaCl_2 , seguido se aplicó una solución de fungicida para por último aplicarle la película cubriente.

Los tratamientos anteriores fueron realizados exclusivamente para los lotes clasificados en estado 1/2 y 3/4 sazón (ver diagrama experimental Fase II). Así el aguacate que se evaluó en estado maduro sólo se le aplicó la refrigeración.

También se tuvo un lote que se dejó como muestra - testigo a temperatura ambiente, que incluía los tres estados de madurez con los que se trabajó en el experimento.

En el apéndice 15, se muestran los resultados del cálculo de las propiedades termofísicas del aguacate que se obtuvieron a partir de las historias térmicas propuestas para las temperaturas de refrigeración de 2°, 4°, y 6°C. En la diapositiva 3 se aprecia la manera en que se introdujeron los termopares en un aguacate para efectuar la historia térmica.

Al transcurrir el almacenamiento se tuvo atención en qué momento la fruta llegaba a su nivel máximo de conservación debido a que presentaba características de baja calidad evaluado por el panel sensorial en este momento se daba final al tratamiento refrigerado.

Durante el almacenamiento se observó que algunas muestras presentaban características que permitían inferir que iban a conservarse durante más tiempo, de este modo la decisión de continuar la experimentación dividiendo los lotes de 2 y 4°C en dos partes cada uno (que fueron los que presentaron estas características) una de las partes de cada lote se expuso a condiciones ambientales (vida de anaquel)

y las restantes se quedaron en estado refrigerado a su respectiva temperatura. En esta parte se hizo necesario para evaluar las muestras, la integración de un grupo panel que -- se denominó semientrenado y que evaluó las muestras que continuaron en estado refrigerado, ésto con el fin de no saturar al grupo que había venido evaluando las muestras, llamado -- grupo sensorial entrenado, el cual evaluó aquellas muestras expuestas a medio ambiente o vida de anaquel. Cabe señalar que el grupo panel semientrenado evaluó el tercer estado de madurez es decir el estado maduro.

Se realizaron tomas de fotografía dentro de las -- cámaras de refrigeración para llevar la secuencia en la apariencia externa del fruto durante la conservación.

Como apoyo a lo mencionado es de hacerse notar e insistir en la importancia que tiene el entendimiento de las claves utilizadas para la comprensión de los textos en el -- análisis y discusión de los resultados.

2.3. EVALUACION DE PRUEBAS FISICAS.

2.3.1. Pérdida fisiológica de peso (P.F.P.). Esta prueba es un indicativo del control que se tenga durante el almacenamiento reflejando la calidad del fruto, también esta variable puede ser indicativo del efecto que alguno de -- los tratamientos complementarios tuvo sobre la conservación de los atributos de aceptibilidad.

Para efectuar la prueba se seleccionaron tres agua cates por tratamiento para evaluarlos durante el almacena---

miento, la elección de estos individuos se realizó mediante tablas de dígitos al azar. Los frutos seleccionados se identificaron con claves especiales y se mantuvieron durante toda la experimentación para ser evaluados. Así los individuos de cada tratamiento se pesaban cada día de evaluación, calculándose la diferencia de peso de un día a otro y reportándose el resultado en %.

2.3.2. Textura instrumental o con penetrometro.--

Sabiendo que la textura en un fruto disminuye conforme avanza la maduración, esta evaluación ayudó a diferenciar el tratamiento que retardó la madurez en el producto, ya que esto se manifestó en una conservación de la firmeza de los tejidos. Para la evaluación se empleó un penetrómetro manual de marca R-LUSA, con una escala de 0 a 12 KG.

Para la prueba se seleccionaron dos individuos por tratamiento cada día de evaluación, se utilizó para elegir los frutos para la prueba de textura tablas de dígitos al azar. Al efectuarse la evaluación, el penetrómetro atravesaba la cáscara y la pulpa del fruto, sin llegar a tocar la semilla. Los datos se transformaban a valores en presión aplicando la estadística correspondiente.

2.4. EVALUACION DE DAÑOS Y PRUEBAS SENSORIALES.

2.4.1. Daños. Se evaluó síntomas por enfermedades reportando el grado del daño y el % de incidencia en las muestras de cada tratamiento para las siguientes enfermedades:

Antracnosis: Se pelaba el aguacate, observando - la superficie inmediata al exocarpo, determinando las partes de esta zona que al remover la cáscara se desprendiera pulpa con la misma.

Pudrición de pedúnculo: Se observaba que no hubo se aparición de manchas café oscuro en la zona alrededor del pedúnculo.

Enfermedades y plagas: Se determinó tanto en la - cáscara como en el mesocarpo del fruto, poniendo especial -- cuidado en enfermedades como sarna y ataques por araña roja.

2.4.2. Pruebas Sensoriales. Se procedía a preparar las muestras para las pruebas sensoriales de la siguiente manera:

Prueba de Color; se colocaba una muestra entera de cada tratamiento en una charola etiquetándolos con una serie de claves, el panelista comparaba las muestras con la tabla de color y daba una calificación a cada individuo.

Prueba de Apariencia; se abrían los aguacates longitudinalmente, uno por cada tratamiento, el panelista observaba color interno y externo, síntomas de daños en general, apreciaba la textura al tacto y el aroma del fruto.

Prueba de Textura; se rebanaba en partes un aguacate de cada tratamiento colocando las muestras (una por tratamiento) junto a la referencia sobre un plato, procediendo el panelista a captar la sensación que produce la pulpa al - ser masticada.

Prueba de Sabor; se procedía en una forma similar que para textura diferenciándose solamente en la clave empleada, señalándose al juez evaluador que en esta prueba -- evaluara exclusivamente el sabor sin dejarse influir por el color, textura y otros atributos (apéndice 5, formatos para evaluación).

Teniendo todas las muestras preparadas y los formatos de evaluación para cada prueba, se empezaba a recibir a los panelistas.

Al efectuarse la prueba se respetaba el siguiente orden; color, apariencia, textura y sabor.

Las evaluaciones se llevaron a cabo en las instalaciones que para tal efecto tiene asignado el laboratorio de investigación y desarrollo de Jugos del Valle, S.A. de C.V., las cuales constan de tres cubículos independientes, de 2 x 1.5 m. de tamaño, pintados de blanco, con servicio de agua y luz propia cada uno (diapositiva 4).

Los resultados de las pruebas sensoriales se trajeron a sus claves originales por tratamiento para aplicarles el análisis estadístico correspondiente elaborándose un concentrado de datos de todos los días en que se evaluó.

Cabe anotar y explicar que en el caso de la evaluación de la Fase II, se hizo necesario la conformación de un grupo de panelistas a parte del que había evaluado en la primera Fase, debido al gran número de muestras que se trabajaron durante la refrigeración y a manera de no saturar -

y agotar a los panelistas.

La descripción de los grupos panel es la siguiente:

Panel entrenado.- Fué el que conformó el personal que labora en Jugos del Valle, S.A. y el cual constituía un grupo de 30 personas (16 hombres y 14 mujeres) cuya edad -- oscila entre 23 y 25 años, coincidiendo todos en ser consumidores asiduos del aguacate, lo que se había detectado en una encuesta previa. Los integrantes de este grupo están acostumbrados a realizar pruebas sensoriales en bebidas de frutas para el control de calidad, seguridad de la calidad y el desarrollo de nuevos productos, siendo este tipo de -- pruebas de afinidad. Este grupo evaluó tanto en la Fase I como en la II.

Panel semientrenado.- Surgió como necesidad de la segunda Fase experimental debido al gran número de muestras.-- Estuvo integrado por 5 personas que fueron preparadas exclusivamente para esta experimentación: formado por 4 hombres y 1 mujer, que tenían afinidad en el consumo del aguacate.-- Este grupo trabajó en las instalaciones de la F.E.S.C. y su entrenamiento consistió en familiarizarlos con los tipos de pruebas y formas de evaluación. Así el grupo sirvió para -- que en la Fase II se tuviese un mecanismo dual de evaluación que permitiera realizar las determinaciones de cada día.

2.5. EVALUACION DEL PORCIENTO DE FRUTA CALIDAD EXPORTACION.

Desde el punto de vista económico, es de importan-

cia plantear la eficacia de los tratamientos en la conservación del aguacate, ésto se hace definiendo el parámetro que determina la fruta vendible para cada tratamiento, para tal fin se hizo uso del manual de Normas del Sistema Nacional - de Abasto (DGN SECOFIN 1986) que informa a productores y comerciantes, sobre las características que debe reunir el -- aguacate para ser comercializado, dentro de los grados que determina la norma oficial mexicana NOM FF 16. La cual establece tres grados: México extra, México 1 y México 2. Se - definen los siguientes parámetros para ubicar la fruta en - las clasificaciones mencionadas.

1.- Defectos. Menores: cuando el aguacate - tiene ligeras raspaduras, costras rozaduras, manchas, quemaduras de sol; siempre y cuando sean superficiales y que afecten una área de hasta 0.5 cm^2 .

Mayores: cuando un aguacate tiene evidencias de plagas, enfermedades, grietas cicatrizadas que no afecten el interior de la fruta, cuando la superficie afectada es - mayor de 0.5 cm^2 hasta 1.5 cm^2 .

Críticos: cuando un aguacate tiene estados - avanzados de enfermedades o daños producidos por plagas o - heridas no cicatrizadas que afecten el interior de la fruta que cubran un área mayor de 1.5 cm^2 .

2.- Tamaño: se determina en función del peso unitario.

Letra de referencia	Peso Unitario (g)
A	Mayor de 300
B	251-300
C	201-250
D	150-200

México Extra	México 1	México 2
A	A	A
B	B	B
	C	C
	D	D

De las especificaciones de los grados de calidad - que determina la norma oficial mexicana para el aguacate, la definición para cada nivel de calidad es la siguiente:

México Extra.- El aguacate debe estar bien desarrollado, entero, sano, limpio y libre de descomposición y/o pudrición, en cuanto al tamaño (tabla anterior) libre de defectos y su aspecto global debe ser uniforme en cuanto a tamaño y color.

México 1.- El aguacate debe estar bien desarrollado, entero sano y limpio, con un tamaño variable (tabla anterior). En lo referente a defectos la norma indica que debe traer como máximo de defectos definidos como menores. Este nivel de calidad puede presentar variaciones en cuanto a homogeneidad de tamaño y color.

México 2.- El aguacate debe de estar bien desarrollado, entero sano y limpio; en lo referente a tamaño puede incluir los que se observan en la tabla. Para este nivel de

calidad se acepta como máximo que contenga un defecto mayor. Este grado presenta heterogeneidad en tamaño y color.

En las especificaciones anteriores quedan implícitas las variables para la aceptabilidad del producto como son: color, tamaño, textura al tacto y daños externos e internos que evaluados de forma global integran el atributo de calidad definido como apariencia, que para fines del estudio se le asignó una escala con las clasificaciones de apariencia excelente, muy buena, buena, regular y mala que sirvió para relacionar el grado de calidad de la fruta y el mercado al cual puede ser comercializada, como se observa en la siguiente tabla:

GRADO DE CALIDAD	ESCALA EN EL ATRIBUTO DE APARIENCIA	MERCADO
México Extra	Excelente y Muy Buena	Internacional
México 1 y 2	Buena	Nacional
-----	Regular y Mala	Invendible

Las relaciones anteriores entre grado de calidad, escala en el atributo de apariencia y mercado, sirvió para determinar el porcentaje de fruta vendible calidad de exportación y calidad nacional, que fué manifestándose a través del almacenamiento del fruto, y que se reporta en forma de histogramas (ver fruta vendible fase I y II). Cabe mencionar que de antemano se compró para el estudio aguacate calidad Extra, y los panelistas evaluaron la evolución de la res

puesta sensorial frente al almacenamiento así como las pruebas físicas, de este modo estableciendo la calidad del producto como un efecto de los diferentes tratamientos.

En la prueba de apariencia los penalistas además de evaluar este atributo determinaron la madurez comestible (ver apéndice 5, formato de apariencia) que se reporta y discute en el rubro de % de fruta calidad exportación.

Las características del aguacate empleado para la experimentación fueron:

- 1.- Calidad extra, con un peso entre 240 y 300 g.
- 2.- Longitud promedio del pedúnculo al ápice, 9 cm.
- 3.- Apariencia externa, en general sin deterioro por enfermedades, insectos o manejo inadecuado.
- 4.- Se trabajó con aguacate en tres estados de madurez:
 - 3/4 sazón, en la fase I y II,
 - 1/2 sazón, en la fase II
 - Estado maduro (climatérico) en la fase II.
- 5.- En un 70% con pedúnculo.
- 6.- De forma regular (característica).
- 7.- Fruto que en general había sido cosechado 24 horas antes de experimentarse con él.

CAPITULO III. DISCUSION DE RESULTADOS.

3.1. DISCUSION DE RESULTADOS DE LA FASE I.

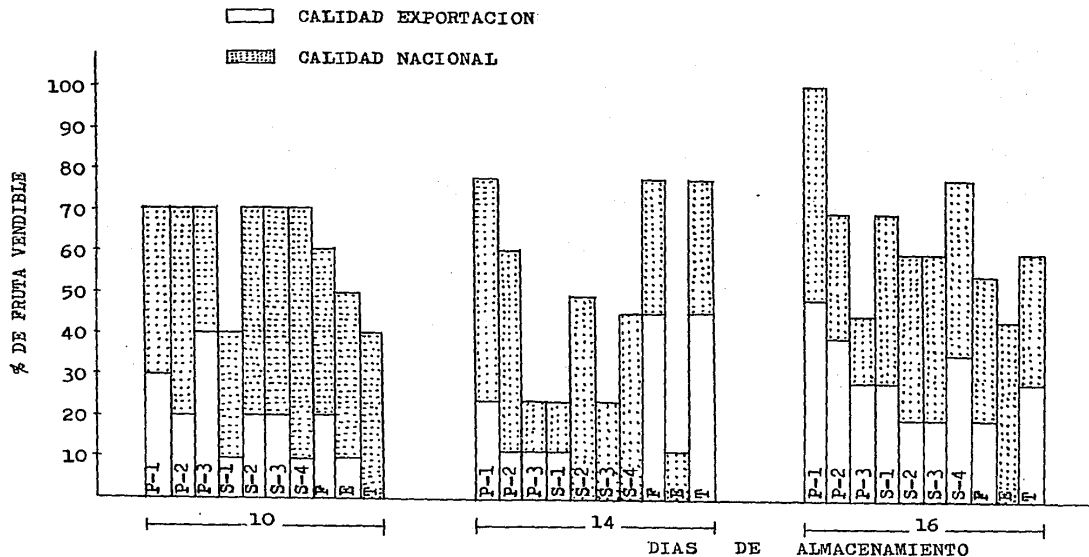
En seguida se discuten los resultados de las evaluaciones del por ciento de fruta calidad exportación, pérdida fisiológica de peso textura y evaluación sensorial.

Señalando que sólo se consideran en la discusión, - aquellos resultados que arrojaron significancia estadística.

3.1.1. Por ciento de Fruta Calidad Exportación.

Observando el histograma 4 del por ciento de fruta calidad exportación se puede apreciar que el tratamiento más sobresaliente resultó ser el hidrogenfriamiento P_1 (a 2°C), ya que para el día 16 de almacenamiento se observan valores del 60%, debido básicamente a la influencia de la temperatura en el metabolismo del aguacate; así mismo, se aprecia que el comportamiento es similar para los tres hidrogenfriamientos, llevando un orden decreciente en el por ciento de fruta calidad exportación de la siguiente manera: 2, 5 y 8°C , notándose -- que éste último tiene el mismo porcentaje que cuando se aplica solución de calcio 0.1 M durante 10 minutos (S_1) al día 16 (los datos originales en los que se basa el histograma se encuentran tabulados en el apéndice 1).

En lo referente a los tratamientos en donde se aplicó calcio resulta de llamar la atención el tratamiento S_4 , - el cual corresponde a la concentración 0.3 M por 10 Min., - con un porcentaje del 34% para el último día de almacenamiento



HISTOGRAMA 4 . FASE EXPERIMENTAL I (ALMACENAMIENTO A TEMP. AMB.) - PORCIENTO DE FRUTA VENDIBLE DE LOS TRATAMIENTOS EXPUESTOS A 20°C, PARA AGUACATE VAR. HASS.

to a temperatura ambiente, pudiéndose atribuir estos resultados a lo reportado por Tingwa y Young (85), en donde definen que el calcio tiene una actividad a nivel respiración aún no especificada, que retarda la elevación climatérica.

Algunos otros autores han atribuido este efecto a que hay un incremento en la permeabilidad al agua así como a ciertos iones lo que implica alteraciones en la integridad - de la membrana.

Los aguacates que fueron sometidos a la acción de la película cubriente durante todo el período de almacenamiento, incluso a los 16 días parecen tener una respuesta baja en lo referente a fruta vendible (histograma 4), sin embargo es importante anotar que el material muestreado se encontraba - en un estado medio sazón con excelente calidad, lo que implica que este lote se mantuvo con altos niveles de calidad aún a los 21 días de almacenamiento (dato no observado en el histograma).

Los resultados obtenidos en esta parte tienen una estrecha relación con la evaluación de la apariencia que se trata más adelante, en donde se define de igual forma que no hay una diferencia significativa entre tratamientos.

Del análisis anterior puede apreciarse aquellos tratamientos con altos valores de fruta vendible que pueden servir como indicadores para elegir a los tratamientos complementarios para la siguiente fase.

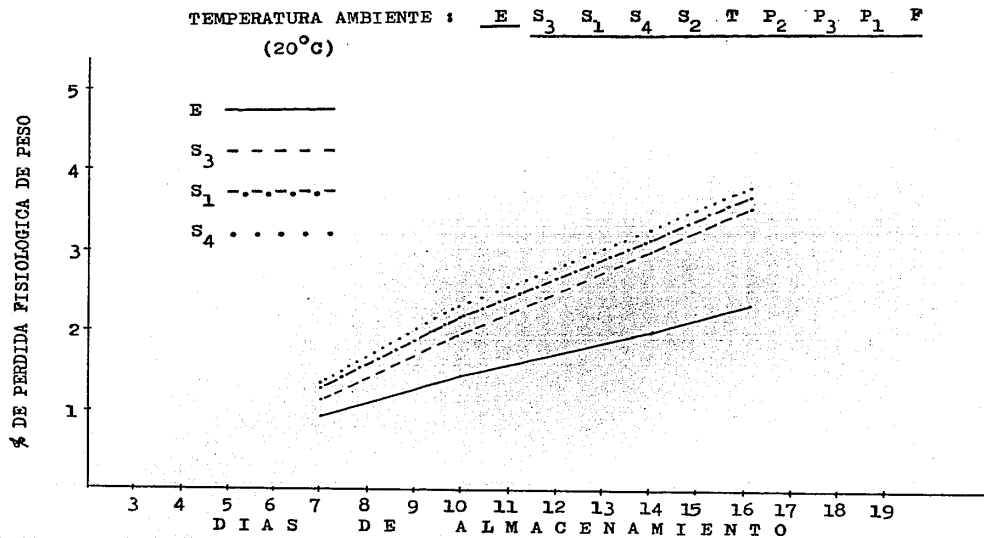
3.1.2. Pérdida Fisiológica de peso (P.F.P.). En este punto el comportamiento observado es congruente con lo reportado por Bosques y Arriola (7, 12) que utilizaron película cubrientes, las cuales entre sus funciones se encuentran las de protección y la de atenuar la salida de agua.

Los resultados obtenidos por el análisis de varianza y por comparaciones múltiples de Tukey muestran que hay una respuesta similar entre los tratamientos con calcio (s), testigo (t), hidrogenfriamiento (P) y con fungicida (F), (ver gráfica 12) los porcentajes son similares, menores al 10% para los tratamientos señalados a excepción del tratado con película cubriente, detectándose para el mismo, valores menores del 3% (gráfica 12).

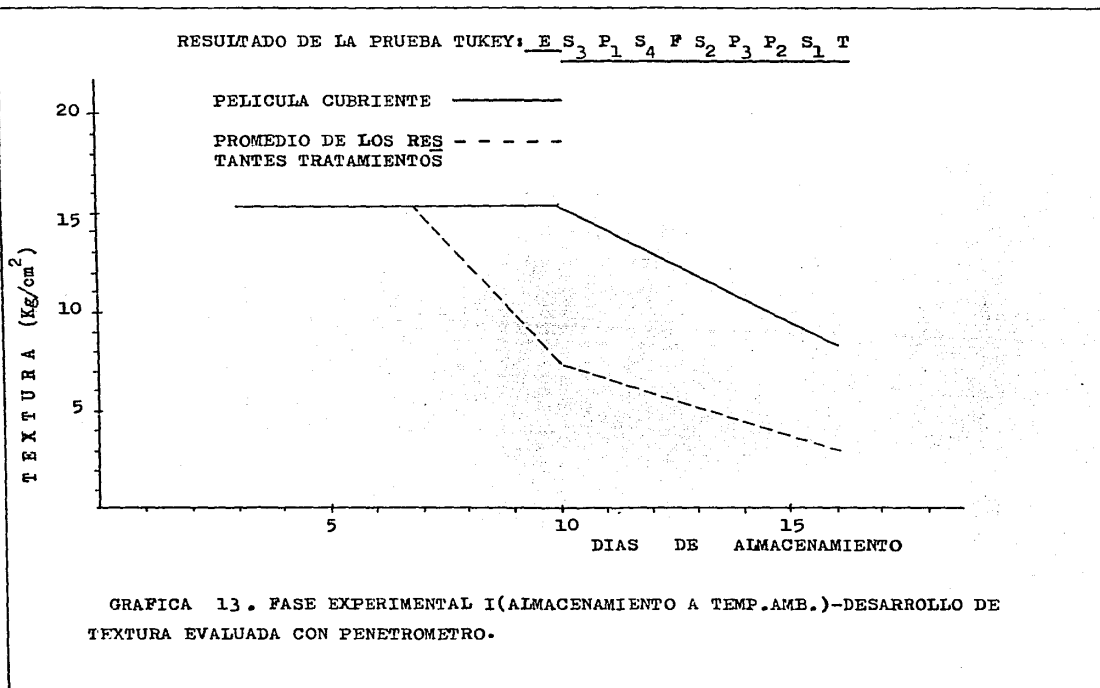
3.1.3. Textura Instrumental.

Uno de los parámetros más importantes en la evaluación de calidad en el aguacate es la textura (6), que se evaluó con penetrómetro.

En la gráfica 13, del análisis de varianza y comparaciones múltiples de Tukey, se encontró de nueva cuenta que el tratamiento con película cubriente es altamente significativo, al compararse con los demás tratamientos. A diferencia del parámetro anteriormente analizado, aquí no se obtuvo un orden definido respecto a tratamientos debido probablemente a la aplicación de la película y dada las características de aplicación, ésta contribuyó de manera determinante en mantener un control ya no sólo en la pérdida de agua sino en la



GRAFICA 12 . FASE EXPERIMENTAL I (ALMACENAMIENTO A TEMP.AMB.)-PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO. RESULTADOS DE LA PRUEBA PARAMÉTRICA TUKEY.



actividad metabólica, manifestándose ésto como un retardo en el proceso de maduración, argumentándose que se genera una atmósfera modificada (7, 13, 82) (Apéndice 2).

3.1.4. Textura Sensorial.

El método dió significancia cuando se analizó el bloques con todos los tratamientos con cloruro de calcio -- (apéndice 4) y el lote Testigo a través de los días de evaluación, para el tratamiento S_4 que corresponde a 0.3 M y 10 min., se tuvo la mayor respuesta. En los trabajos de Tingwa y Young (85) se reporta la acción del calcio, que interviene en muchos procesos fisiológicos fundamentales, a nivel de la pared celular, membranas y actividad de enzimas. Otros estudios (67) reportan que la acción del calcio se manifiesta en la reducción de la actividad de la poligalacturonasa, la cual es responsable entre otras de los cambios de la textura del aguacate.

Del análisis de Friedman para este atributo, se observó que hay una diferencia entre las dos concentraciones -- empleadas (0.3 y 0.1M) respecto a la conservación de la firmeza en el fruto, mientras que el efecto del tiempo (10 y 20 min.) a una misma concentración no fueron percibidos por el panel. Los datos que apoyan lo antes dicho, se encuentran -- en el apéndice 4A, el cual muestra que a una concentración -- de 0.3M se tiene una textura más firme que corresponde a los valores más bajos del cuadro que concuerda a lo esperado en

la hipótesis para el efecto del cloruro de calcio. Así la concentración 0.3M tuvo un efecto mayor sobre el tiempo de conservación que el tratamiento con 0.1M de cloruro de calcio.

De la estadística se infiere, que a pesar de haber una diferencia entre los tratamientos, a una misma concentración pero a diferente tiempo (10 y 20 min.) esta diferencia puede ser debida al azar, ya que la prueba Friedman está basada en la mediana y desprecia de alguna forma los datos extremos de la escala de la prueba.

3.1.5. Color.

La evaluación de los datos mediante el análisis no paramétrico, manifiesta significancia para la aplicación de la película cubriente (Penwalt 12) y el fungicida Tiabendazol (500 ppm.). En lo reportado por Bidwell (10) se expone que para llevarse a cabo la degradación de la clorofila se requiere la presencia de oxígeno, y al aplicar la película cubriente se modifica la atmósfera del fruto, reduciendo el ritmo metabólico por acción de la acumulación de CO_2 (73). Los resultados para la película cubriente pueden ser observados en el apéndice 4B, en donde se aprecia la significancia de este tratamiento respecto a color.

En lo referente a la acción de fungicida tiabendazol, se ha comprobado que es eficaz en aguacate, específicamente para el control de Colletotrichum sp., que produce la antracnosis y en Diplodia sp., que genera algunos tipos de pudrición, lo cual es reportado por la Compañía Merck Sharp

& Domne de México, S.A. Los resultados para el efecto de este tratamiento, pueden observarse en el apéndice 4C, en donde al igual que en el tratamiento anterior, hay una marcada significancia.

Del análisis de datos se puede inferir, que los -- tratamientos: P, que corresponde a 2°C de hidrogenfriamiento, S₄ que corresponde a 0.3 M por 10 min. de inmersión, la aplicación de película cubriente Penwalt 12 y la acción del fungicida Tiabendazol en 500 ppm con tiempo de exposición de -- 10 min., fueron los tratamientos que dieron una respuesta satisfactoria en la vida de almacenamiento del producto.

Para la aplicación del hidrogenfriamiento, los resultados estuvieron de acuerdo a lo propuesto en la hipótesis, que aseveraba que a la temperatura de 2°C, se prolongaría la vida útil del producto en comparación con las temperaturas -- de hidrogenfriamiento de 5 y 8 grados centígrados, sin generar a la vez daños en el producto (ver diapositiva 5).

Para los tratamientos denominados S₄ (solución de CaCl₂, 0.3 M 10 min.) y el tratamiento S₃ (solución de cloruro de calcio 0.3 M 20 min.) se tuvo una buena respuesta en -- la conservación del fruto detectada por el grupo panel. Los resultados obtenidos de este grupo indican la relevancia de la concentración 0.3 M empleada respecto a la de 0.1 M, aunque el grupo panel no detectó diferencias entre los tiempos de exposición empleados para una misma concentración, por lo que considerando lo anterior se eligió por razones de menor

tiempo de operación el S_4 , al tener un tiempo menor de exposición. La elección anterior fué corroborada por el experimento complementario realizado para el estudio de la penetración del $CaCl_2$ en el fruto, como producto del ensayo se obtuvo que a los tiempos de 10 y 20 min (a partir del tiempo 0 a una concentración inicial) la concentración fué la misma, es decir, una vez que la concentración descendió a un valor dado a los 10 min. de exposición, se mantuvo constante hasta los 20 min. concluyéndose que el fruto absorbe una cierta -- cantidad de $CaCl_2$ hasta los 10 min. de tratamiento y se mantiene constante hasta el minuto 20 en el intervalo de tiempo estudiado (ver apéndice 7 y diapositiva 6).

En los resultados obtenidos del análisis estadístico para el tratamiento con fungicida Tiabendazol, se demuestra que los individuos sometidos a este tratamiento se mantuvieron libres de enfermedades como antracnosis y pudriciones, características del fruto por lo que se decidió aplicarlo en la Fase II.

De la misma manera que en el tratamiento anterior la estadística verifica el uso para la Fase II de la Película cubriente, que sobresalió en la conservación del aguacate en comparación con los demás tratamientos; presentando una excelente apariencia comercial (ver diapositiva 7).

Los tratamientos que tuvieron un mejor efecto en el tiempo de conservación del aguacate asociado a una buena calidad, se utilizaron en la Fase II, como tratamientos com-

plementarios al almacenamiento refrigerado, a excepción del hidrogenfriamiento por los motivos expuestós anteriormente.

3.1.6. Propiedades Termofísicas.

En las Gráficas 14A y 14B se muestran los diferentes comportamientos térmicos de algunas propiedades durante el enfriamiento de aguacate por medio de agua (hidrogenfriamiento). En la gráfica 14A se observa la dependencia de la difusividad térmica, en función de la temperatura siendo ésta directa. Para la gráfica 14B se denota la relación del - tiempo de enfriamiento en función de la temperatura, siendo ésta inversa.

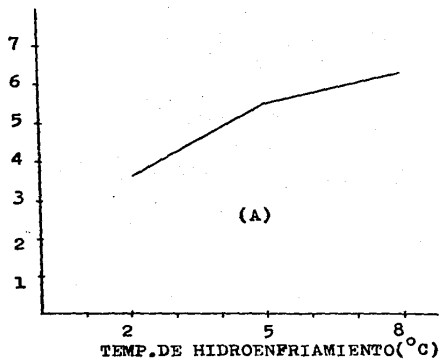
En el tratamiento con hidrogenfriamiento la temperara que arrojó mejores características de conservación en - la calidad fué 2°C (P_1), los datos mostrados anteriormente - respecto a tiempo de enfriamiento, difusividad y coeficiente convectivo pueden servir de referencia para el diseño y estimación de costos en la implementación del hidrogenfriamiento de aguacate.

3.1.7. Conclusiones de la Fase I.

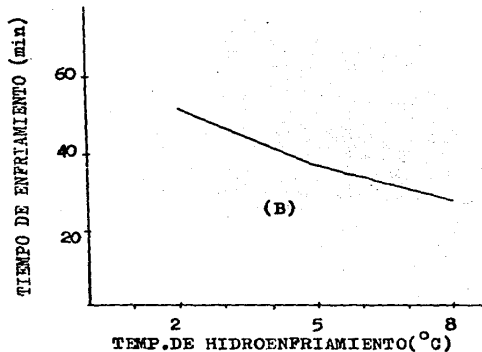
La mejor condición de hidrogenfriamiento es la de - 2°C.

El tratamiento con cloruro de calcio ($CaCl_2$) a una concentración 0.3 M y 10 minutos de inmersión (S_4) fué el que mostró mejores resultados en la conservación.

La utilización de película cubriente, Penwalt-12, -

DIFUSIVIDAD TERMICA(∞)X 10^{-7} (m²/seg)

(A)



(B)

GRAFICA 14. FASE EXPERIMENTAL I(ALMACENAMIENTO A TEMP.AMB.)-PROPIEDADES TERMOFISICAS EVALUADAS DURANTE EL HIDROENFRIAMIENTO DE AGUACATE VAR.HASS.

fué el tratamiento más relevante en la conservación de la ca
lidad del producto.

La aplicación de fungicida, Tiabendazol (a una con
centración de 500 ppm con 10 minutos de exposición) cumplió
satisfactoriamente su objetivo en la prevención de enfermeda
des en el almacenamiento.

La prueba panel resultó ser un buen elemento de --
evaluación para determinar los efectos de los diferentes tra
tamientos empleados en la experimentación.

3.2. DISCUSION DE RESULTADOS DE LA FASE II.

A continuación se discuten los resultados obtenidos en la Fase II de la metodología experimental, en donde se empleó la refrigeración como técnica principal en la conservación de aguacate. Las variables a analizar son fruta vendible, textura (instrumental), pérdida fisiológica de peso, -- pruebas sensoriales (color, sabor, textura, apariencia) y evaluación de daños.

3.2.1. Porcentaje de Fruta Calidad Exportación.

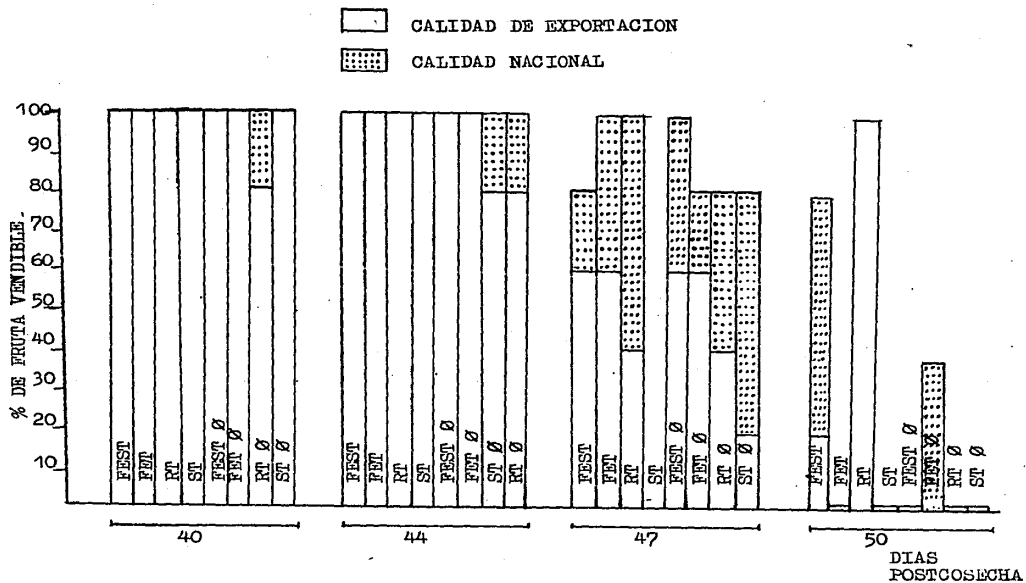
En los histogramas 5, 6 y 7, se aprecia el efecto -- de la temperatura que logró mayor tiempo en la conservación -- en refrigeración que fué 2°C, con lo cual se definieron 50 -- días de vida útil para algunos tratamientos con porcentajes -- de fruta que van del 20 al 100% de buena calidad; cabe mencionar que al día referido, hay un marcado descenso en los atributos de comercialización, mientras que al día 47 se aseguran porcentajes mayores de fruto con calidad exportación (Apéndice 10).

Los resultados difieren de lo reportado por Bosques (13), que indica una conservación de 16 días con calidad ex--portación y 32 días con calidad nacional a la temperatura de 2°C. De igual manera se difiere a lo anotado por Young (92), que almacenó durante 43 días a 2°C, sin embargo, no enuncia la calidad del producto al finalizar el período de almacena--miento.

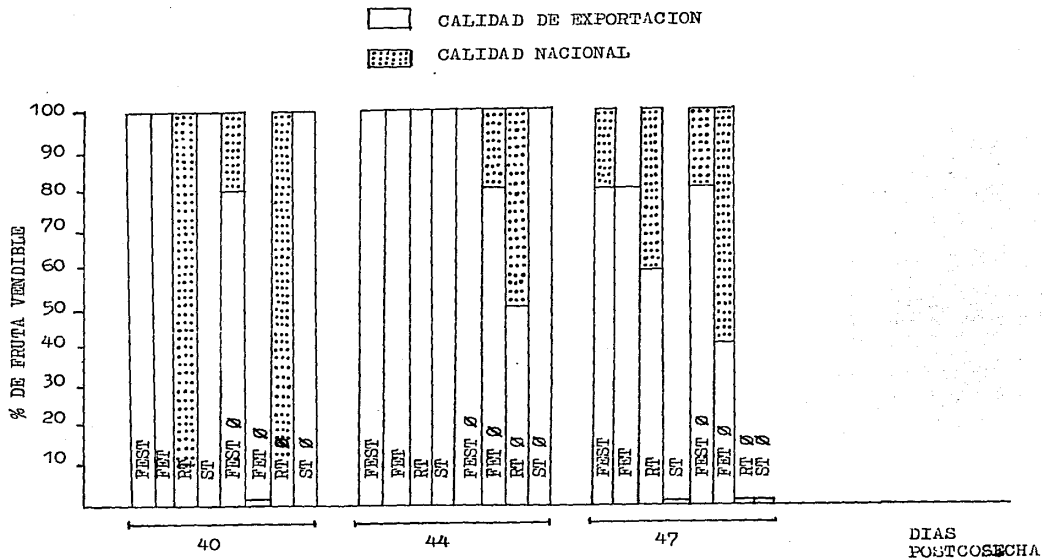
Los resultados obtenidos en el estudio concuerdan - con lo reportado por Kosiyachinda (50), en donde la temperatura que logra mayor tiempo de conservación es 2°C.

En el histograma 5 (2°C), se puede apreciar que los tratamientos que registran altos porcentajes (100%) de fruta calidad de exportación son FEST, FET, RT, ST, FEST \emptyset y FET \emptyset hasta el día 44 apreciando una marcada diferenciación entre ellos al día 47; al finalizar el período de conservación sobresalen los tratamientos FEST y testigo, ambos en 3/4 sazón atribuyéndose ésto a el efecto de la baja temperatura en el metabolismo del aguacate, presentando una mayor respuesta en la conservación, en comparación con el efecto que manifiestan los demás tratamientos empleados en la experimentación para - este mismo fin.

Para la temperatura de 4°C, se alcanzaron 47 días - de almacenamiento para varios tratamientos superando algunos el 50% de producto calidad de exportación. Rebasando lo definido por Young (92) para 4°C, el cual establece 30 días de almacenamiento con una calidad regular en el fruto. En el - histograma 6 (4°C) se observa el día 44 de refrigeración que para la mayoría de los tratamientos (6 de los 8 empleados) - se tiene 100% de fruta vendible apreciándose que el tratamiento con porcentaje más elevado a lo largo del almacenamiento - es el FEST en el estado de madurez 3/4 sazón; siguiendo a -- continuación en importancia el FET en estado 3/4 sazón, al -



HISTOGRAMA 5. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) PORCIENTO FRUTA VENDIBLE DE LOS TRATAMIENTOS A 2° C. GRUPO SENSORIAL SIEMIENTRENADO

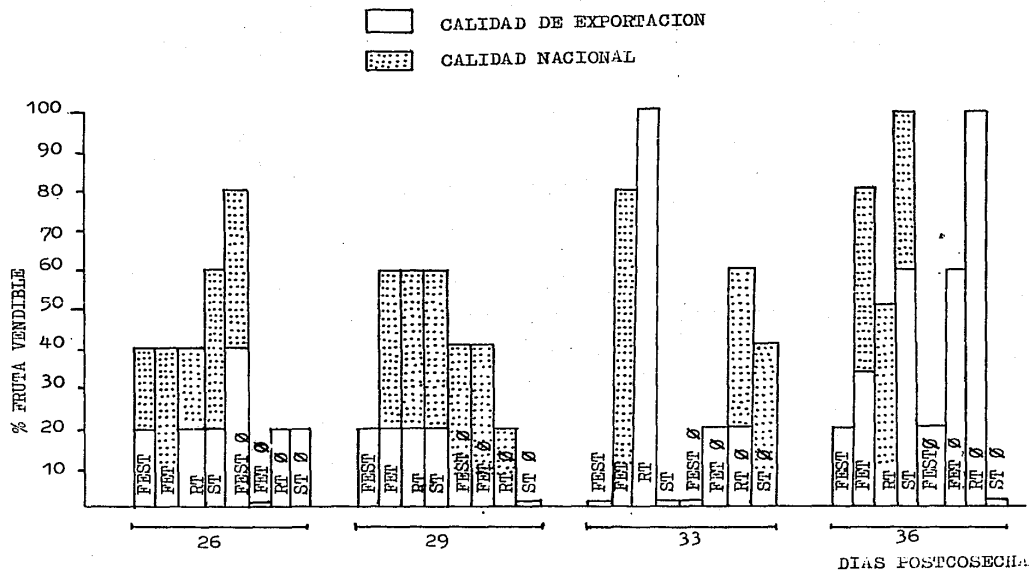


HISTOGRAMA 6 . FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) PORCIENTO FRUTA VENDIBLE DE LOS TRATAMIENTOS A 4°C. GRUPO SENSORIAL SEMIENTRENADO.

día 47 los tratamientos antes señalados se diferencian por - ausencia en el porcentaje de fruta calidad nacional para el - tratamiento FET 3/4 sazón.

En lo que respecta a los lotes sometidos a 6°C, se aprecia en el histograma 7, que se alcanzaron 36 días de almacenamiento en frío con porcentajes para algunos tratamientos mayores del 50% de fruta para exportación, que comparado con Zauberman (96), quien logra 20 días de vida útil a esta temperatura, se superaron los días de almacenamiento con producto en buenas características comerciales; para el mencionado histograma se aprecia que durante el almacenamiento los tratamientos con mayores porcentajes de fruta calidad de exportación son los lotes tratados con calcio (ST) en 3/4 sazón, seguido del tratamiento FET en 1/2 sazón y el tratamiento FET - en 3/4, notándose que para el día 36 se tiene una calidad de exportación (100%) del lote testigo en estado 1/2 sazón, lo que se puede atribuir que el aguacate en general no presentó alteraciones debido a que fué seleccionado y clasificado cuidadosamente en las operaciones preliminares. Es importante mencionar, las comparaciones de los porcentajes de fruta que se tiene para esta temperatura (6°C) en relación con los lotes sometidos a 2 y 4°C.

Durante la experimentación surgieron imprevistos - como en el caso de las temperaturas (2 y 4°C) que superaron el objetivo planteado al inicio. Así los histogramas 8 y 9,



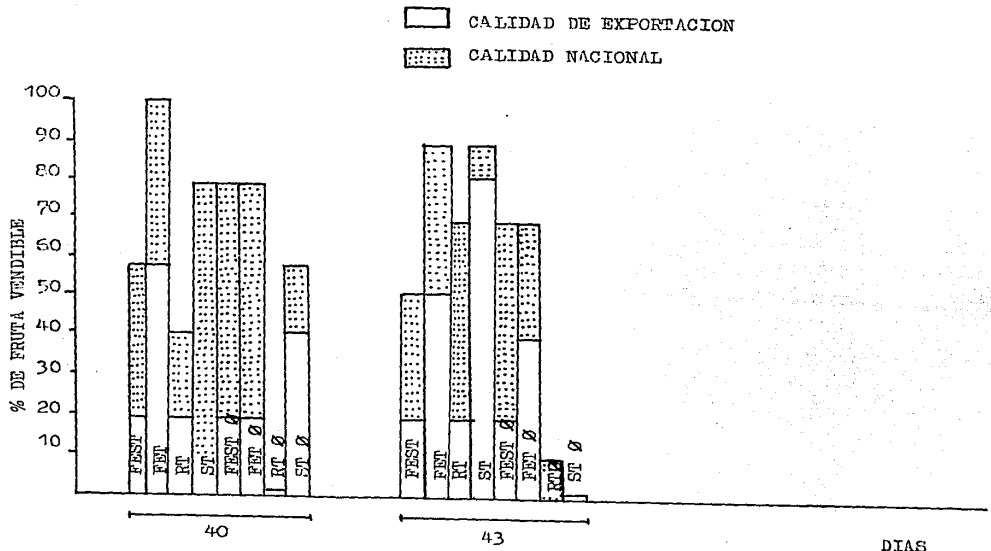
HISTOGRAMA 7 . FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) PORCIENTO DE FRUTA VENDIBLE DE LOS TRATAMIENTOS A 6 °C. GRUPO SENSORIAL ENTRENADO.

son los de la fruta que se expuso a vida de anaquel después - de transcurridos 37 días de conservación en frío para el almacenamiento a 2 y 4°C, ya que la mayoría de los lotes a estas temperaturas presentaban una cálida excelente, y como inicialmente el objetivo del trabajo se fijó en alcanzar 35 días de conservación, se determinó continuar el almacenamiento refrigerado, para superar la meta inicial, así la mitad de los lotes tratados y sometidos a temperaturas de 2 y 4°C continuaron en almacenamiento refrigerado; mientras que la mitad restante de la fruta en experimentación se sujetó a temperatura ambiente para determinar su vida de anaquel.

El histograma 8, muestra los resultados para el agua cate que maduró en vida de anaquel proveniente de la cámara a 2°C, que alcanzó un total de 43 días de vida útil (37 días en refrigeración) incluyendo 6 días de vida de anaquel, apreciándose en dicho histograma que sólo un tratamiento alcanzó más del 50% de fruta con características para exportación. En el histograma referido el tratamiento con mayor estabilidad en - el porcentaje de fruta vendible a lo largo de la vida de anaquel es el denominado FET en estado 3/4 sazón, siguiéndole en importancia el tratamiento con cloruro de calcio ST y 3/4 sazón.

En el histograma 9, se aprecia que el porcentaje de fruta calidad de exportación proveniente de la cámara a 4°C, la cual alcanzó de manera similar al de la fruta anterior 43 días de vida útil al incluir los 6 días de vida de anaquel -

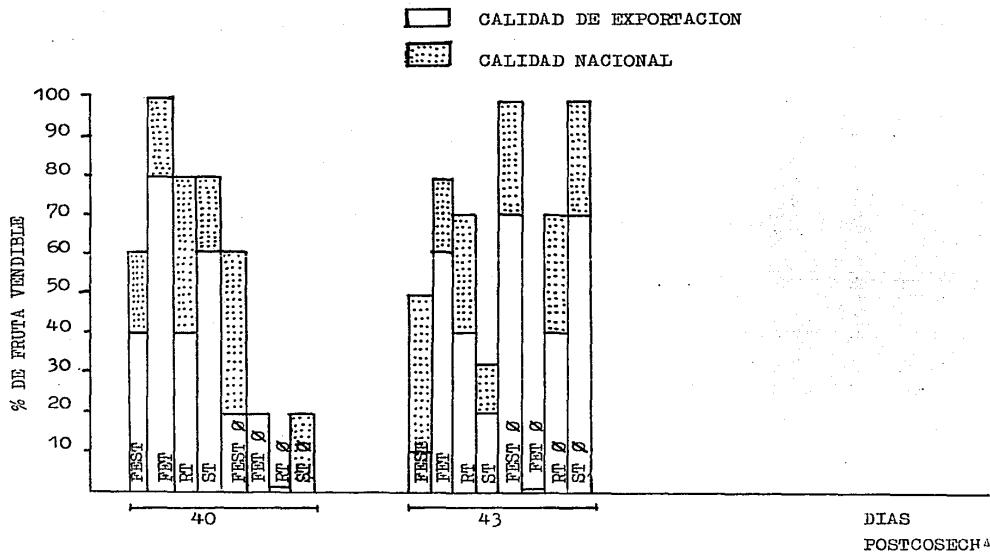
100.



HISTOGRAMA 8 . FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION), FORCIENTO DE FRUTA VENDIBLE DE LOS TRATAMIENTOS EN REFRIGERACION HASTA EL DIA 37 Y QUE SE EX-PUSIERON A VIDA DE ANAQUEL 6 DIAS. GRUPO SENSORIAL ENTRENADO

2 ° C

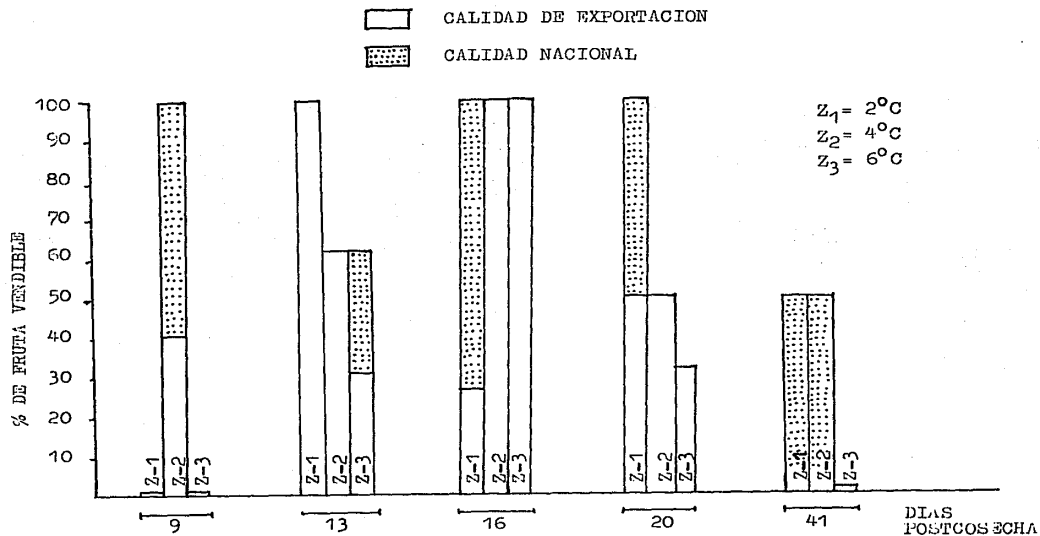
DIAS POSTCOSECHA



HISTOGRAMA 9 . FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION), PORCIENTO DE FRUTA VENDIBLE DE LOS TRATAMIENTOS EN REFRIGERACION HASTA EL DIA 37 Y QUE SE EXFUSIERON A VIDA DE ANAQUEL 6 DIAS. GRUPO SENSORIAL ENTRENADO

en que se mantuvo al producto a temperatura ambiente. Analizando los datos se muestra que para 3 de los tratamientos empleados se alcanzaron porcentajes mayores al 50%; destacando en primer término el FET en 3/4 sazón, siguiendo en importancia el FEST en 1/2 sazón, observándose también que para el día 43 último en vida de anaquel para esta temperatura (4°C) se tiene un porcentaje importante de fruta vendible (más del 60%) para el tratamiento con calcio ST en 1/2 sazón; ésto se cree sea debido al efecto de la temperatura y calcio aunado al estado de madurez considerado 1/2 sazón, cuya combinación puede ser la adecuada en la conservación de la calidad.

En el histograma 10, se muestran los resultados del porcentaje de fruta vendible para el aguacate que se trabajó en estado maduro (Z), que se esquematizó en el diagrama experimental, como uno de los tres estados de madurez a estudiar. En dicho histograma se observa que para esta fruta se alcanzan 20 días de almacenamiento con material calidad exportación, con un porcentaje de 50% para la fruta en estado maduro expuesta a 2°C (Z-1) y para la sujeta a 4°C (Z-2). Respectivamente para el día 41, último día en que se observó la fruta, se obtuvo ésta sólo con calidad nacional para ambos tratamientos; significando que se acaba el potencial de vida útil del producto. En el mismo histograma se aprecia que el tratamiento con mayores porcentajes de fruta vendible es el Z-1 y en el caso específico para fruta calidad de exportación sobresale el tratamiento Z-2 a lo largo del almacenamiento en frío.



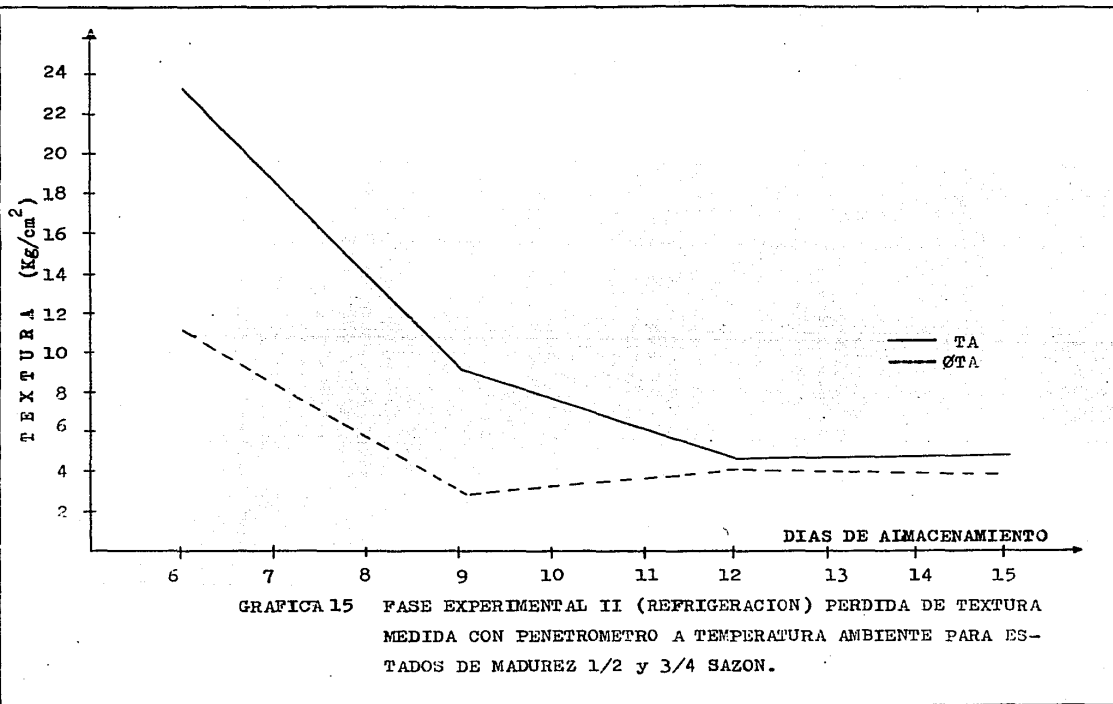
HISTOGRAMA 10 . FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION), PORCIENTO DE FRUTA VENDIBLE EN ESTADO MADURO SOMETIDO A DIFERENTES TEMPERATURAS GRUPO SENSORIAL SEMI-ENTRENADO.

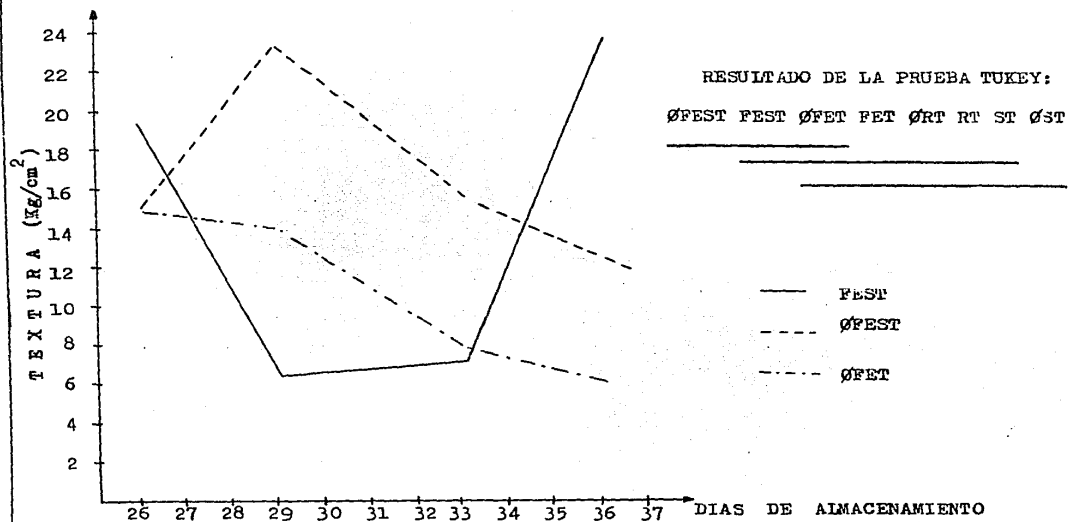
Las observaciones anteriores concuerdan con lo reportado por Young (92) para 2°C con fruta en estado maduro.

3.2.2. Textura.

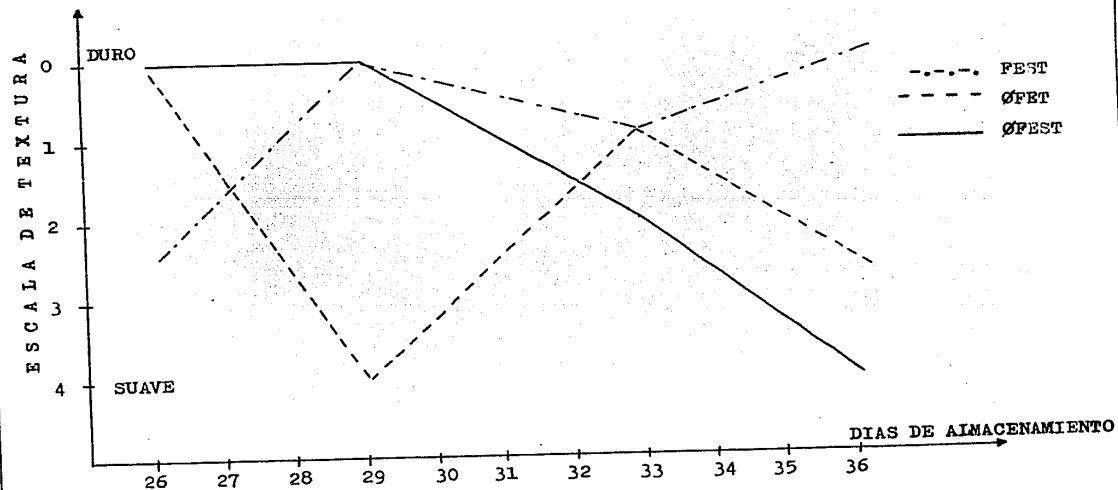
En la gráfica 15, se observa que el aguacate control o la fruta que se expuso a temperatura ambiente sin ningún -- tratamiento, reporta un comportamiento típico, en la pérdida de textura, alcanzando una vida útil de 15 días en los estados de madurez empleados. En la gráfica se aprecia, el rápido abatimiento en la firmeza del fruto que es indicativo del avance de la maduración (53, 85, 87). La gráfica mencionada muestra los resultados del análisis de textura utilizando penetrómetro (En el apéndice 11 se aprecian los cuadros de varianza y Prueba Tukey para las temperaturas de, 2°, 4° y 6°C).

Las gráficas 16 y 17, muestran los resultados de la pérdida de textura para los lotes de la cámara a 6°C. La --- gráfica 16 se refiere a la evaluación de la textura instrumental (penetrómetro), en dicha gráfica solamente aparecen incluidos los tratamientos relevantes del análisis estadístico empleado, de donde se obtuvo como mejor tratamiento el FEST en 1/2 sazón, siguiéndole en orden de importancia los tratamientos FEST en 3/4 y el FET en 1/2 sazón, que se muestran en la gráfica. El mejor tratamiento manifiesta una textura que pudiera considerarse como óptima para el día 36 de almacenamiento con 13 Kg/cm². En la gráfica 17, aparecen los resultados de textura evaluada por el grupo panel entrenado, es decir -





GRAFICA 16. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE TEXTURA EVALUADA CON PENETROMETRO A 6°C.

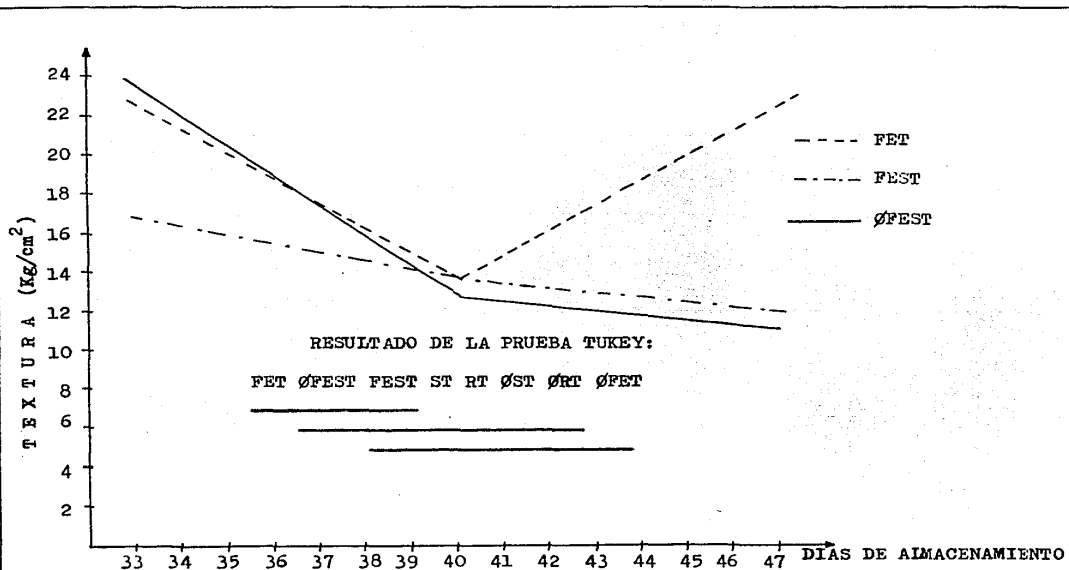


GRAFICA 17. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE TEXTURA EVALUADA POR GRUPO SENSORIAL ENTRENADO, A 6°C.

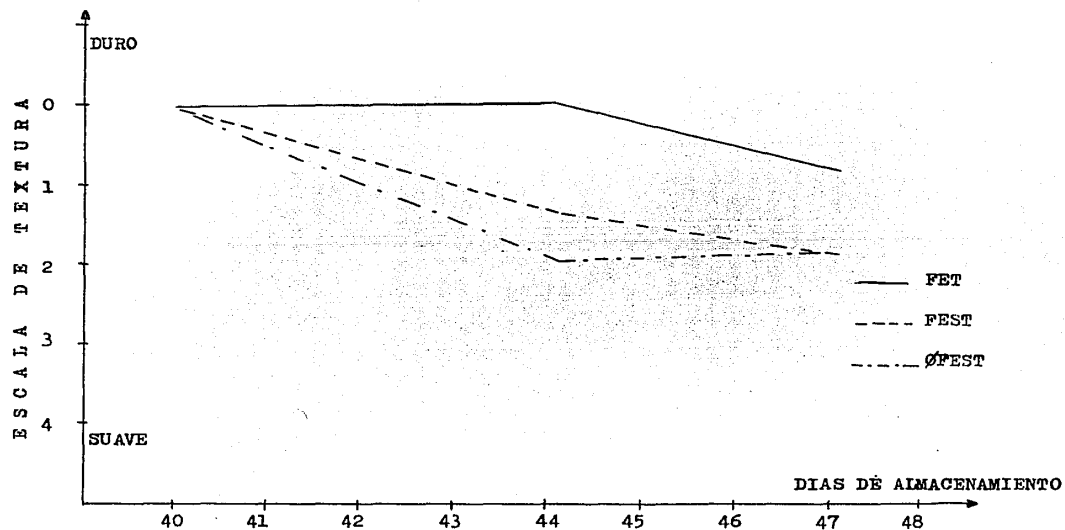
variable no paramétrica, misma que al ser comparada con la -- gráfica 16 se aprecia que existe una interrelación entre la - prueba instrumental y la prueba panel, para el renglón textu- ra concordando con lo expuesto por Watada (89), que asegura - que al haber una relación entre el método subjetivo y el méto- do objetivo para la evaluación de firmeza resulta indicativo de que la prueba estuvo bien realizada (5, 14, 57).

Se indica en las gráficas 18, 19 y 20, los resulta- dos de textura para los tratamientos expuestos a la temperatu- ra de 4°C. La gráfica 18, reporta lo obtenido al aplicar la prueba Tukey en la evaluación de textura con penetrómetro in- dicando como mejor tratamiento el FET en 3/4 sazón, poniendo de manifiesto la importancia de la película cubriente, como - técnica de conservación del producto (82). La gráfica 19, re- sulta de la evaluación del grupo panel semientrenado, cabe - mencionar que este grupo empezó a evaluar a partir del día 40 de almacenamiento.

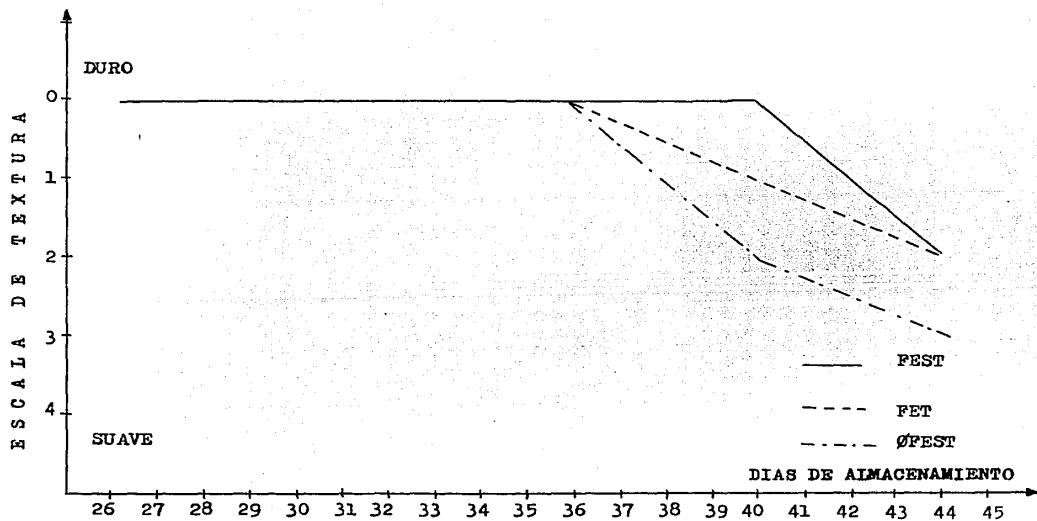
Comparando las curvas de las gráficas 18 y 19, se - denota la interrelación que hay entre los métodos de evalua- ción pues con ambos se obtienen como mejores tratamientos los anotados en el inciso anterior. La gráfica 20, presenta los datos del grupo panel entrenado, donde se obtiene el compor- tamiento típico de la textura en aguacate, apreciándose como mejores tratamientos los mismos que en las curvas anteriores (18 y 19), difiriendo con éstas en lo referente al orden de importancia de los tratamientos. La gráfica 20 concuerda con



GRAFICA 18. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE LA TEXTURA EVALUADA CON PENETROMETRO A 4°C.



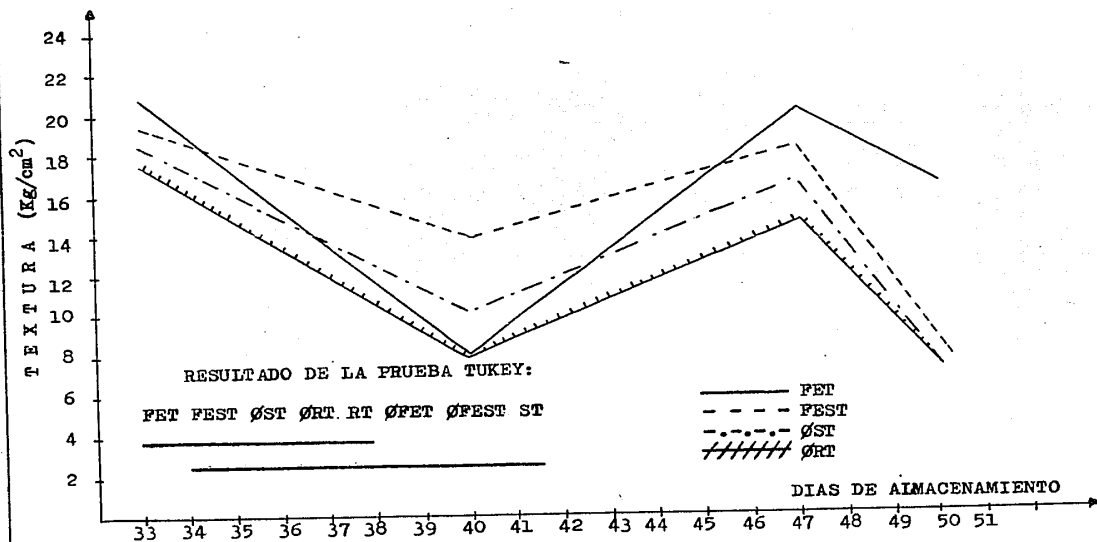
GRAFICA 19. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE LA TEXTURA EVALUADA POR GRUPO SENSORIAL SEMIENTRENADO A 4°C.



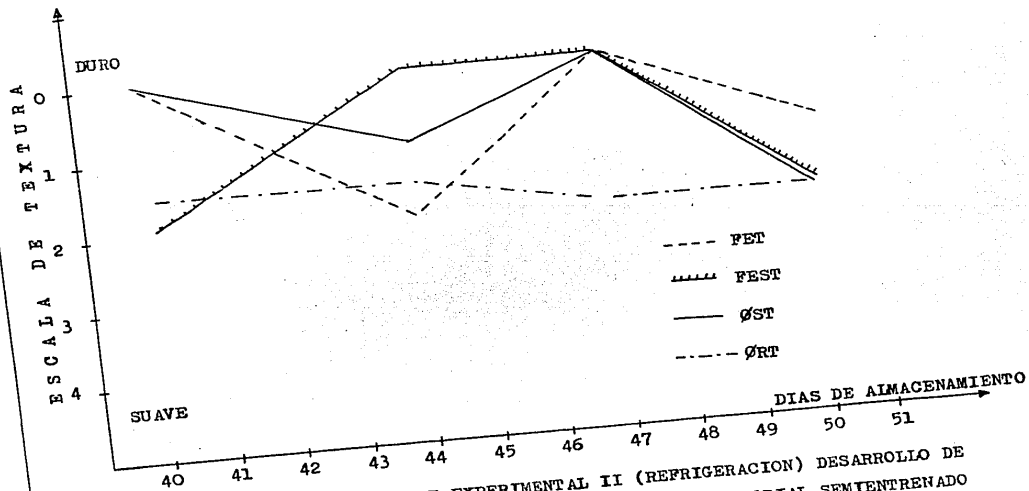
GRAFICA 20. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE TEXTURA EVALUADA POR GRUPO SENSORIAL ENTRENADO A 4°C.

lo expuesto por Eaks (47) en donde se reporta que después de 5 semanas de almacenamiento refrigerado a 4°C se requieren 7 días en condiciones ambientales para que se manifieste el -- ablandamiento, como puede observarse en dicha gráfica en donde sucede a partir del día 37 y corre hasta el día 44, en -- donde se realiza la última evaluación para esta temperatura.

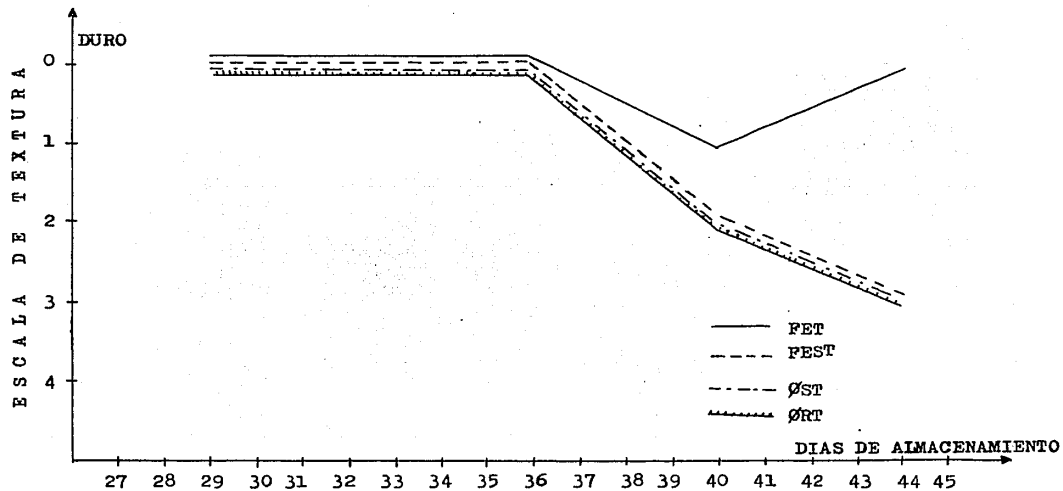
La gráfica 21, 22 y 23 contienen los resultados para textura de los tratamientos expuestos a la temperatura de 2°C; en la primera (gráfica 21) se aprecian los resultados -- arrojados por la prueba Tukey, para la evaluación instrumen-- tal de la textura, de donde se obtuvo como mejor tratamiento con una mayor respuesta en el tiempo de conservación el FET 3/4 sazón siguiéndole en importancia el FEST 3/4 sazón, el ST en 1/2 sazón y por último los lotes testigos en 1/2 y 3/4 sazón; los resultados obtenidos se piensa fueron debido al ma-- yor efecto de la temperatura respecto al de los tratamientos (calcio, película cubriente y fungicida) porque no existe --- una lógica en lo esperado. En la gráfica 22, se observan los resultados para textura manifestados por el grupo panel semientrenado donde el comportamiento es similar a la prueba con penetrómetro, en el orden de los tratamientos. En la gráfi-- ca 23, se expresa la respuesta de la prueba de textura eva-- luados por el grupo panel entrenado, apreciándose la significancia en la conservación de textura del producto del trata-



GRAFICA 21. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE TEXTURA EVALUADA CON PENETROMETRO A 2°C.



GRAFICA 22. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE TEXTURA EVALUADA POR GRUPO SENSORIAL SEMIENTRENADO A 2°C.

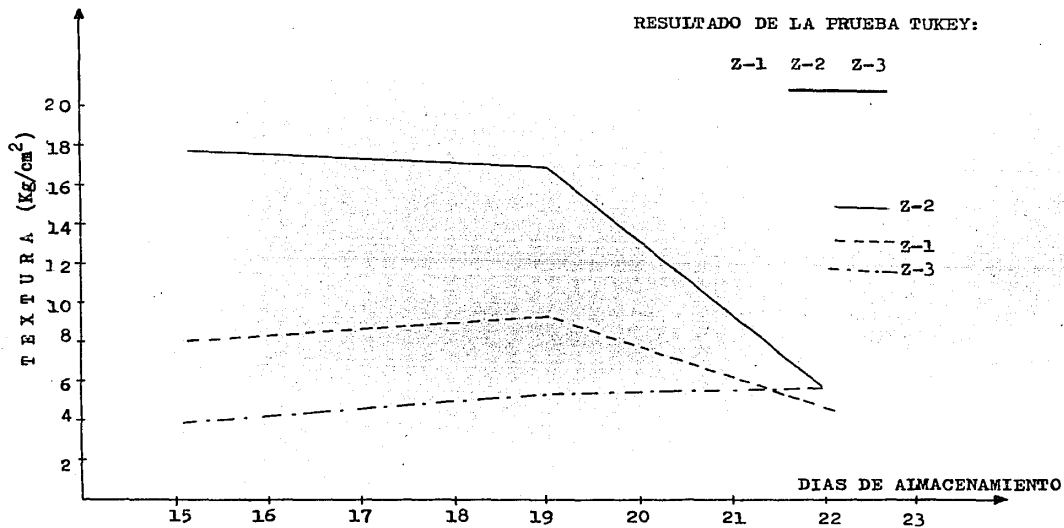


GRAFICA 23. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE TEXTURA EVALUADA POR GRUPO SENSORIAL ENTRENADO A 2°C.

miento FEt 3/4 sazón, respecto al resto de lotes, que también arrojaron buenos resultados en la conservación de la firmeza. Apreciándose además un comportamiento similar para todos estos tratamientos; cabe destacar que los resultados son congruentes con lo reportado por Eaks (47), indicando que después de 5 semanas a baja temperatura de almacenamiento, se alcanza un ablandamiento aproximadamente en 5 días al exponer el fruto a temperatura ambiente.

Del método de Friedman, se obtuvo una diferencia significativa entre los lotes conservados a 6°C y los almacenados a 2 y 4°C denotando así una mayor pérdida en la firmeza del fruto almacenado a 6°C; con lo que respecta a las temperaturas de 2 y 4°C, no se verificó diferenciación entre sí para la conservación de la textura por este método estadístico.

En lo que respecta a los lotes que se manejaron en estado maduro, para cada una de las temperaturas utilizadas, del análisis estadístico de comparaciones múltiples de Tukey, se puede apreciar en la gráfica 24, que la textura se pierde de manera paulatina para estos individuos, observándose que hay una marcada diferencia entre el lote sometido a 4°C (Z-2) que fué el más relevante, en comparación con el lote a 2°C (Z-1) que siguió en importancia y por último el aguacate sometido a 6°C (Z-3). Asimismo se observa la rápida pérdida de textura, ya que para el día 21 se tuvieron los valores más bajos en firmeza del fruto, manifestándose un grado de madurez muy avanzado, que pudiera considerarse como el período de senescencia.



GRAFICA 24. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE LA TEXTURA EVALUADA POR PENETROMETRO PARA EL EDO. MADURO A DIFERENTES TEMPERATURAS DE REFRIGERACION.

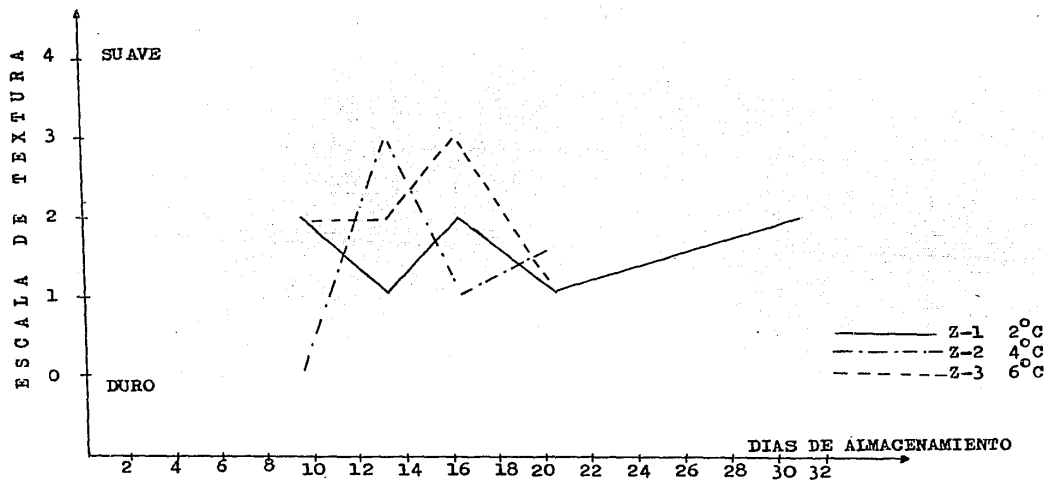
En la gráfica 25, se advierten los resultados de -- textura, que aportó el grupo sensorial semientrenado, al aplicar el análisis de Friedman, para encontrar la relación temperatura-estado de madurez (Z) resultando que el lote que conservó esta característica fué el expuesto a la temperatura de 2°C, siguiéndole el almacenado a 4°C y finalmente el expuesto a 6°C (Apéndice 12), quedando como mejor tratamiento el lote en estado maduro a 2°C (Z-1).

Así de las gráficas 15 a la 25 se muestra la relación entre la madurez y la pérdida de textura; ésto último es congruente y consecuente con la acción de las enzimas péctica y celulosas, mismas que se manifiestan al madurar el fruto, verificándose que a temperaturas más bajas se retarda la acción sobre la firmeza del fruto debido ésto a la termodependencia de las enzimas (5, 9, 40, 56, 71, 92, 94).

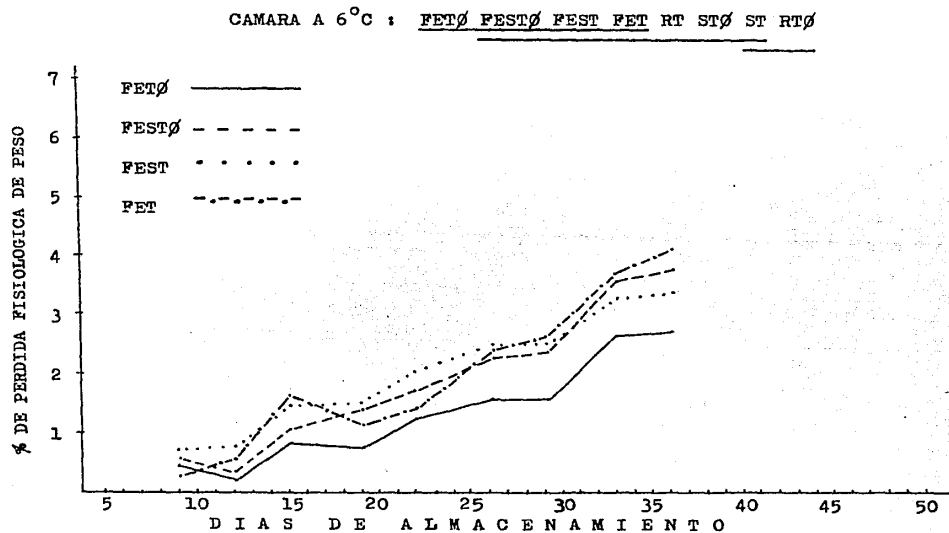
3.2.3. Pérdida Fisiológica de Peso (P.F.P.).

Se determinó debido a que el fruto sigue teniendo actividad metabólica específicamente sigue respirando y transpirando por lo cual pierde peso disminuyendo la calidad en sus atributos de comercialización. En el caso cuando se excedía la humedad en la cámara de conservación se empleó sílica gel que funcionó como elemento higroscópico (diapositiva 2).

La gráfica 26, muestra los resultados del ANOVA y prueba Tukey para la P.F.P. para los lotes tratados a 6°C;



GRAFICA 25. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION) DESARROLLO DE TEXTURA EVALUADA POR GRUPO SENSORIAL SEMIENTRENADO PARA ESTADO MADURO, A DIFERENTES TEMPERATURAS DE REFRIGERACION.

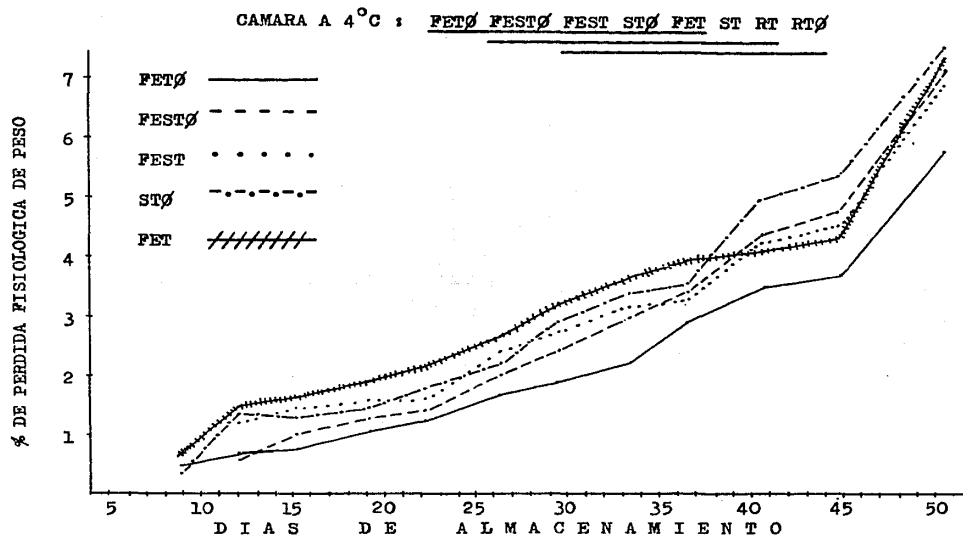


GRAFICA 26 . FASE EXPERIMENTAL II(REFRIGERACION)-PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO. RESULTADOS DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LA PRUEBA PARAMÉTRICA TUKEY.

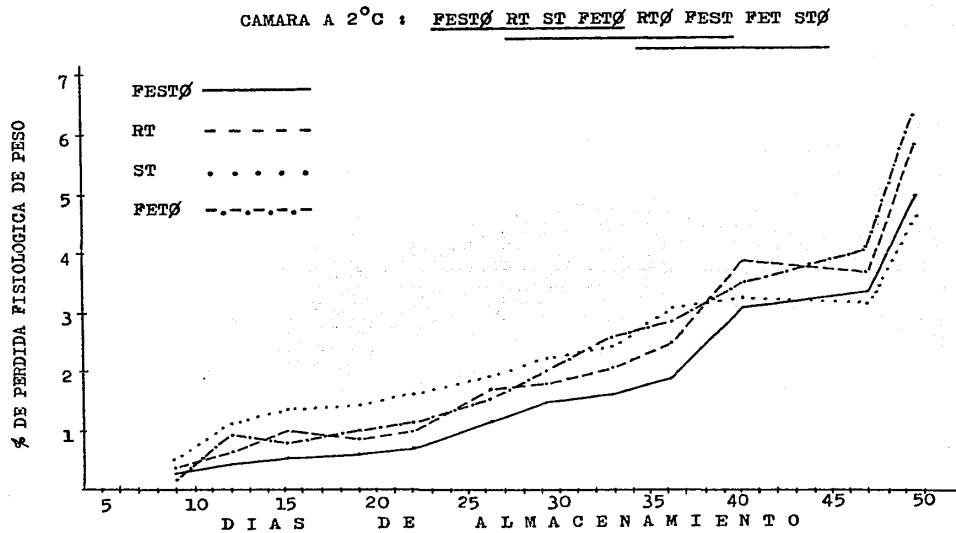
se aprecia en la gráfica la importancia que toma la aplicación de la película cubriente como método para controlar la pérdida excesiva de agua. El tratamiento más relevante fué el FET en estado 1/2 sazón, siguiendo en importancia el FEST 1/2 sazón, FEST 3/4 sazón y el FET en 3/4 sazón. En general se tuvo para los tratamientos mencionados una P.F.P. que no rebasó el 5%.

En la gráfica 27, se evidencian los resultados de P.F.P. para los tratamientos expuestos a 4°C observándose como mejor tratamiento el FET estado 1/2 sazón quien alcanzó una pérdida de peso de 3.1% para el 40avo. día de almacenamiento el cual al ser transferido a temperatura ambiente -- (vida de anaquel) llega hasta el día 47, sufriendo una pérdida total de peso del orden de 5.5%. De igual forma que en la gráfica 26 se define la relevancia de la película cubriente, en la atenuación de la P.F.P., pero destacando también para esta temperatura el tratamiento con cloruro de calcio ST aunado al estado de madurez 1/2 sazón. En general para todos los tratamientos a esta temperatura (4°C), la pérdida de agua a los 44 días de almacenamiento no es mayor del 5%, y posteriormente al transcurrir la vida de anaquel del día 44 al día 47 la pérdida no superó el 8%.

Así se muestra en la gráfica 28, lo referido a la P.F.P. de los tratamientos sometidos a la temperatura de -- 2°C, observándose que el FEST con madurez 1/2 sazón manifes



GRAFICA 27. FASE EXPERIMENTAL II(REFRIGERACION)-PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO. RESULTADOS DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LA PRUEBA PARAMÉTRICA TUKEY.



GRAFICA 28. PASE EXPERIMENTAL II(REPRIGERACION)-PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO. RESULTADOS DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LA PRUEBA PARAMÉTRICA TUKEY.

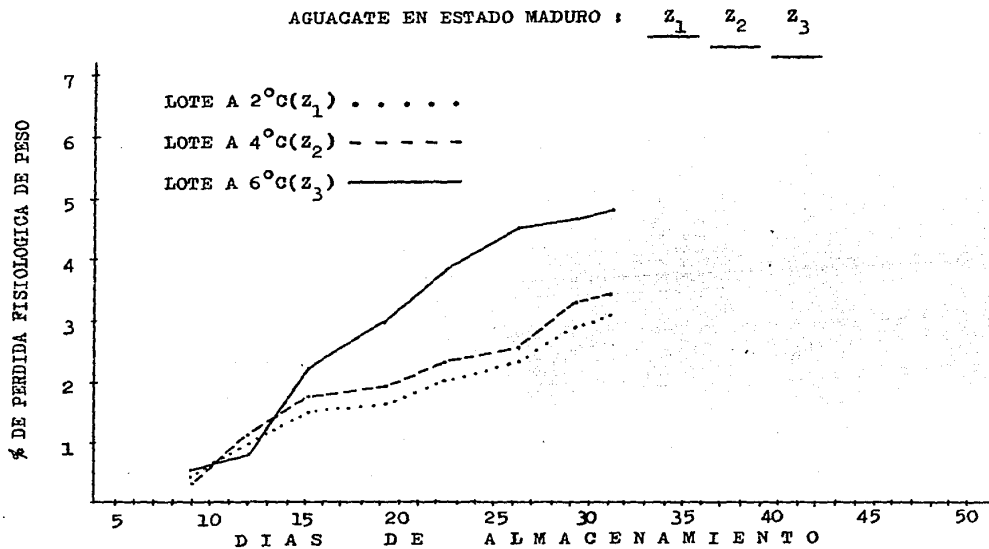
tó un máximo de 3.2% de pérdida en condiciones de almacenamiento refrigerado hasta el día 47, estableciéndose como el mejor tratamiento y a partir del día señalado hasta el día 50 en -- que se dió término a su conservación, registró valores de --- P.F.P. de 5.25%, notando que los tratamientos que siguen en - importancia son el testigo en 3/4 sazón, el denominado ST con similar estado de madurez y finalmente el FET en estado 1/2 - sazón, atribuyéndose los resultados obtenidos, a que el efecto principal en la conservación de la calidad del producto - radica en la baja temperatura y es de llamar la atención que en términos generales a la temperatura de 2°C aún después de 3 días de vida de anaquel (del día 47 al día 50) la P.F.P. - no fué superior al 7%.

Se aprecia en la gráfica 29, el comportamiento de la P.F.P. de los lotes de aguacate en estado maduro (Z). Don de el análisis estadístico indicó como mejor tratamiento el conservado a 2°C (Z-1) con un valor de 3.1% para la refrigeración (ver análisis en apéndice 13).

3.2.4. Color.

La evaluación de este atributo se realizó por la técnica de Friedman procediendo a contrastar las temperaturas con los tratamientos empleados (Apéndice 14). Los resultados de la prueba indican una diferencia significativa entre ellos.

El análisis estadístico hace notar que a 6°C en --



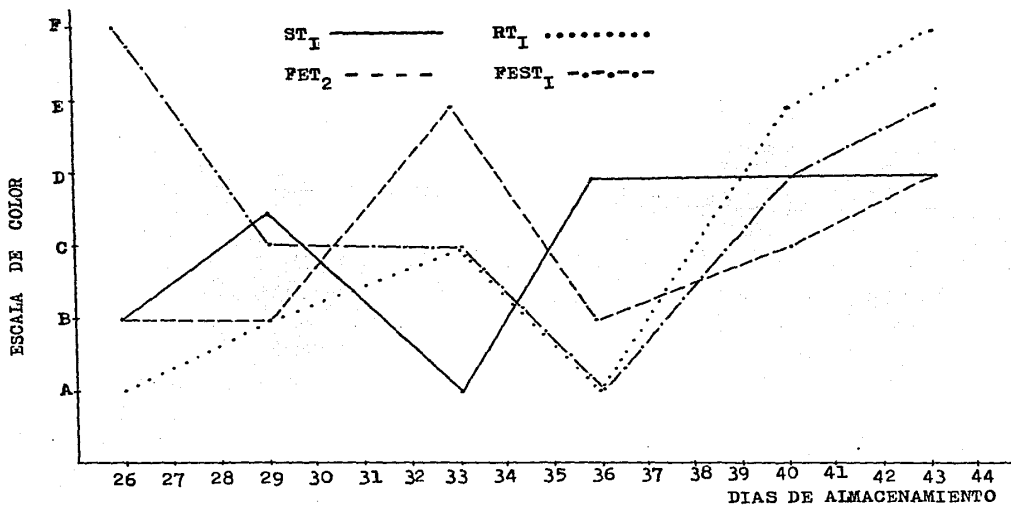
GRAFICA 29. FASE EXPERIMENTAL II(REFRIGERACION)-PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO, PARA AGUACATE EN ESTADO MADURO EXPUESTO A LAS TEMPERATURAS DE 2,4 Y 6°C. RESULTADOS DE LA PRUEBA PARAMÉTRICA TUKEY.

comparación con las temperaturas de 2 y 4°C, se manifiesta -- una pérdida del color verde. El análisis estadístico para esta prueba se expresó en una forma similar al de la prueba --- Tukey, sobresaliendo en la conservación del color verde, el - tratamiento en que se utilizó cloruro de calcio (ST) a la temperatura de 2°C en estado de madurez 3/4 sazón, lo que se piensa es debido al efecto del calcio en el metabolismo de la -- fruta; el calcio se conoce está involucrado en procesos fisiológicos fundamentales.

Se estimó en la gráfica 30, la evolución de color - de los mejores tratamientos, destacándose como se dijo el tratado con calcio (ST₁3/4) denotado en porcentaje de color oscuro en la cáscara, del 40 al 60% (diapositiva 8). Otros de los tratamientos que manifestaron la conservación de color - verde durante el almacenamiento fueron los tratamientos; FET . a 4°C en 3/4 sazón, el lote testigo RT a 2°C en 3/4 sazón y - el FEST a 2°C en 3/4 sazón. De los resultados anteriores se deduce que el efecto de la baja temperatura (2°C) atenúa el ritmo metabólico y para este caso en específico se reduce -- muy probablemente la acción de las clorofilasas, quienes actúan en la separación del grupo fitol de la clorofila, dando una estructura residual conocida como clorofilida, que es el primer paso para la degradación de la clorofila y pérdida de color verde (10).

3.2.5. Color, Sabor y Apariencia de Aguacates, en Estado Maduro.

RESULTADOS DEL ANALISIS FRIEDMAN: ST₁ FET₂ RT₁ FEST₁ FEST₂ FEST₀₁



GRAFICA 30. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION)-EVOLUCION DE COLOR PARA LOS MEJORES TRATAMIENTOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FRIEDMAN (EXPRESADO DE MANERA SIMILAR A LA PRUEBA PARAMETRICA DE TUKEY). (NOTA: VER SIGNIFICADO DE LA ESCALA GRAFICA 31).

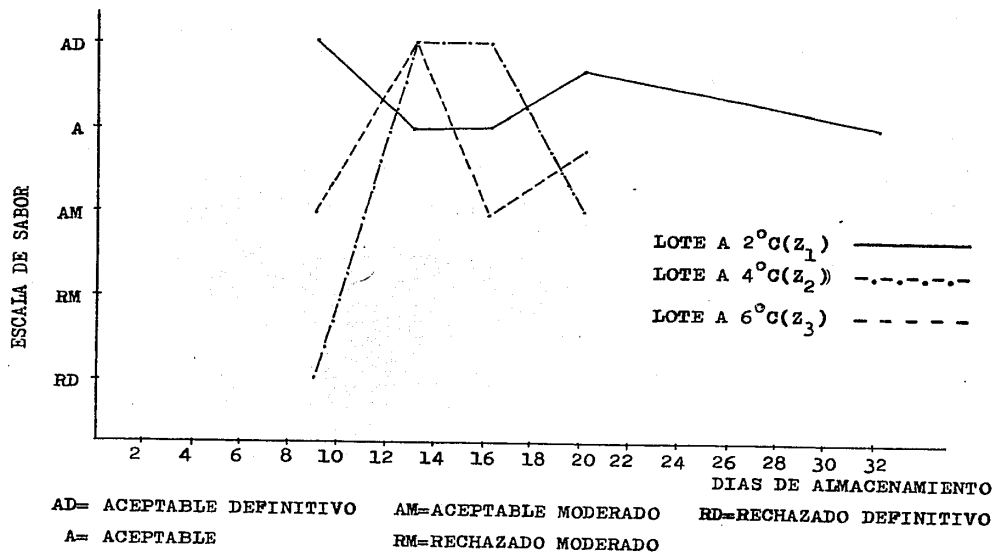
A continuación se discuten los resultados para los lotes de aguacate en estado maduro Z, para los atributos de color, sabor y apariencia (En el apéndice 12 se anotan los -- cuadros del análisis de Friedman para aguacate maduro Z a temperatura de 2°, 4° y 6°C).

Color. El avance del color con respecto al tiempo de conservación del aguacate en estado maduro sometido a las tres temperaturas experimentales, se observa en la gráfica 31. El lote sometido a 4°C es el que conserva un color que va del 80 al 100% de color oscuro, siguiendo en significancia el lote sometido a 2°C (Z-1) y posteriormente al sujeto a la temperatura de 6°C (diapositiva 8).

Sabor. Los resultados del análisis de Friedman para los lotes en estado maduro, muestran que el mejor tratamiento fué el del lote sometido a 2°C (Z-1) siguiendo a continuación los individuos expuestos a 4°C y finalmente los de la cámara de 6°C.

En la gráfica 32 se observan los datos registrados por el panel semientrenado para la evaluación del sabor. Los frutos sujetos a 2°C alcanzaron 31 días de almacenamiento en frío, lo cual supera lo reportado por Young (92), quien indica para aguacate en estado maduro sometido a 2°C 24 días de conservación.

Apariencia. Para este atributo la evaluación se realizó para las tres temperaturas empleadas (2, 4 y 6°C) has



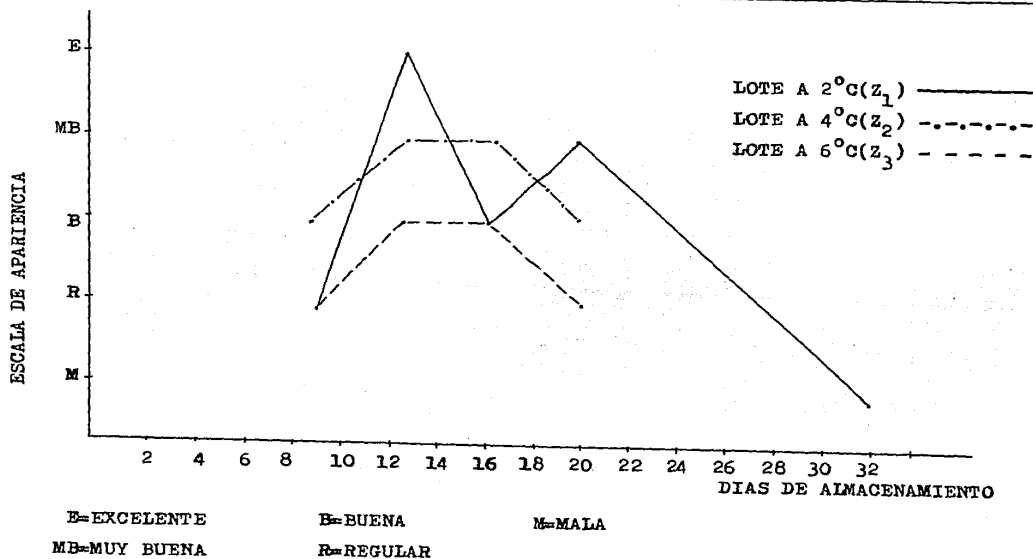
GRAFICA 32 . FASE EXPERIMENTAL II(REFRIGERACION)-DESARROLLO DE ATRIBUTO DE SABOR EN AGUACATE VAR.HASS EN ESTADO MADURO, A DIFERENTES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO REFRIGERADO.

ta el día 20, en este intervalo resultó como mejor tratamiento el aguacate mantenido a 4°C (Z-2), dato que se muestra en la gráfica 33. Una vez rebasado el 20avo. día de almacenamiento la apariencia general de los tratamientos decae a excepción del lote expuesto a 2°C; cuyo comportamiento es el único que aparece en la gráfica 21 después del día señalado (diapositiva 8).

3.2.6. Daños por Frío.

Los resultados de esta evaluación se aprecian en el cuadro 7, para las temperaturas de 2.4 y 6°C; en donde se -- aprecia el % de incidencia del daño que es el número de individuos que en una muestra del producto manifiesta el deterioro por frío, para cada uno de los tratamientos; el grado de daño expresado en % indica la superficie de mesocarpo dañado en un individuo que presentaba incidencia de alteraciones por baja temperatura

De la tabla de daños por frío, se observa que éste se manifestó para algunas temperaturas y tratamientos desde el día 33, siendo más severa la respuesta al frío por parte de los lotes almacenados a 2°C. De este modo para la temperatura de 4°C sólo se apreció el citado daño al día 33 y al día 36, sin observarse durante el resto del almacenamiento - deterioros por frío a pesar de que se mantuvo prácticamente a la par con el almacenamiento a 2°C. En el caso de 6°C, se aprecia en la tabla que incidió el daño, en dos ocasiones, -



GRAFICA 33. FASE EXPERIMENTAL II(REFRIGERACION)-DESARROLLO DEL ATRIBUTO DE APARIENCIA EN AGUACATE VAR.HASS EN ESTADO MADURO, A DIFERENTES TEMPERATURAS - DE ALMACENAMIENTO REFRIGERADO.

Temperatura de 2°C.

- A partir del día 36 solamente en el tratamiento testigo ØRT incidencia del 10%, grado de daño del 5%.
- En el día 40, se presenta únicamente en el tratamiento ØRT con una incidencia del 10% y un grado de daño del 30%.
- Para el día 43 se manifestó en el tratamiento ST (aplicación de CaCl_2 y estado 3/4 sazón), con una incidencia del 20% y un grado de daño del 30%.
- Al día 50, se observó en los tratamientos FEST 3/4 sazón, ØFEST y en el ST en 3/4 sazón con una incidencia y grado de daño respectivamente del 40% - 7%; 40% - 15% y 50% - 60%.

Temperatura de 4°C.

- Se presentó al día 33 para el tratamiento Ø st. Incidencia del 10% y grado de daño del 3%.
- Al día 36 se detectó en el tratamiento ST en 3/4 sazón con una incidencia y grado de daño del 10%-2%. En el transcurso del almacenamiento ya no se volvió a observar.

Temperatura de 6°C.

- Se aprecia deterioro a partir del día 33 en el lote ØRT con una incidencia del 10% y un grado de daño del 5%.
- Al día 36, se observó en el tratamiento ST en 3/4 sazón con una incidencia del 10% y con un grado de severidad del 2%.

Cuadro 7. Fase Experimental II (Refrigeración). Evaluación de daños por frío.

durante su conservación, pero debido a otro tipo de alteraciones en los atributos de calidad del producto, la evaluación de daños concluyó al finalizar la conservación al día 36 del almacenamiento. Por lo consiguiente el almacenamiento a 4°C destacó sobre las otras temperaturas (2 y 6°C) en la conservación del aguacate sin generar daños por frío, al observarse que al finalizar el almacenamiento en frío y durante la vida de anaquel no manifestó la mencionada alteración por baja temperatura.

3.2.7. Daños por Enfermedades.

Los resultados para la evaluación de pudrición de pedúnculo y antracnosis se denotan en las tablas 8 y 9. La evaluación de enfermedades es importante ya que se ha observado que existe una relación estrecha entre éstas y la incidencia del daño por frío (88).

En la tabla 8, se aprecia que la pudrición de pedúnculo se manifestó desde el día 26 para 2°C e incidió durante todo el almacenamiento lo que denota su relación con el daño por frío. Para 4°C la incidencia es mínima sólo se exhibe al día 40 en comparación a la temperatura de 6°C, en donde la pudrición se observó desde el día 29 y hasta finalizar la conservación a esta temperatura (día 36), lo cual indica el efecto de la temperatura sobre los microorganismos causantes de la enfermedad.

En la Tabla 9, se establecen los resultados de la

Temperatura de 2°C.

- Se presenta el día 26 con una incidencia del 10% e igual grado de daño en lo referente a pudrición de pedúnculo.
- El día 33 se apreció en el lote FET en 3/4 sazón con -- una incidencia y grado del 10% - 3%, respectivamente.
- Al día 43 se manifestó en el lote Ø RT con 10% y 30% para incidencia y grado de daño respectivamente.
- Al día 50 la muestra Ø ST presentó una incidencia y grado de daño del 10% y 80%, respectivamente.

Temperatura de 4°C.

- Se presentó al día 40 y en el tratamiento Ø RT únicamente, con una incidencia y grado del 10% y 25%, respectivamente.

Temperatura de 6°C.

- Se detectó a partir del día 29, en el lote ØRT con una incidencia del 10% y un daño de igual magnitud.
- Al día 33 registró en el lote ST en 3/4 sazón con 10% - de incidencia y 15% de grado de deterioro en la pulpa.
- Al día 36 se observó en el tratamiento Ø ST con una incidencia y grado de daño del 20% y 45%, respectivamente.

Cuadro 8. Fase Experimental II (Refrigeración). Evaluación de Pudrición de Pedúnculo.

Temperatura de 2°C.

- Al día 29 se presentó de manera muy similar en todos los tratamientos empleados, con una incidencia promedio del 10% y un grado de deterioro del 4%.
- En los días 33, 36 y 40 del almacenamiento la manifestación es similar en todos los tratamientos utilizados -- con una incidencia no mayor al 10% y el daño en la pulpa promedio fué del 4%.
- Al día 43 la enfermedad avanza muy parecida en todos -- los tratamientos, con una incidencia igual al de los -- días anteriores y con un grado de daño del 7%.
- Para el día 50 y de manera promedio en todos los tratamientos la incidencia no fué mayor al 10% y el daño en la pulpa fué del 15%.

Temperatura de 4°C.

- Se manifiesta al día 29 con una incidencia del 10% y un grado de daño del 4% y los valores se mantienen constantes para los días 33, 36 y 40.
- Al día 43 la incidencia se mantuvo y el grado de daño -- fué del 9%.

Temperatura de 6°C.

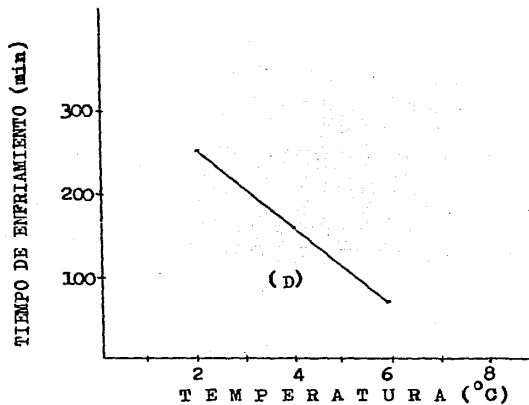
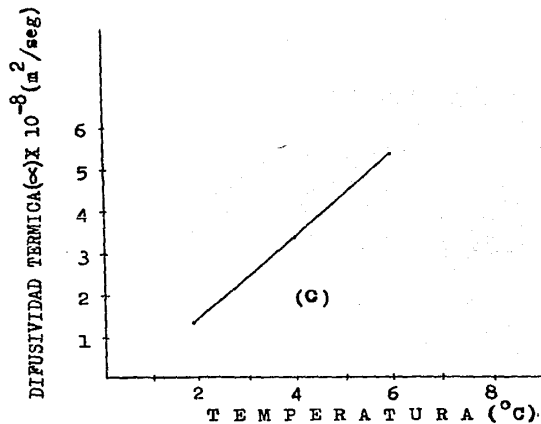
- Se manifestó a partir del día 29 con un porcentaje de incidencia del 10% y un grado de daño en la pulpa del 4% que se mantuvo para los días 33 y 36 (último día en qué se evaluó a esta temperatura).

evaluación de antracnosis de manera general, ya que se detectó baja incidencia del daño en cada una de las temperaturas - empleadas (2, 4 y 6°C); por lo que los resultados de antracn_osis, se tratan de manera global para los tratamientos de una misma temperatura, por ser similares los valores a través de los días. En la temperatura de 2°C de nueva cuenta la incidencia de antracnosis fué la más alta, observándose a partir del día 29 y hasta finalizar la misma al día 50. Para la temperatura de 4°C se detecto, la enfermedad referida del día 29 al día 43 y para 6°C del día 29 al día 36 en que finalizó el almacenamiento. Por lo que se aprecia que a partir del día 29 y a lo largo de sus respectivos almacenamientos a todas las - condiciones de temperatura (2, 4 y 6°C) los tratamientos presentaron antracnosis con una incidencia promedio del 10% y - un grado de daño que en general no rebasó el 9%.

De lo anterior se advierte la relevancia del efecto de la temperatura a 4°C, así como la eficacia del tratamiento con fungicida y el buen control que sobre la humedad relativa se tuvo, ya que a pesar de que la antracnosis incidió durante parte del almacenamiento, el % de fruta con incidencia y grado de daño se mantuvo en valores que no restaron calidad al - producto, como se pudo apreciar en la discusión correspondien_te.

3.2.8. Propiedades Térmicas.

Las gráficas 34c y 34d exponen los resultados del -



GRAFICA 34. FASE EXPERIMENTAL II (REFRIGERACION)--PROPIEDADES TERMOFISICAS EVALUADAS DURANTE EL ENFRIAMIENTO DE AGUACATE VAR. HASS, A DIFERENTES TEMPERATURAS.

cálculo de algunas propiedades térmicas del aguacate a partir de las historias térmicas (Apéndice 15) durante el enfriamiento del producto a 2, 4 y 6°C. En la gráfica 34c se denota la relación entre la difusividad térmica y la temperatura de refrigeración, resultando ésta directamente proporcional en el intervalo estudiado, asimismo las propiedades involucradas en la difusividad tienen el mismo comportamiento que el referido para hidrogenofriamiento. La gráfica 34d, muestra el tiempo de enfriamiento con respecto a la temperatura, siendo su relación indirecta.

De las gráficas anteriores se pueden obtener algunos datos que serían de utilidad en la conformación de la ingeniería básica de refrigeración del aguacate.

3.2.9. CONCLUSIONES DE LA FASE II.

Los resultados de la segunda fase experimental nos permiten concluir de la siguiente manera:

La temperatura que permite prolongar por más tiempo la conservación del aguacate var. Hass es la de 2°C, con 50 días de almacenamiento, pero con ciertos riesgos en la calidad del producto.

La temperatura de 4°C, ofrece 47 días de almacenamiento con un mayor índice de seguridad en la calidad del fruto respecto a la de 2°C a los 50 días de almacenamiento.

La película cubriente resulta satisfactoria como tratamiento complementario, para la conservación de calidad

del fruto mostrando altos valores en lo referente a fruta vendible, sin afectar la textura, disminuyendo la P.F.P. y manteniendo características de color y apariencia.

La aplicación de cloruro de calcio fué efectiva para la mayoría de los tratamientos a las tres temperaturas.

El estado de madurez que marca relevancia en el -- tiempo de conservación es el estado 3/4 sazón, siguiendo en importancia el estado 1/2 sazón y finalmente el aguacate en - estado maduro.

La temperatura que manifestó más daños por frío, -- fué la de 2°C y la condición que manifestó en los lotes menos daños en general fué la sujeta a 4°C, logrando al día 43 una incidencia nula de daños de manera global.

El fungicida Tiabendazol a 500 ppm tuvo relevancia como método en el control de enfermedades como antracnosis y pudriciones, manifestando su efectividad.

Los mejores tratamientos resultaron ser los que - combinaron diferentes tratamientos, destacándose como mejores los tratamientos FET₂ y FET₂ en estado de madurez 3/4 sazón (diapositivas 9 y 10).

CONCLUSIONES GENERALES.

La aplicación del tratamiento fungicida, película cubriente, estado 3/4 sazón y temperatura de 4°C (FET₂), por su ventaja económica y de operación, puede ser empleado con buenos resultados pero si se quieren superar las características de comerciabilidad del producto después del día 43 de almacenamiento, debe de aplicarse el tratamiento fungicida, película cubriente, solución de cloruro de calcio, estado 3/4 sazón y temperatura de 4°C (FEST₂).

El estudio permite contrastar lo obtenido con lo reportado por Labuza (1985), en la aplicación del método de predicción rápida de la vida de conservación, utilizándose ésto para la extrapolación, para condiciones no experimentales. (Apéndice 8).

La difusividad térmica obtenida concuerda favorablemente con la reportada por Paul Singh (1982), lo que indica que los resultados obtenidos en el hidrocenfriamiento y refrigeración son satisfactorios para su utilización posterior.

Se verificó la difusividad del CaCl₂ en aguacate - demostrando su acción en la actividad metabólica del mismo.

La evaluación sensorial demostró ser una herramienta útil en la medición del efecto de los diferentes tratamientos sobre la calidad del fruto, debido a que se pudo correlacionar satisfactoriamente la variable subjetiva sensorial con la objetiva instrumental.

La investigación en la tecnología postcosecha es un campo significativo para la implementación de nuevas técnicas para la conservación de frutos y hortalizas. Los resultados que se obtienen en estos estudios pueden ser utilizados para diferentes condiciones de trabajo. Este tipo de investigación es de gran importancia por la repercusión que puede tener en la actividad económica del país, en el renglón exportación de productos hortofrutícolas.

RECOMENDACIONES

Debido a la heterogeneidad de estados de madurez - que se presentan durante la cosecha, la operación básica de clasificación debe de realizarse de una manera estricta, de tal forma que permita la diferenciación entre estados de madurez 3/4 sazón, 1/2 sazón y estado maduro; ya que se logran diferentes tiempo de almacenamiento en función del estado de madurez empleado.

Se recomienda ampliamente la realización de un estudio que enfatice el uso del preenfriamiento en agua ya que -- los resultados del estudio indican que puede esperarse un incremento en el tiempo de conservación; ocupándose de referencia los resultados obtenidos en el hidrogenenfriamiento.

Se recomienda la investigación con aguacate cosechado en diferentes épocas del año, al cual se apliquen los mejores tratamientos obtenidos (FET₂, FEST₂), ya que se ha observado que existe una respuesta diferente al frío en función de la época de cosecha, de manera que se tengan condiciones específicas según el tipo de aguacate durante el año.

Una complementación al trabajo sería el estudio de la tecnología de la cadena frigorífica; diseño de cámara, selección de equipo, transporte refrigerado y distribución.

Se recomienda el estudio piloto a nivel exportación para una muestra sometida a las condiciones planteadas, para la verificación de la respuesta en el tiempo de conservación

en condiciones reales.

Un punto importante al proyecto sería el análisis - económico general, el cual argumentaría el valor socioeconómico en la comercialización del producto.

APENDICE

APENDICE No. I

FRUTA VENDIBLE

EXPERIMENTO FASE I.

TRATAMIENTO	% FRUTA VENDIBLE		% FRUTA INVEN-
	TOTAL	EXPORTACION NACIONAL	

Día de vida de anaquel 10.

P ₁	70	30	40	30
P ₂	70	20	50	30
P ₃	70	40	30	30
S ₁	40	10	30	60
S ₂	70	20	50	30
S ₃	70	20	50	30
S ₄	70	10	60	30
E	50	10	40	50
F	60	20	40	40
T	40	--	40	60

Día de vida de anaquel 14.

P ₁	78	23	55	22
P ₂	62.5	12.5	50	37.5
P ₃	24	12	12	76
S ₁	24	12	12	76
S ₂	50	--	50	50
S ₃	23	--	23	77
S ₄	45	--	45	55
E	12	--	12	88
F	78	45	33	22
T	77	44	33	23

FRUTA VENDIBLE EXPERIMENTO FASE I.

TRATAMIENTO % FRUTA VENDIBLE % FRUTA INVENDIBLE
 TOTAL EXPORTACION NACIONAL

Día de vida de anaquel 16.

P ₁	100	60	40	--
P ₂	70	40	30	30
P ₃	50	30	20	50
S ₁	70	30	40	30
S ₂	60	20	40	40
S ₃	60	20	40	40
S ₄	78	34	44	22
E	45	--	45	55
F	56	23	33	44
T	60	30	30	40

APENDICE No.2

CUADRO DE VARIANZA TEXTURA CON PENETROMETRO

FASE I

Fuente de Variación	S.C.	G.L.	C.M.	F
TRATAMIENTOS	3 215.94	3	1 071.98	399.99
DIAS	153.73	9	17.08	6.37
TRAT.-DIAS	192.72	27	7.14	2.66
RESIDUAL	214.44	80	2.68	
TOTAL	3 776.83	119		

Daniel, tabla "J" (22)

$$F_T = 4.613$$

$$= 0.005$$

$F_c > F_T$ los tratamientos -
provocan una diferencia altamen-
te significativa.

Daniel tabla "J"

$$F_T = 2.943$$

$F_c > F_T$ la variación que pro-
voca el efecto de los días es al-
tamente significativo.

Resultado de la prueba Tukey:

E S₃ P₁ S₄ F S₂ P₃ P₂ S₁ T

ORDENAMIENTO DE MEDIANAS
 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES, DE ALMACIAMIENTO DE AGUACATE BASS SOMETIDO A VARIOS TRATAMIENTOS

TRAJE	DIAS TRATAMIENTOS	ATRIBUTO DE CALIDAD												ALTERACIONES					
		APARIENCIA				COLOR				SAPOR				TEXTURA			ALTERACIONES		
		7	10	14	16	7	10	14	16	10	14	16	10	14	16	10	14	16	
P ₁	HIDROENFRIAMIENTO 2°C (51 min)	3.0	3.0	2.0	3.0	5.0	4.0	5.0	4.0	3.0	2.0	3.5	4.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	
P ₂	HIDROENFRIAMIENTO 5°C (33 min)	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	2.0	6.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	3.5	3.0	2.0	2.0	2.0	
P ₃	HIDROENFRIAMIENTO 8°C (27 min)	3.0	4.0	3.5	2.0	2.0	5.0	1.0	3.0	4.0	3.0	3.0	5.0	3.5	3.0	4.0	1.0	1.0	
S ₁	SOL CALCIO 0.1/20 min	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	2.5	4.5	3.0	4.0	2.5	3.0	4.0	3.0	2.0	1.5	1.0	
S ₂	SOL CALCIO 0.14/10min	3.0	3.5	3.0	3.0	3.5	5.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.5	2.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	
S ₃	SOL CALCIO 0.3/20 min	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.5	5.0	4.5	3.0	3.5	1.0	2.5	4.0	3.0	1.0	1.0	
S ₄	SOL CALCIO 0.3/10 min	3.0	4.0	3.0	3.0	1.5	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.5	3.0	1.0	1.0	
E	ENCERADO	3.5	3.0	4.0	2.0	2.0	1.0	5.0	3.5	5.0	5.0	4.0	1.0	1.0	3.0	1.5	1.0	1.0	
F	FUNGICIDA 500ppm/10 m	3.0	5.0	3.0	3.0	1.0	4.0	4.0	5.0	2.0	2.5	3.0	5.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	
T	TESTIGO	4.0	3.0	3.0	5.0	3.0	6.0	5.5	6.0	3.0	3.0	4.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	4.0	

ESCALA

EXCELENTE 1
MUY BUENA 2BUENA 3
REGULAR 4
MALA 5A 1 100% VERDE
E 2
C 3D 4
E 5
F 6EXC 1 REG 4
M.B.2 MAL5DURO 1 4
2 5 SUAVEOK 1 4
2 5 100%

APENDICE No. 4 ANALISIS DE FRIEDMAN PARA TEXTURA Y COLOR FASE I

CUADRO A.

Atributo: textura

Cuadro de medianas

Tratamientos:	T	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
Eloques						
(dias)	10	2.0	3.0	2.0	1.0	2.0
	14	3.0	4.0	3.0	2.5	2.0
	16	3.0	3.0	3.0	5.0	2.5

Cuadro de intervalos

Tratamiento:	T	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
Eloques						
(dias)	10	3.0	5.0	3.0	1.0	3.0
	14	3.5	5.0	3.5	2.0	1.0
	16	3.0	3.0	3.0	5.0	1.0
Sumatoria:	9.5	13.0	9.5	8.0	5.0	

$$R_i^2 = 438.5$$

$$\sum X_i^2 = 10.48$$

$$X_i^2 = 9.488 \quad (\text{tabla I Daniel, } 22)$$

0.05

$$(\&) X_i^2 > X_i^2 T$$

Se acepta la hipótesis alternativa los tratamientos son diferentes siendo S₄ el mejor y S₁ el peor.

(&)Nota; la interpretación de resultados del análisis Friedman se hace al comparar la Ji-cuadrada calculada (x_i^2) y la leída en tablas (x_i^2) de tal forma que si la primera es mayor que la segunda existe una diferencia entre tratamientos y puede establecerse una jerarquización entre tratamientos (según la escala de evaluación) respecto a su mayor o menor efecto en la conservación.

CUADRO E-

Método estadístico no paramétrica Friedman

Atributo: Color

cuadro de medianas:

Tratamientos	E	T
Bloques		
(dias) 7	2.0	3.0
10	1.0	6.0
14	5.0	5.5
16	3.5	6.0

Cuadro de intervalos

Tratamientos	E	T
Bloques		
(dias) 7	1	2
10	1	2
14	1	2
16	1	2
Sumatorias	4	8

$$\sum R_1^2 = 80$$

$$X_1^2 = 4.0$$

$$X_1^2 = 3.841$$

Tabla J 0.05
Daniel

$$X_1^2 > X_{1,T}^2$$

La hipótesis nula se rechaza los tratamientos son diferentes quedando como mejor la aplicación de película cubriente.

CUADRO C.

Método estadístico no paramétrico; Friedman

Atributo: Color

Cuadro de medianas:

Tratamientos	T	F
Bloques (días)		
7	3.0	1.0
10	6.0	4.0
14	5.5	4.0
16	6.0	5.0

Cuadro de intervalos:

Tratamientos	T	F
Bloques (días)		
7	2	1
10	2	1
14	2	1
16	2	1
Sumatoria	8	4

$$\sum R_i^2 = 80$$

$$X_1^2 = 4.0$$

$$X_1^2 = 3.84$$

Tabla I 0.05

$$X_1^2 > X_{1T}^2$$

Se rechaza la hipótesis nula se acepta la hipótesis alternativa siendo los tratamientos diferentes siendo el mejor el tratado con fungicida.

APENDICE No. 5 HOJAS DE EVALUACION DE ATRIBUTOS DE CALIDAD EN
TEXTURA, COLOR, SABOR, APARIENCIA Y ALTERACIONES.

" TEXTURA "

Nombre del Panelista: _____

Para evaluar este atributo, ponga un pedazo de muestra marcada como "referencia" y capte la sensación que le provoque el masticarla con los dientes, así como el aplastarla con la lengua y el paladar. Observe donde esta ubicada en la escala.

Proceda a enjuagarse la boca con el agua y de esta manera desalojar todo residuo de la muestra.

Después tome un trozo de la muestra "problema" y repitiendo la misma operación y por comparación asignele un valor en la escala. - Haga esta última operación con todas y cada una de las muestras problema, tomándose el tiempo necesario para su evaluación.

0	_____	_____	_____	_____	_____
1	_____	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	_____	_____

Observaciones:

Fecha: _____

"COLOR"

Este atributo se evaluará tomando el aguacate muestra y observando en su totalidad (sin abrir o pelar el fruto) estimando el porcentaje de las zonas oscuras de manera integral (más que su distribución) y comparandolo con la hoja de referencia, dando o asignando la clave de la escala que corresponda al %. Repita esta operación con todas las muestras "problema", tomándose el tiempo que estime necesario para la evaluación. Si tiene alguna observación adicional describala en los renglones dispuestos para ello.

A - - - - -

B - - - - -

C - - - - -

D - - - - -

E - - - - -

F - - - - -

Nombre del panelista: _____

Observaciones: _____

FECHA: _____

" S A B O R "

NOBRE DEL ANALISTA: _____

Para la evaluación de este atributo, tendrá que concentrarse y evitar que alguna otra característica como textura, color, etc. altere su respuesta.

Olerá la muestra poniendo después un trozo de ella en la boca, para percibir el sabor "típico" a aguacate y ubíquelo en la escala según su preferencia.

Tomese el tiempo que estima encesario y si tiene alguna obser-
vación describala en el espacio correspondiente.

Aceptado definitivo _____

Aceptado _____

Aceptado moderado _____

Rechazado moderado _____

Rechazado definitivo _____

Observaciones: _____

FECHA: _____ / _____ / _____

" APARIENCIA "

Nombre del Panelista: _____

En este atributo se evaluarán todas las características visuales que presente el aguacate, para lo cual tome en cuenta el estímulo que le proboque la muestra, sobre que tan atractivo le parece o que tan atractivo es para darle deseos de probarlo.

Pruebe cada una de las muestras "problema" y ubíquelas en la escala.

EXCELENTE _____

MUY BUENO _____

BUENO _____

REGULAR _____

MALO _____

Observaciones: _____

FECHA: _____

" ALTERACIONES "

Nombre del Panelista: _____

El atributo de alteraciones se evaluará de la siguiente manera:

Se medirá la cantidad de zonas oscuras (café o grises) en el lugar inferior de la zona del aguacate y/o en las proximidades de la semilla.

Se valorará el porcentaje de la superficie, y se localizará la muestra (según su porcentaje) en la escala para asignarle la clave correspondiente.

0	_____	_____	_____	_____	_____
1	_____	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	_____	_____

Observaciones: _____

FECHA: _____

APENDICE No. 6 HISTORIAS TERMICAS DE HIDROENFRIAMIENTO.

ALGORITMO DE CALCULO PARA LA DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES TERMOPHISICAS DE AGUACATE SOMETIDO A BAJA TEMPERATURA.

HISTORIA TERMICA

GRAFICA $T(^{\circ}C)$ vs $t(\text{min})$

CALCULO DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL AGUACATE (Ec. Riedel)

CARACTERIZACION GEOMETRICA DEL AGUACATE

PARA HIDROENFRIAMIENTO

LECTURA DE LAS PROPIEDADES TERMOPHISICAS DEL AGUA EN TABLAS

CALCULO DEL GASTO MASICO

CALCULO DEL ADIMENSIONAL GRASHOF

CALCULO DEL ADIMENSIONAL PRANDTL

CALCULO DEL ADIMENSIONAL NUSELT

CALCULO DEL COEFICIENTE CONVECTIVO

PARA REFRIGERACION

LECTURAS DE LAS PROPIEDADES TERMOPHISICAS DEL AIRE EN TABLAS

CALCULO DEL GASTO MASICO

CALCULO DEL COEFICIENTE CONVECTIVO A PARTIR DE LA EC. SHMIDT ()

EVALUACION DE LOS PARAMETROS n y m PARA TRANSFERENCIA DE CALOR EN ESTADO INESTABLE

TABULACION DE LOS ADIMENSIONALES:

Y (ADIMENSIONAL DE TEMPERATURA)

X (NUMERO DE FOURIER)

DE LAS GRAFICAS DE GURNEY Y J. LURIE

A PARTIR DEL NUMERO DE FOURIER SE CALCULA LA DIFUSIVIDAD TERMICA

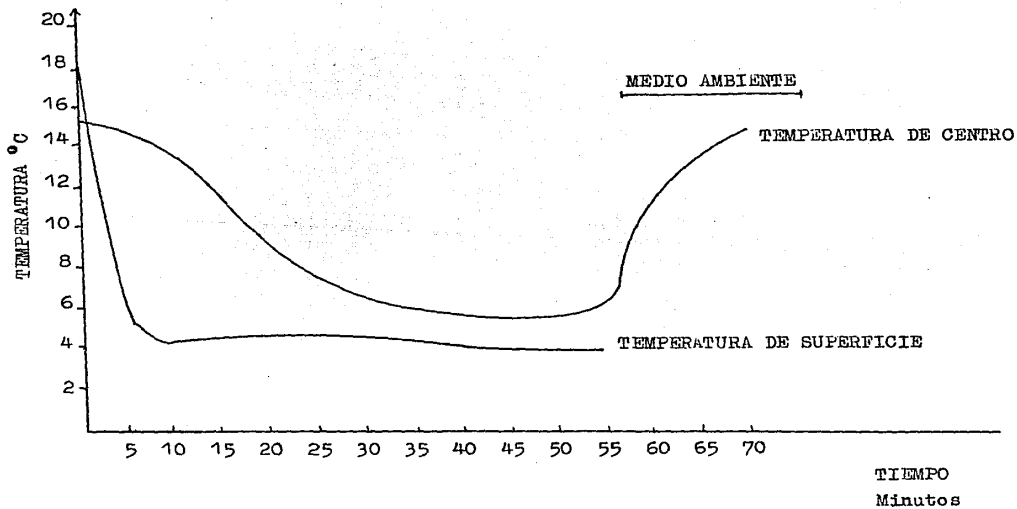
DIFUSIVIDAD TERMICA PARA AGUACATE EN HIDROENFRIAMIENTO A 2°C

T(°C)	t(min)	Y	X	$\alpha (X 10^7)$
15.01	3	0.0929	0.125	1.11×10^{-6}
14.26	6	0.8757	0.200	8.88
12.39	9	0.7807	0.210	6.22
11.60	12	0.6857	0.215	4.78
10.48	15	0.6057	0.230	4.09
10.20	18	0.5857	0.233	3.45
8.61	21	0.4721	0.250	3.18
7.88	24	0.4200	0.255	2.83
7.15	27	0.3679	0.260	2.57
6.60	30	0.3286	0.263	2.34
6.10	33	0.2929	0.265	2.14
5.69	36	0.2636	0.270	2.00
5.28	39	0.2343	0.275	1.88
4.92	42	0.2086	0.280	1.78
4.61	45	0.1864	0.300	1.78
4.30	48	0.1643	0.350	1.94
4.04	51	0.1457	0.400	2.09

Tabla de propiedades térmicas
de aguacate a 2°C (hidroenfriamiento)

$$K_p = 0.2208 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 3.7088 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{seg.}$$



HISTORIA TERMICA DEL AGUACATE SOMETIDO A HIDROENFRIAMIENTO
2°C

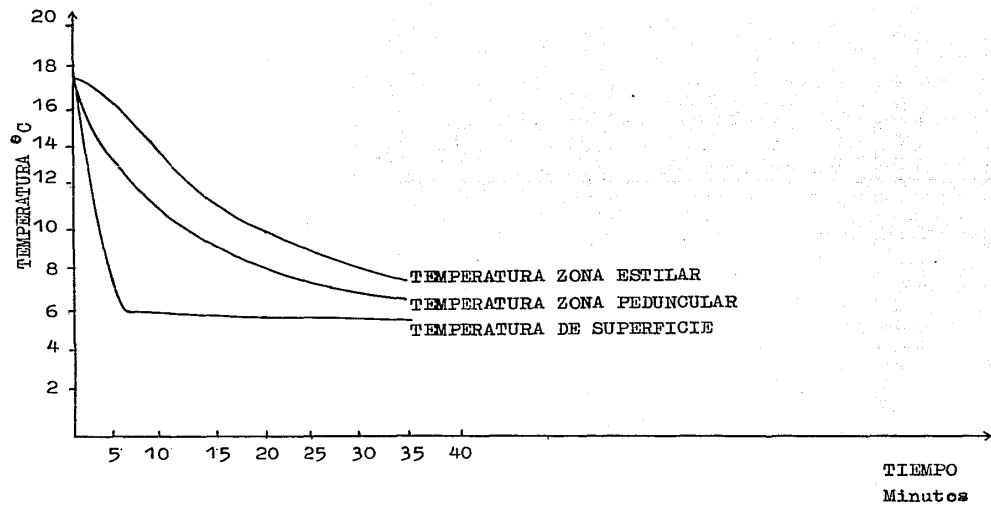
DIFUSIVIDAD TERMICA PARA AGUACATE EN HIDROENFRIAMIENTO A 5°C

T(°C)	t(min)	Y	X	α (X 10 ⁸)
18	0	1.613	0.08	-
14.62	3	0.74	0.130	1.2
12,56	6	0.58	0.180	8.0
11.15	9	0.48	0.210	6.0
10.12	12	0.40	0.235	5.0
9.32	15	0.34	0.250	4.0
8.68	18	0.29	0.293	4.0
8.17	21	0.25	0.325	4.0
7.76	24	0.22	0.350	4.0
7.44	27	0.19	0.380	4.0
7.17	30	0.17	0.395	4.0
6.93	33	0.15	0.417	3.0
6.80	36	0.14	0.430	3.0

Tabla de propiedades termicas de aguacate a 5°C.(hidroenfriamiento).

$$K_p = 0.19081 \text{ w/m } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 5.545 \times 10^{-7}$$



HISTORIA TERMICA DE AGUACATE SOMETIDO A HIDROENFRIAMIENTO
5°C.

(8°C)

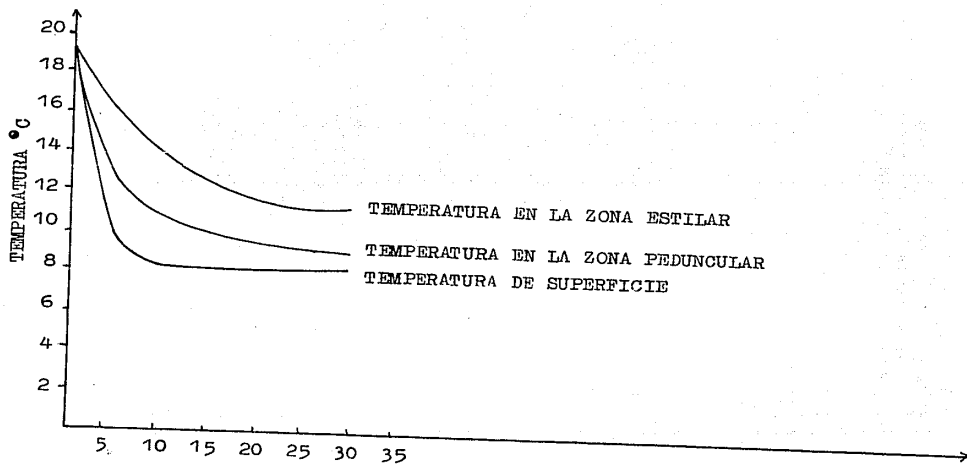
DIFUSIVIDAD TERMICA PARA AGUACATE HASS SOMETIDO A HIDROENFRIAMIENTO

T (°C)	t(min)	Y	X	$\frac{m^2}{s} \times 10^7$ α
14.44	3	0.3612	0.20	1.77×10^{-6}
12.70	6	0.2764	0.21	9.33
11.60	9	0.2117	0.22	6.51
10.85	12	0.1676	0.23	5.11
10.33	15	0.1370	0.24	4.26
9.95	18	0.1147	0.25	3.70
9.69	21	0.0994	0.25	3.70
9.48	24	0.0870	0.27	3.00
9.32	27	0.0776	0.28	2.76

Tabla de propiedades térmicas del
aguacate a 8°C.

$$K_p = 0.1711 \text{ W/m } \cdot \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\bar{\alpha} = 6.27 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$



HISTORIA TERMICA DE AGU-CATE SOMETIDO A HIDROENFRIAMIENTO
8° C.

APENDICE No.7DIFUSION DE CaCl_2 EN AGUACATE.

Tiempo (min)	I.R.	Concentración (g/l)
0	1.3378	20.425
2	1.3376	19.559
4	1.3375	19.128
6	1.3375	19.128
8	1.3375	19.128
10	1.3375	19.128
12	1.3375	19.128
14	1.3374	18.695
16	1.3375	19.128
18	1.3375	19.128
20	1.3375	19.128

Tiempo (min)	I.R.	Concentración (g/l)
0	1.3378	20.425
2	1.3376	19.559
4	1.3375	19.128
6	1.3375	19.128
8	1.3375	19.128
10	1.3375	19.128
12	1.3375	19.128
14	1.3374	18.695
16	1.3375	19.128
18	1.3375	19.128
20	1.3375	19.128

Tiempo (min)	I.R.	Concentración (g/l)
0	1.3378	20.425
2	1.3377	19.992
4	1.3376	19,560
6	1.3377	19.992
8	1.3375	19.128
10	1.3377	19.992
12	1.3377	19.992
14	1.3375	19.128
16	1.3375	19.128
18	1.3375	19.128
20	1.3375	19.128

Tiempo (min)	I.R.	Concentración (g/l)
0	1.3378	20.425
2	1.3377	19.992
4	1.3376	19,560
6	1.3377	19.992
8	1.3375	19.128
10	1.3377	19.992
12	1.3377	19.992
14	1.3375	19.128
16	1.3375	19.128
18	1.3375	19.128
20	1.3375	19.128

Experimento I.

Condiciones: Con cáscara y tupo. Concentración inicial de la solución 0.3 M.

Temperatura ambiente.

Difusividad másica:

$$2.69 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$$

Experimento II.

Condiciones:

Con cáscara y sin tupo

Concentración inicial

0.3 M.

Temperatura ambiente.

Difusividad másica:

$$7.69 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$$

Literatura empleada: 8, 66 y 86.

APENDICE No.8 CALCULO DE LA VIDA DE CONSERVACION(Q_{10}) EN AGUACATE.

El factor de aceleración se puede utilizar para bajas temperaturas; este factor esta definido :

$$Q_{10} = \frac{V_t (T+10)}{V_t} \quad V_t = \text{velocidad de reacción}$$

$$Q_{10} = \frac{\text{vida de conservación } T}{\text{Vida de conservación } (T+10)}$$

Para un incremento de temperatura diferente de 10 la relación se convierte:

$$Q_{10} = \frac{\text{Tiempo de conservación } (T_1)}{\text{Tiempo de conservación } T_2}$$

Esta última relación es la que se puede utilizar para los mejores tratamientos que tenemos como resultado de el estudio.

Para el tratamiento FEST

Tiempo de conservación con 80% de buena calidad a 2°C = 50 días
= 1.67 meses

Tiempo de conservación con 100% de buena calidad a 4°C = 47 días
= 1.57 meses

Tiempo de conservación con 20 % de buena calidad a 6°C = 1.2 meses

Tiempo de conservación con 50% de buena calidad a 20°C = 0.33 meses

$$Q_{10}^{2/10} = 1.67 / 1.57 = 1.064$$

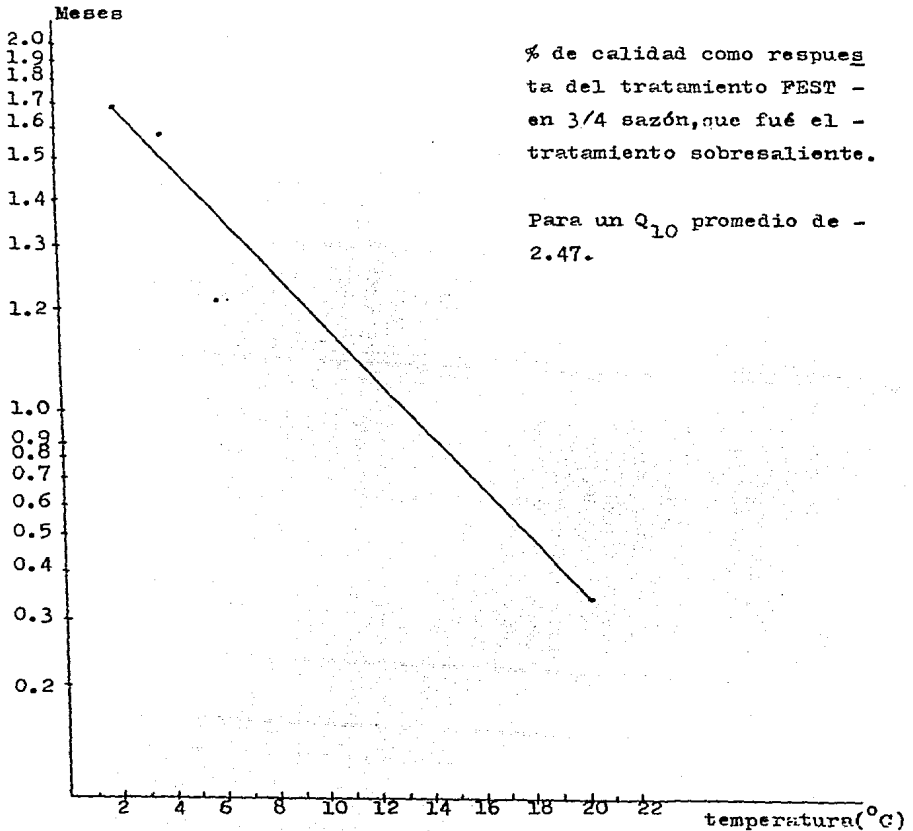
$$Q_{10}^{2/10} = 1.57 / 1.20 = 1.308$$

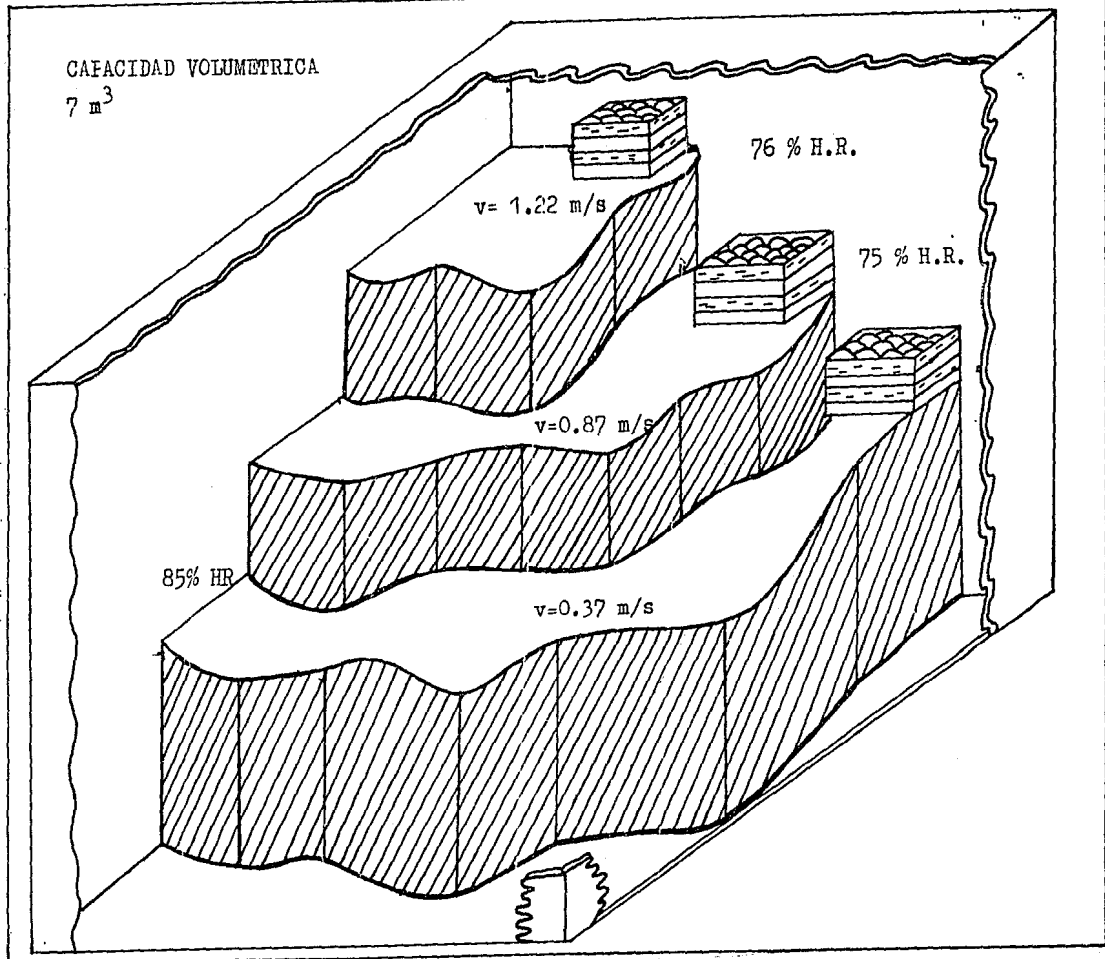
$$Q_{10}^{23/10} = 1.67 / 0.33 = 5.06$$

Utilizando el método ASLT propuesto por Riboh y Labuza 1982 el cual consiste en graficar semilogarítmicamente tiempo de conservación vs temperatura en °C . Graficando nuestros datos encontramos una relación lineal, con una correlación de 0.9977 lo cual permite usar esta recta para extrapolar y predecir de forma rápida el tiempo

de conservación a diferentes temperaturas de las estudiadas con condiciones específicas de almacenamiento como son H.R. del 85 - al 95% y una velocidad de aire de 0.71 m/s, así como el efecto asociado del tratamiento complementario.

MODELO Q_{10} PREDICCIÓN RÁPIDA DE TIEMPO DE CONSERVACION(ASLT)
(Labuza, 1985)





FRUTA VENDIBLE EXPERIMENTO FASE II 4°C
 REGISTRO DEL GRUPO SENSORIAL ENTRENADO Día 40
 TRATAMIENTO % FRUTA VENDIBLE % FRUTA INVENDIBLE

	TOTAL	EXPORTACION	NACIONAL	
--	-------	-------------	----------	--

FEST	60	40	20	40
FET	100	80	20	0
RT	80	40	40	20
ST	80	60	20	20
FEST Ø	60	20	40	40
FET Ø	20	20	0	80
RT Ø	0	0	0	100
ST Ø	20	0	20	80

Día 43

FEST	50	10	40	50
FET	80	60	20	20
RT	70	40	30	30
ST	30	20	10	70
FEST Ø	100	70	30	0
FET Ø	0	0	0	100
RT Ø	70	40	30	30
ST Ø	100	70	30	0

FRUTA VENDIBLE EXPERIMENTO FASE II 6°C
 REGISTRO DEL GRUPO SENSORIAL ENTRENADO. DIA 26
 TRATAMIENTO % FRUTA VENDIBLE % FRUTA INVENDI
 TOTAL EXPORTACION NACIONAL BLE

FEST	40	20	20	60
FET	40	0	40	60
RT	40	20	20	60
ST	60	20	40	40
FEST ϕ	80	40	40	20
FET ϕ	0	0	0	100
RT ϕ	20	20	0	80
ST ϕ	20	20	0	80

DIA 29

FEST	20	20	0	80
FET	60	20	40	40
RT	60	20	40	40
ST	60	20	40	40
FEST ϕ	40	0	40	60
FET ϕ	40	0	40	60
RT ϕ	20	0	20	80
ST ϕ	0	0	0	100

FRUTA VENDIBLE EXPERIMENTO FASE II 6°C
 REGISTRO DEL GRUPO SEN ORIAL ENTRENADO Día 33
 TRATAMIENTO % FRUTA VENDIBLE % FRUTA INVENDIBLE

TOTAL EXPORTACION NACIONAL

FEST	17	17	0	83
FET	85	34	51	15
RT	50	0	50	50
ST	100	67	33	0
FEST Ø	17	17	0	83
FET Ø	68	68	0	32
RT Ø	100	100	0	0
ST Ø	0	0	0	100

Día 36

FEST	0	0	0	100
FET	80	0	80	20
RT	50	0	50	50
ST	100	67	33	0
FEST Ø	17	17	0	83
FET Ø	68	68	0	32
RT Ø	100	100	0	0
ST Ø	0	0	0	100

FRUTA VENDIBLE 2^oC Día de almacenamiento 40
REGISTRO DEL GRUPO SENSORIAL SEMIENTRENADO.

Tratamiento	% FRUTA VENDIBLE			% DE INVENDIBLE
	TOTAL	EXPORTACION	NACIONAL	
FET	100	100	0	0
FET Ø	100	100	0	0
FEST	100	100	0	0
FEST Ø	100	100	0	0
ST	100	100	0	0
ST Ø	100	100	0	0
RT	100	100	0	0
RT Ø	100	75	25	0
Día de almacenamiento 44				
FET	100	100	0	0
FET Ø	100	100	0	0
FEST	100	100	0	0
FEST Ø	100	100	0	0
ST	100	100	0	0
ST Ø	100	75	25	0
RT	100	100	0	0
RT Ø	100	75	25	0
Día de almacenamiento 47				
FET	100	60	40	0
FET Ø	80	60	20	20
FEST	80	60	20	20
FEST Ø	100	60	40	0
ST	0	0	0	100
ST Ø	80	20	60	20
RT	100	40	60	0
RT Ø	80	40	40	20

FRUTA VENDIBLE 2°C Día de almacenamiento 50
REGISTRO DEL GRUPO SENSORIAL SEMIENTRENADO.

Tratamiento	% FRUTA VENDIBLE			% DE INVENDIBLE
	TOTAL	EXPORTACION	NACIONAL	
FET	0	0	0	100
FET φ	40	0	40	60
FEST	80	20	60	20
FEST φ	0	0	0	100
ST	0	0	0	100
ST φ	0	0	0	100
RT	100	100	0	0
RT φ	0	0	0	100

FRUTA VENDIBLE 4°C Día de almacenamiento 40
REGISTRO DEL GRUPO SENSORIAL SEMIENTRENADO.

Tratamiento	% FRUTA VENDIBLE			% FRUTA INVEN
	TOTAL	EXPORTACION	NACIONAL	DIBLE
FET	100	100	0	0
FET Ø	0	0	0	100
FEST	100	100	0	0
FEST Ø	100	75	25	0
ST	100	100	0	0
ST Ø	100	100	0	0
RT	100	0	100	0
RT Ø	100	0	100	0
Día de almacenamiento 44				
FET	100	100	0	0
FET Ø	100	75	25	0
FEST	100	100	0	0
FEST Ø	100	100	0	0
ST	100	100	0	0
ST Ø	100	100	0	0
RT	100	100	0	0
RT Ø	100	50	50	0
Día de almacenamiento 47				
FET	80	80	0	20
FET Ø	100	40	60	0
FEST	100	80	20	0
FEST Ø	100	80	20	0
ST	0	0	0	100
ST Ø	0	0	0	100
RT	100	60	40	0
RT Ø	0	0	0	100

APENDICE No. 11

ANOVA Y PRUEBA TUKEY PARA TEXTURA INSTRUMENTAL FASE II
 ANALISIS DE VARIANZA TEXTURA Kg/cm² 2°C

CUADRO DE VARIANZA:

FUENTE DE VARIACION	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamientos	344.2831	7	49.18714	4.084
Días	859.35876	3	286.45292	23.69
Trat.-Días	351.7487	21	16.7499	1.3847
Residual	387.0599	32	12.09562	
TOTAL	1942.44775	63		

Tabla "J" Daniel(22)

$$F_{0.01} = 3.17$$

$F > F_T$ per lo que el efecto que causan los tratamientos sobre la textura es diferente.

Aplicando la prueba Tukey:

PET PEST STØ RTØ RT PETØ PESTØ ST

FASE II

ANALISIS DE VARIANZA

TEXTURA

Kg/cm²4°C

CUADRO DE VARIANZA:

FUENTE DE VARIACION

S.C.

G.L.

C.M.

F

Tratamientos	402.0558	7	57.4365	5.4595
Dias	841.56166	2	420.7808	39.9966
Trat-Dias	304.21167	14	21.7994	2.065
Residual	252.4900	24	10.5204	
TOTAL	1800.3192	47		

Tabla J Daniel

 $F_{0.01} = 3.50$ $F > F_t$

Los tratamientos muestran una diferencia significativa entre el efecto que causan a la Textura.

Aplicando la Prueba Tukey:

FET FESTØ FEST ST RT STØ RTØ FETØ

FASE II

ANALISIS DE VARIANZA

TEXTURA

Kg/cm²6°C

CUADRO DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamientos	1799,0611	7	128.4373	3.74369
Dias	88.9705	3	29.6568	0.864437
Trat-Dias	700.985765	21	33.3803	0.97297
Residual	197.845	32	34.30766	
Total	2786.86236	63		

Tabla: Daniel Para tratamientos:

$$F_{0.01} = 3.28$$

$$F > F_T$$

Los tratamientos son diferentes

Aplicando la Prueba Tukey:

FESTØ FEST FETØ FET RTØ RT ST STØ

APENDICE No.12 A. FRIEDMAN PARA AGUACATE EDO. MADURO A 2^o, 4^o y 6^o.

ANALISIS FRIEDMAN ESTADO MADURO Z APARIENCIA

CALIFICACION

Z-1

Z-2

Z-3

DIAS

INTERVALOS

DIAS

9	4	3	4
13	1	2	3
16	3	2	3
20	2	3	4
9	2.5	1	2.5
13	1	2	3
16	2.5	1	2.5
20	1	2	3

SUMA DE INT.

7.0

6.0

11

$$R_1^2 = 206$$

$$X_1^2 = 12 / 4 \times 12 (206) - (3)(3)(4)$$

$$X_1^2 = 9.21$$

$X_{1T}^2 < X_1^2 = 15.5$ entonces: los tratamientos son diferentes resultando el mejor Z-2 Z-1 Z-3

Tabla I
Daniel

COLOR

CALIFICACION

Z-1

Z-2

Z-3

DIAS

5	4	6
13	5	6
16	6	6
20	6	6

ANALISIS FRIEDMAN

ESTADO MADURO Z

COLOR

INTERVALOS

Z-1

Z-2

Z-3

DIAS

9	2	1	3
13	1.5	1.5	3
16	2	2	2
20	2	2	2

SUMA DE INT.

7.5

6.5

10.0

$$R_1^2 = 198.5$$

$$X_1^2 = 12/4 \times 3 \times 4 (198.5) - (3)(3)(4)$$

$$X_1^2 = 9.21 < X_1^2 = 13.63$$

entonces los tra-
tamientos no son
iguales

El mejor Z-2 Z-1 Z-3

SABOR

CLASIFICACION

Z-1

Z-2

Z-3

DIAS

9	1	5	3
13	2	1	1
16	2	1	3
20	1.5	3.5	2.5

INTERVALOS

DIAS

9	1	3	2
13	3	1.5	1.5
16	2	1	3
20	1	3	2

SUMA DE INT.

7

8.5

8.5

ANALISIS FRIEDMAN

ESTADO MADURO Z

SABOR

$$R_1^2 = 193.5$$

$$X_1^2 = 12/48 (193.5) - 36$$

$$X_{1T}^2 = 9.21$$

< $X_1^2 = 12.38$ entonces los tratamientos son diferentes

Siendo el mejor Z-1

TEXTURA

CALIFICACION

Z-1

Z-2

Z-3

DIAS

9	3	1	3
13	2	4	3
16	3	2	4
20	2	2.5	2
9	2.5	1	2.5
13	1	3	2
16	2	1	3
20	1.5	3	1.5

INTERVALOS

DIAS

SUMA DE INT.

7.0 8.0 9.0

$$R_1^2 = 194$$

$$X_1^2 = 12/48 (194) - 36$$

$$X_{1T}^2 = 9.21 <$$

$X_1^2 = 12.5$ Los tratamientos son diferentes
Siendo el mejor Z-1 Z-2 Z-3

APENDICE No.13 ANOVA Y PRUEBA TUKEY PARA LA P.F.P. A 2°, 4° Y 6°C.

FASE II

ANALISIS DE VARIANZA- % DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO

CUADRO DE VARIANZA PARA TEMPERATURA A 2°C.

FUENTE DE VARIACION	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamientos	73.786	7	10.541	19.539
Bloques(DIAS)	560.847	11	50.986	94.511
Trat-Dias	52.805	77	0.686	1.27
Error	51.789	96	0.539	
TOTAL	739.227	191		

Tabla J()

(Tratamientos) $F_{0.01} = 3.29$ (días) $F_{0.01} = 2.74$ $F > F_{tablas}$

Por lo que el efecto de los tratamientos y días en la conservación del aguacate en la P.F.P. es significativa.

Al aplicar la prueba TUKEY los resultados fueron:

Ø FEST RT ST Ø FET Ø RT FEST FET Ø ST

FASE II

ANALISIS DE VARIANZA- % DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO
 CUADRO DE VARIANZA PARA TEMPERATURA A 4 C.

FUENTE DE VARIACION	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamientos	89.715	7	12,81	14.791
Bloques(DIAS)	933.428	9	103.714	119.693
Trat-Días	42.061	63	0.668	0.7705
Error	138.64	160	0.866	
TOTAL	1203.844	239		

Tabla J ()

(Tratamientos) $F_{0.01} = 3.29$

(Días) $F_{0.01} = 3.01$

$F > F_{tablas}$

Por lo que el efecto de los tratamientos y días en la conservación del aguacate - en la P.F.P. es significativa.

Al aplicar la prueba TUKEY los resultados fueron:

Ø FET Ø FEST FEST Ø ST FET ST RT Ø RT

FASE II

ANALISIS DE VARIANZA- % DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO
 CUADRO DE VARIANZA PARA TEMPERATURA A 6°C.

FUENTE DE VARIACION	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamientos	115.228	7	16.461	42.095
Bloques(DÍAS)	357.415	8	44.677	114.249
Trat-Días	28.473	56	0.508	1.30
Error	56.3109	144	0.391	
TOTAL	557.428	215		

Tabla J ()

(Tratamientos) $F_{0.01} = 3.29$

(Días) $F_{0.01} = 3.13$

$F > F_{tablas}$ Por lo que el efecto de los tratamientos y días en la conservación del aguacate en la P.F.P. es significativa

Al aplicar la prueba TUKEY los resultados fueron:

Ø PET Ø FEST FEST PET RT Ø ST ST Ø RT

APENDICE No.14 A.FRIEDMAN PARA COLOR Y TRATAMIENTOS RELEVANTES.

ANALISIS FRIEDMAN COLOR EN BLOQUES
 RESPUESTA EVALUADA POR EL GRUPO SENSORIAL ENTRENADO.

Tratamientos		ST ₁	FET ₂	RT ₁	FEST ₁	FEST ₂
CALIFICACION	26	2	2	1	5	3
	29	3.5	2	2	3	4
DIAS	33	1	5	3	3	2
	36	4	2	1	1	3
	40	4	3	5	4	5
	43	4	4	6	5	5
INTERVALOS	26	2.5	2.5	1	5	4
	29	4	1.5	1.5	3	5
DIAS	33	1	5	3.5	3.5	2
	36	5	3	1.5	1.5	4
	40	2.5	1	4.5	2.5	4.5
	43	1.5	1.5	5	3.5	3.5
SUMA DE INT.		16.5	14.5	17	19	23

$$R_1^2 = 1661.5$$

$$= 0.01$$

$$X_1^2 = 13.277$$

Tabla I

Daniel

$$X_1^2 = 14.766$$

$$X_1^2 < X_1^2$$

T

Entonces los tratamientos
 son diferentes

ANALISIS FRIEDMAN COLOR EN BLOQUES
 RESPUESTA EVALUADA POR EL GRUPO SENSORIAL ENTRENADO.

Tratamientos	RT ₁	FEST ₁ ⁰	FET ₂ ⁰		
CALIF.	26	1	3.5	4	
	29	2	4	5	
	33	3	3	4	
	DIAS	36	1	5	4
	40	5	5	5	
	43	6	5	5	
INTERVALOS	26	1	2	3	
	29	1	2	3	
	33	1.5	1.5	3	
	DIAS	36	1.5	1.5	3
	40	1	3	2	
	43	3	1.5	1.5	
SUMA DE INT.	11	13.5	17.5		

$$R_1^2 = 609.5$$

$$X_1^2 = 29.58$$

$$X_i^2 = 9.10$$

Tabla I = 0.01

$X_{1T}^2 < X_i^2$ Entonces los tratamientos no son iguales

ANALISIS FRIEDMAN COLOR EN BLOQUES
 RESPUESTA EVALUADA POR EL GRUPO SENSORIAL ENTRENADO.

Tratamientos		$FET_2\phi$	$FEST_2\phi$	ST_3	
CALIFICACION	26	4	4	5	
	29	5	5	6	
	33	4	5	6	
	DIAS	36	4	4	6
		40	5	5	6
		43	5	6	6
INTERVALOS	26	1.5	1.5	3	
	29	1.5	1.5	3	
	33	1	2	3	
	DIAS	36	1.5	1.5	3
		40	1.5	1.5	3
		43	1	2.5	2.5
SUMA DE INT.		8	10.5	17.5	

$$R_i^2 = 480.5$$

$$X_i^2 = 8.08$$

$$X_i^2 = 5.99$$

$$\text{Tabla I} = 0.05$$

$X_i^2 < X_i^2$ Entonces los tratamientos son diferentes.

CUADRO DE MEDIANAS PARA COLOR REGISTRADAS POR EL GRUPO SENSORIAL ENTRENADO.

TRATAMIENTOS

	PEST ₁	PET ₁	RT ₁	ST ₁	PEST ₁	PET ₁	RT ₁	ST ₁	PEST ₂	PET ₂	RT ₂	ST ₂	PEST ₂	PET ₂	RT ₂	ST ₂	PEST ₃	PET ₃	RT ₃	ST ₃	PEST ₃	PET ₃	RT ₃	ST ₃
26	5	4	1	2	3.5	4	1	3	3	2	3	2	4	4	4	2	3.5	3	4	5	6	6	6	6
29	3	4	2	3.5	4	3	4	5	4	2	5	6	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6
33	3	4	3	1	3	4	5	5	2	5	4	4	5	4	3	4	6	5	6	6	6	6	6	6
36	1	2	1	4	5	4	5	3	3	2	2	1	4	4	3	2	5	6	6	6	6	6	6	6
40	4	4	5	4	5	5	5	6	5	3	4	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
43	5	6	6	4	5	5	6	6	5	4	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Aplicando el análisis Friedman resulta una diferencia significativa, entonces se aplica el mismo método en bloque (ver cuadros). Quedando en forma Tukeys

Resultado del Friedman: $X_1^2 = 56.81$

$X_1^2 = 41.63$

$X_1^2 > X_1^2$

Tabla I

Daniel

ST₁ PEST₁ PET₁ RT₁ PEST₂ PEST₃ PEST₁ RT₂ PET₁ ST₂ PET₂ RT₂ ST₂ PEST₂ PET₂ PEST₃ PET₃ RT₃ ST₃ PEST₃ PET₃ RT₃ ST₃

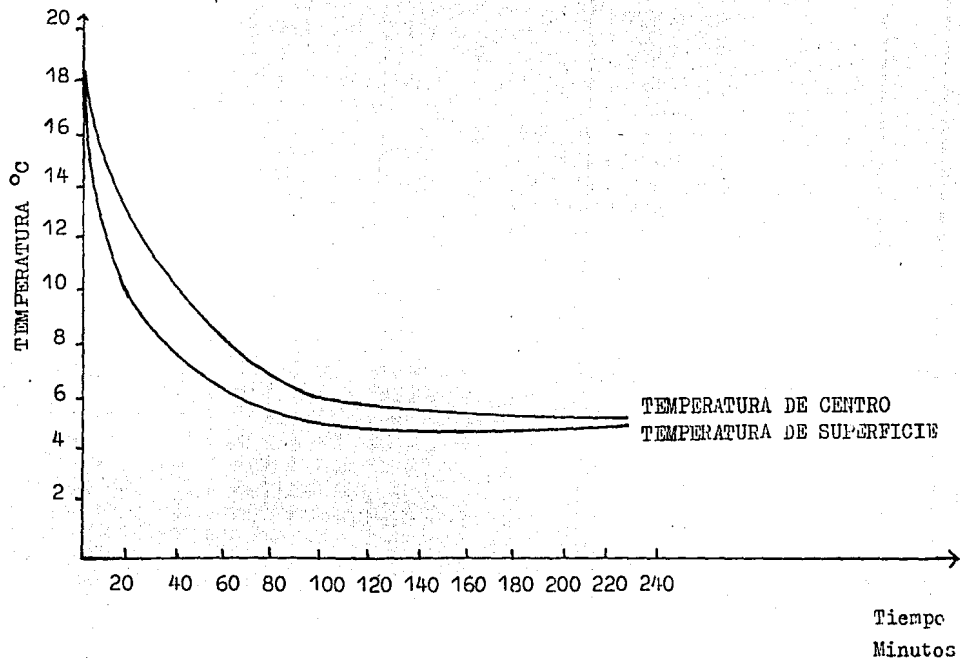
APENDICE No. 15

DIFUSIVIDAD TERMICA DEL AGUCATE EN REFRIGERACION A 2 °C.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	X	Y	α $m^2/s \times 10^8$
.5	17.24	0.240	0.8610	12.800
10	16.02	0.249	0.7921	6.640
15	14.44	0.255	0.7028	4.530
20	13.27	0.260	0.6367	3.470
25	12.33	0.265	0.5836	3.070
30	11.19	0.280	0.5192	2.490
35	10.43	0.290	0.4763	2.210
40	9.86	0.295	0.4441	1.970
45	9.05	0.300	0.3983	1.780
50	8.58	0.310	0.3718	1.650
55	8.22	0.320	0.3514	1.550
60	7.67	0.330	0.3203	1.470
65	7.32	0.340	0.2955	1.390
70	7.08	0.345	0.2870	1.310
75	6.72	0.350	0.2667	1.240
80	6.47	0.355	0.2525	1.180
85	6.33	0.355	0.2446	1.110
90	6.11	0.360	0.2322	1.070
95	5.85	0.365	0.2175	1.020
100	5.75	0.370	0.2119	0.987
105	5.66	0.370	0.2068	0.940
110	5.39	0.380	0.1915	0.921
115	5.34	0.390	0.1887	0.904
120	5.39	0.400	0.1915	0.889

DIFUSIVIDAD TERMICA DEL AGUACATE EN REFRIGERACION A 2 °C.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	X	Y	α $m^2/s \times 10^8$
125	5.06	0.420	0.1729	0.875
130	5.04	0.420	0.1718	0.862
135	5.09	0.420	0.1746	0.830
140	4.81	0.430	0.1588	0.819
145	4.80	0.435	0.1582	0.800
150	4.88	0.435	0.1627	0.773
155	4.62	0.440	0.1480	0.757
160	4.64	0.440	0.1492	0.733
165	4.74	0.440	0.1548	0.711
170	4.48	0.445	0.1401	0.698
175	4.52	0.440	0.1424	0.670
180	4.60	0.445	0.1469	0.659
185	4.35	0.450	0.1328	0.649
190	4.42	0.450	0.1367	0.632
195	4.51	0.455	0.1418	0.622
200	4.28	0.460	0.1288	0.613
205	4.30	0.465	0.1299	0.605
210	4.32	0.465	0.1311	0.591
215	4.30	0.470	0.1299	0.583
220	4.32	0.480	0.1311	0.582
225	4.04	0.485	0.1153	0.575
230	4.00	0.490	0.1130	0.568
235	4.03	0.495	0.1147	0.562



HISTORIA TERMICA DEL AGUACATE SOMETIDO A REFRIGERACION
2 °C

DIFUSIVIDAD TERMICA DEL AGUACATE EN REFRIGERACION A 2°C.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	X	Y	α $m^2/s \times 10^8$
240	3.72	0.500	0.0972	0.556
245	3.73	0.500	0.0998	0.544
250	3.78	0.495	0.1006	0.528

PROPIEDADES TERMOFISICAS

$$k_p = 0.2207 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

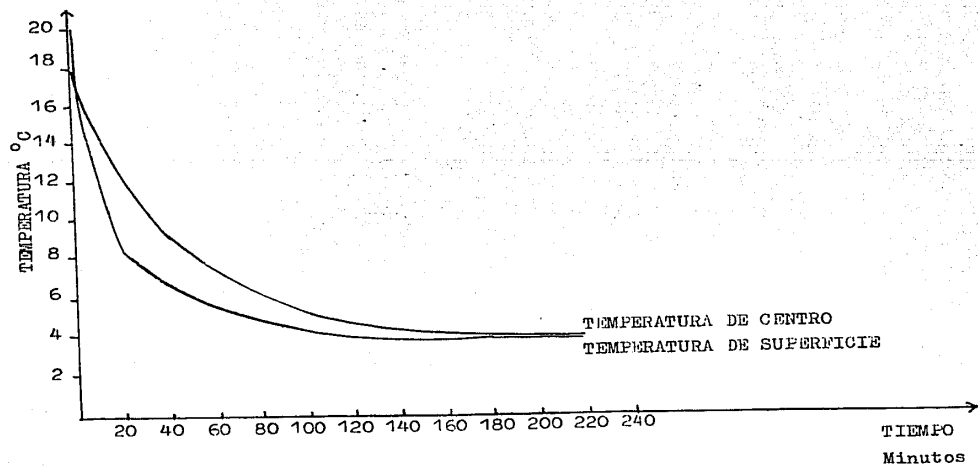
$$\alpha = 1.4797 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$$

DIFUSIVIDAD TERMICA DEL AGUACATE EN REFRIGERACION A 4°C

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (C)	X	Y	$m^2/s \times 10^8$
5	17.01	0	0.83	0
10	15.85	0	0.76	0
15	14.71	0	0.68	0
20	13.33	0	0.59	0
25	12.13	0	0.51	0
30	11.29	0.03	0.46	2.66
35	10.29	0.03	0.40	2.28
40	9.56	0.07	0.35	4.66
45	8.99	0.07	0.32	4.14
50	8.60	0.07	0.29	3.73
55	7.94	0.08	0.25	3.87
60	7.57	0.08	0.23	3.55
65	7.28	0.08	0.21	3.28
70	7.13	0.10	0.20	3.80
75	6.60	0.12	0.17	4.26
80	6.43	0.14	0.15	4.66
85	6.36	0.14	0.15	4.39
90	6.11	0.14	0.13	4.14
95	5.85	0.15	0.12	4.21
100	5.76	0.16	0.11	4.26
105	5.78	0.16	0.11	4.06
110	5.43	0.17	0.09	4.12
115	5.38	0.17	0.09	3.94
120	5.41	0.17	0.09	3.77

DIFUSIVIDAD TERMICA DEL AGUACATE EN REFRIGERACION A 4°C.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (C)	X	Y	α $m^2/s \times 10^8$
125	5.23	0.18	0.08	3.84
130	5.09	0.20	0.07	4.10
135	5.12	0.20	0.07	3.95
140	5.19	0.20	0.07	3.80
145	4.88	0.21	0.06	3.88
150	4.87	0.21	0.06	3.73
155	4.97	0.21	0.06	3.55
160	4.84	0.21	0.06	3.45
165	4.72	0.22	0.05	3.20
170	4.77	0.22	0.05	3.40
175	4.90	0.21	0.06	3.31
180	4.57	0.23	0.04	3.22
185	4.60	0.23	0.04	3.14
190	4.67	0.23	0.04	3.20
195	4.69	0.23	0.04	3.14
200	4.52	0.24	0.03	3.20
205	4.50	0.24	0.03	3.12
210	4.49	0.24	0.03	3.04
215	4.50	0.24	0.03	2.97
220	4.48	0.24	0.03	2.90
225	4.55	0.24	0.03	2.84
230	4.71	0.23	0.04	2.66
235	4.42	0.24	0.03	2.72



HISTORIA TERMICA DE AGUACATE SOMETIDO A REFRIGERACION
4°C.

DIFUSIVIDAD TERMICA DEL AGUACATE EN REFRIGERACION A 4°C

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (C)	X	Y	α $m^2/s \times 10^8$
240	4.45	0.23	0.04	2.66
245	4.57	0.23	0.04	2.50
250	4.63	0.23	0.04	2.45

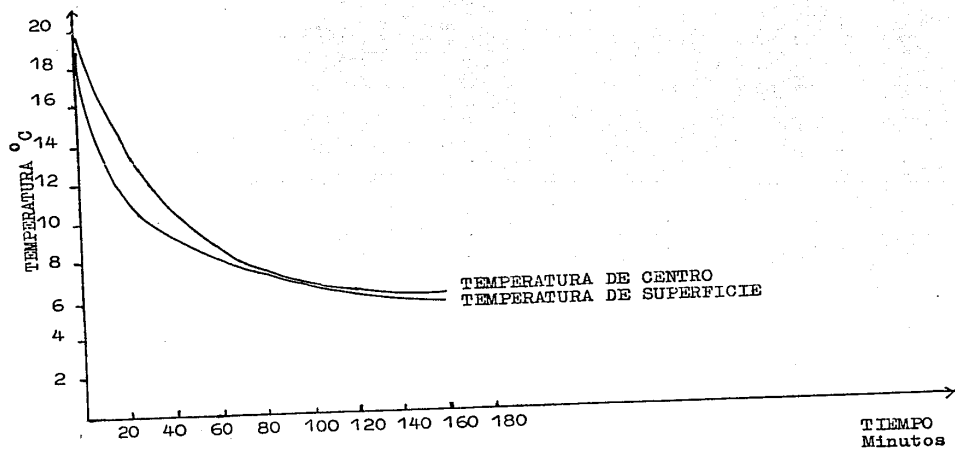
PROPIEDADES TERMOFISICAS

$$k_p = 0.1978 \text{ W/mC}$$

$$\bar{\alpha} = 3.5159 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$$

DIFUSIVIDAD TERMICA DEL AGUACATE EN REFRIGERACION A 6°C

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (C)	X	Y	α $m^2 / s \times 10^{-8}$
0	19.16	-	-	-
5	18.38	0	0.94	0
10	17.31	0	0.86	0
15	16.05	0	0.76	0
20	15.29	0	0.70	0
25	14.20	0.02	0.62	2.13
30	13.72	0.023	0.59	2.04
35	12.18	0.045	0.47	3.43
40	11.77	0.048	0.44	3.20
45	11.11	0.050	0.39	2.90
50	10.16	0.065	0.31	3.47
55	9.86	0.086	0.29	4.17
60	9.47	0.095	0.26	4.22
65	9.13	0.097	0.24	3.98
70	8.85	0.114	0.22	4.34
75	8.21	0.141	0.17	5.01
80	7.92	0.178	0.15	5.93
85	7.74	0.180	0.13	5.65
90	7.49	0.187	0.11	5.54
95	7.15	0.210	0.087	5.87
100	7.03	0.215	0.078	5.73
105	6.89	0.250	0.068	6.35
110	6.83	0.260	0.063	6.30
115	6.52	0.304	0.040	7.05
120	6.45	0.314	0.034	7.04



HISTORIA TERMICA DE AGUACATE SOMETIDO A REFRIGERACION
6°C.

DIFUSIVIDAD TERMICA DEL AGUACATE EN REFRIGERACION A 6°C

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (C)	X	Y	$m^2/s \times 10^8$
125	6.37	0.334	0.03	7.13
130	6.32	0.342	0.02	7.02
135	6.27	0.356	0.02	7.03
140	6.24	0.367	0.02	6.99
145	6.19	0.380	0.01	6.99
150	6.18	0.380	0.01	6.76
155	6.18	0.380	0.01	6.54
160	6.19	0.380	0.01	6.33
165	6.17	0.385	0.01	6.22
170	6.18	0.380	0.01	5.96

PROPIEDADES TERMOFISICAS

$$K_p = 0.18467 \text{ W / mC}$$

$$\alpha = 5.38 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$$

LITERATURA CITADA

LITERATURA CITADA.

- 1.- ADAMS D.O. and YANG F.S.- "Ethylene Biosynthesis; Identification of L-aminocyclopropane carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene", Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol. 76, No. 1, pp. 170-174, Biochemistry, January 1979.
- 2.- ALLEN STEVENS M and MARJORIE ALBRIGHT.- "An Approach to - Sensory Evaluation of Horticultural Commodities".- Hort-Science, Vol. 15 (I), 4-6, February 1980.
- 3.- ANZALDUA MORALES A.y BRENNAN G.J.- "La Medición de la Textura de Frutas y Verduras, I. Frutas y Verduras Frescas"7- Tecno. Aliment. (Méx.), Vol. 19, No. 2.
- 4.- ANZALDUA MORALES A. y BRENNAN, G.J.- "La Medición de la Textura de Frutas y Verduras. II. Frutas y Verduras Procesadas por Medio de Calor".- Tecno. Aliment. (Méx.), - Vol. 19, No. 2.
- 5.- ANZALDUA MORALES A. y BRENNAN, G.J.- "La Medición de la Textura de Frutas y Verduras. III. Frutas y Verduras -- Frescas, Métodos Objetivos".- Tecno. Aliment. (Méx.),- Vol. 19, No. 3.
- 6.- ANZALDUA MORALES A., VERNOR CARTER J. y LEVER C.A.. "New Methods of Sensory Evaluation and Application in Rheology and Texture".- A.T.A.M., Vol. 18, No. 5, México, 1984.
- 7.- ARRIOLA M. C.- "Caracterización, Manejo y Almacenamiento de Aguacate".- Instituto Centroamericano de Investigación Técnica e Industrial.- Pág. 42, Guatemala, 1976.
- 8.- AYRES H. GILBERT.- "Análisis Químico Cuantitativo".- -- Harla, S.A. de C.V., 7a. reimpresión, Cap. II, México, 1970
- 9.- BARMOTTE CHARLES R., and ROUSE, H.T.- "Pectin Esterase Activity in Controlled Atmosphere Stored Avocados".- J. - Amer. Soc. Hort. Sci. IOI(3), 294-296, Florida, 1976.

- 10.- BIDWELL R.G.S.- "Fisiología Vegetal".- A.G.T. Editor, - S.A., Primera edición en español, México, 1983.
- 11.- BLAIR R. JOHN.- "Interface of Marketing and Sensory Evaluation in Product Development".- Food Technology, 61-63, November, 1987.
- 12.- BONG STANLIZY P. and BURG BILLIEN A.- "Etylene Action- and the Ripening of Fruits".- Science, Mayo, Vol. 148, Miami, Florida, 1965.
- 13.- BOSQUES MOLINA ELSA.- "Estados de Madurez y Suceptibilidad al Daño por Frío de Aguacate, (Persea Americana -- Mill), var. Hass, Tesis para Mestría".- CONAFRUT, 1984.
- 14.- BOURNE MALCOLM C.- "Texture Evaluatin of Horticultural Crops".- HortScience, Vol. 15 (I), February, 1980.
- 15.- CARVALHO F.- "El Aguacate".- Editorial RA, primera edición, México, 1975.
- 16.- CIURLIZZA, G.A. y MUÑOZ, E.M.:L.- "Cinética de Oscurecimiento de Muestras de Aguacate".- Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.) Vol. 15, (3).
- 17.- CONAFRUT.- "Anteproyecto del Instructivo de Cosecha, -- Transporte, Empacado y Conservación de Aguacate Fresco (Persea Americana) Variedades Hass y Fuerte".- México,- D.F., 1980.
- 18.- CONAFRUT.- Departamento de Comercialización "Exportación de Aguacate".- Elaborado por la Subdirección Comercial de CONAFRUT con Cifras Definitivas de la S.P.P. y Preliminares de la S.H.C.P., México, 1980.
- 19.- CONAFRUT.- Departamento de Comercialización "Producción Nacional de Aguacate, (Programa de Aguacate en México)".- con cifras de la D.G.E.A., 1980.
- 20.- CONAFRUT.- Departamento de Comercialización.- "Programa de Aguacate en México", 1984.

- 21.- CONAFRUT.- Departamento Comercio Exterior.- "El Mercado Exterior Frutícola".- Boletín Bimestral, marzo-abril, - México, D.F., 1982.
- 22.- DANIEL W. WAYNE.- "Bioestadística", Editorial Limusa, - S.A., tercera reimpresión, Cap. 1, 6, 7, 9, 10, 11. -- México, 1982.
- 23.- DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA Y CONAFRUT.- "Datos Estadísticos de la Producción de Aguacate y Costos del Período 1970-1974".- S.A.R.H., México, 1984.
- 24.- DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA DE LA S.A.G.- "Datos Estadísticos de Producción y Costos del Período 1975-1978", S.A.R.H., México, 1985.
- 25.- DOLENDO A.L., LUH, B.S., and PRAT, H.K.- "Relation of Pectic and Fatty Acid Changes to Respiration Rate During Ripening of Avocado Fruits".- Journal of Food -- Science, mayo-junio, Vol. 31, No. 3, Pp. 332-336.
- 26.- DULL G.G., BIRTH, G.S. and MAGGE, J.B.- "Non Destructive Evaluation of Internal Quality", HortScience, Vol. 15 (1) 16-19, February, 1980.
- 27.- ERHARDT JAQUELYN P.- "The Role of the Sensory Analyst - in Product Development".- Food Technology, November, - 1978.
- 28.- F.A.O.- "Anuario de la Producción".- Vol. 37, 1983.
- 29.- FENNEMA R. OWEN.- "Introducción a la Ciencia de los -- Alimentos".- Editorial Reverté, S.A., Cap. XVI, Barcelona, España, 1982.
- 30.- FERGUSON I.B.- "The Movement of Calcium in Non-vascular Tissue of Plants".- Commun. in Soil. Science and Plant Analysis, 10 (1 & 2) 217-224, 1979.
- 31.- F.I.R.A.- "Situación y Perspectivas Económicas de la -- Producción de Aguacate en México".- 1984.

- 32.- FLORES AYON ROSA MA.- "Selección de Tipos Criollos de - Aguacate".- Tesis Profesional E.N.E.P. Zaragoza, UNAM, México, 1982.
- 33.- FOOD TECHNOLOGY, DIVISION DE EVALUACION SENSORIAL.---- "Sensory Evaluation Guide for Testin Food and Beverage Products".- 1981.
- 34.- FRANCIS F.J.- "Color Quality Evaluation of Horticultural Crops".- HortScience, Vol. 15 (I), February, 1980.
- 35.- FRENCH E. THOMAS y VIERCK CHARLES J.- "Dibujo de Ingeniería".- McGraw Hill.- Tercera edición en Español, - Cap. 23, México, 1981.
- 36.- GEAN KOPLIS J. CHRISTIE.- "Proceso de Transporte y Operaciones Unitarias".- Cía. Editorial Continental, S.A. de C.V., Cap. IV-V, primera edición en español, México, 1982.
- 37.- GOMEZ BRITO L., MALEVSKI and SILBERG M.- "Maduración, Textura y Desarrollo de Color de Mangos Kent, Palmer y Sensation, Almacenados a Diferentes Temperaturas".- -- Tec. Aliment., Enero-Febrero, 1977.
- 38.- GRANLTHEY R. CHAPLIN, R.B.H. WILLS.- "Objetive Medisument of Chilling Injuary in the Mesocarp of Stored - Avocado".- HortScience 17 (2), 238-239, 1982.
- 39.- HARDIN D.K., "Use of Market Research in the Food Industry".- Food Technology, november, 1981.
- 40.- HASEGAWA S., MAIER V.P., KASZYCKY H.P. and CRAWFORD J. K.- "Polygalacturonase Content of Dates and its Relation to Maturity and Softness".- Journal of Food Science, Vol. 34, 1969.
- 41.- HECHT-BUCHHOLZ CH.- "Calcium Deficiency and Plant Ultrastructure".- Commun.in Soil. Science and Plant Analysis 10 (1 & 2) 67-81, 1979.
- 42.- HOLMAN J.P.- "Heat Transfer".- McGraw-Hill International Book Co., Fifth edition, 1981.

- 43.- HORFALL J.G.- "Perspectivas de los Fungicidas".- Fito-patología, Sarasola, Tomo III, Buenos Aires, 1970.
- 44.- HULME A. C.- "The Biochemistry of Fruit an Their Pro--ducts".- Academia Press Inc., Cap. "El Aguacate".- Lon-don, L.T.D., 1974.
- 45.- IBAR LEANDRO.- "El Cultivo de Aguacate, Chirimoya, Man-go y Papaya".- Editorial Aedos, Barcelona, España, 1979.
- 46.- INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR.- "Informe de - Aguacate en Fresco en Francia".- Informe de Mercado, - 1982.
- 47.- IRVING L. EAKS.- "Ripening Chilling Injuary, and Respi-ratory Response of Hass and Fuerte Avocado Fruits at -- 20°C Following".- J. Amer. Soc. Hrt. Sci. 101 (5) 583-540, 1976.
- 48.- JUGOS DEL VALLE, S.A. de C.V.- "Curso de Evaluación -- Sensorial para Bebidas".- Tepozotlán, Edo. de México, - 1984.
- 49.- KENNEDY B. JOHN y MEVILLE M. ADAM.- "Estadística para - Ciencias e Ingeniería".- Harla, S.A. de C.V., segunda - edición, México, 1982.
- 50.- KOSIYACHINDA S. y YANG R.E.- "Chilling Sensitivity of - Avocado Fruit".- Year Book, Society Avocado, Society -- California, 1975-1976.
- 51.- KOSIYACHINDA S. y UANG R.E.- "Succinoxidase Activity of Avocado Fruit Mitochondria in Relation to Temperature - and Chilling Injuary Throughout the Climateric Cycle".- Plant Physiol (1977) 60, 470-474.
- 52.- KRAFT JORAUME, FOONS-GROVES LETTING, CONSUMERS THINK - ABOUT YOUR NEW PRODUCT.- IDEA Food Tech., Nov., 1981.
- 53.- KRAMER y TWIGG.- "Quality Control in the Food Indus--try.- Avi, Pub. G. Wesport, Conn. 1972.

- 54.- LABUZA T.P. and RIBONH.- "Theory and Application of Arrhenius Kinetics to Prediction of Nutrient Losses in Food".- Food Technology, Vol. 36, No. 10, Pp. 66-74, - octubre, 1982.
- 55.- LABUZA T.P. and SHMIDZ MARYK.- "Accelerated Shelf Life Testing of Foods".- Food Technology, septiembre, 1985.
- 56.- LEWIS F. CHARLES.- "The Maturity of Avocados a General Review".- Australia J. Sci. Fd. Agric., 1978, 29, 857-866.
- 57.- LIPTON WERNER.- "Interpretation of Quality Evaluation - of Horticultural Crops".- HortScience, Vol. 15 (I), febrero, 1980.
- 58.- MELVIN R. CONEY.- "Chilling Injury of Crops of Tropical and Subtropical Origin".- HortScience, Vol. 17 (2), -- abril, 1982.
- 59.- MEROLLI A.- "Sensory Evaluation in Operations".- Food - Technology, noviembre, 1980.
- 60.- MILLER IRWIN and FREUND E. JOHN.- "Probabilidad y Estadística para Ingenieros".- Editorial Reverté Mexicana, S.A., Cap. 13-14, primera edición en español, 1973.
- 61.- MOSKOWITZ H. R. and CHANDIER J.W.- "Consumer Perceptions, Attitudes and Trade-offs. Regarding Flavor and Other Product Characteristics".- Food Technology, noviembre, 1978.
- 62.- NARAYAMA MICHICO and WESSMAN COLL.- "Application of --- Sensory Evaluation to the Routine Maintenance of Product Quality".- Food Technology, September, 1979.
- 63.- PANTASTICO ED. B.- "Postharvest Physiology and Storage of Fruits. I. Chilling Injury".- Philippine, Agriculturist (51) (9) 697-730.
- 64.- PEARL JACQUELING.- "Sensory Evaluation in Marketing".- Food Technology, November, 1981.

- 65.- PEDRERO FUERHRER DANIEL L.- "El Análisis Sensorial y -
Algunas de sus Consecuencias".- Rev. Tecnol. Aliment.,-
Vol. XVII, No. 3, México, 1980.
- 66.- PERRY H. JOHN, PH. D.- "Manual del Ingeniero Químico",-
Tomo I, McGraw-Hill Book Co., Inc., U.S.A., P. 153, --
Third edition, 1982.
- 67.- POOVAIAH B.W.- "Role of Calcium in Ripening and Senesce
nee".- Commun. in Soil Science and Plant Analysis, 10 -
(1 & 2), 83-84. 1979.
- 68.- PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.- "Estadísticas del Período
1975-1983".- Dirección General de Aduanas y D.G.E., --
México.
- 69.- PURSEGLDYE J.W.- "Tropical Crops".- Capítulo I (Dicoty-
ledons), Lauraceae PP. 192-198, Longmans Green and Coldt,
London and Marlon 1a. publicación, 1968.
- 70.- REYES CASTAÑEDA PEDRO.- "Bioestadística Aplicada".- Edi
torial Trillas, S.A. de C.V., tercera reimpresión, Méxi
co, 1982.
- 71.- ROUSE A.H. and BARMORE C.R.- "Changes in Pectin Substan
ces During Ripening of Avocados".- HortScience, Vol. 9
(1), February, Florida, 1974.
- 72.- ROUSE STEVEN.- "The Laboratory Test Market:an Approach".-
Food Technology, november, 1981.
- 73.- RYALL-PENTZER.- "Handling Transportation and Storage of
Fuits and Vegetables".- Avi Publishing Co., segunda edi
ción, Cap. Fisiología Postcosecha, 1982.
- 74.- S.A.R.H.- "Anuario de Comercio de los Estados Unidos -
Mexicanos".- Datos del período 1970-1974.
- 75.- S.A.R.H.- "Estudio sobre la comercialización de frutas
y hortalizas en México".- Subsecretaría y Operaciones,
Dirección General de Economía Agrícola, México, 1982.

- 76.- S.A.R.H.- "Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos".- Anuario Estadístico, 1981.
- 77.- S.A.R.H.- "Información Agropecuaria en Colaboración de la D.G.E.A., 1982.
- 78.- S.A.R.H.- "Información Agropecuaria".- En colaboración de la D.G.E.A., 1983.
- 79.- S.A.R.H.- "Producción Agrícola Nacional".- Anuario Estadístico, 1981.
- 80.- SAUCEDO VELOZ C.- "Preenfriamiento de Frutas y Hortalizas".- (Principios, Métodos y Recomendaciones), U.A.CH., 1981.
- 81.- SCHACFER E.- "Discovery, Sensory Scale-up, and Sensory Cycles".- Food Technology, November, 1981.
- 82.- SEPULVEDA LERMA RAMON.- "Auxiliares del Frío en la Conservación de Productos Perecederos".- U. A. CH., 1976.
- 83.- SKINNER ELAINE.- "Sensory Evaluation in Distribution".- Food Technology, November, 1980.
- 84.- TASSAN C. G.- "Sensory Evaluation in Research and Development, Food Technology, November, 1980.
- 85.- TINGWA P.O. and YOUNG R.E.- "Effect of Calcium on the Ripening of Avocado (Persea Americana Mill.) Fruits", University of California, J. Amer. Soc. Hort. Sci. -- 99 (6), 540-542, 1974.
- 86.- TREYBAL E. ROBERT "Operaciones de Transferencia de Masa".- Mc.Graw-Hill, segunda edición, Cap. I, 2.4, México, 1980.
- 87.- VANCE CIVILLE GALL.- "Case, Estudios, Demonstrating - the Role of Sensory Evaluation in Product Development", Food Technology, November, 1978.

- 88.- WANG YI CHIEN.- "Physiological and Biochemical Response of Plants to Chilling Strees".- HortScience, Vol. 17 - 92), April, 1982.
- 89.- WATADA E. ALLEY.- "Quality Evaluation of Horticultural Crops the Problem".- HortScience, Vol. 15, Febrero, -- 1980.
- 90.- WOLFE JOE and BAGNALL DAND.- "Statical Test to Decide -- Between Straght Line Segments and Curves and Suitable - Fits to Arrhenius Plots and Other Data, Low Temperature Stress in Crop Plant".- Academic Press, Inc. 1979.
- 91.- WOLFE KATHLEEN A.- "Use of Reference Standa RDS for -- Sensory Evaluation of Product Quality".- Food Technology, September, 1979.
- 92.- YOUNG R. E. and KOSIYACHINDA S.- "Low Temperatura Storage of Ride Avocado Fruit".- Year-Book, Society Avocado, -- Society, California, 1975-1976.
- 93.- ZAUBERMAN G, FUCH VORAN and DESIS EDNA.- "Cellulase -- Activity and Fruits Softening in Avocado".- Plant -- Phisiology, Israel, 1977.
- 94.- ZAUBERMAN G. and FUCH VORAN.- "Ripening Processes in -- Avocado Stored in Ethilene Atmosphere in Cold Storage". Soc. Hort. Sci. 98 (5) (477-478), 1973.
- 95.- ZAUBERMAN GIORA and SCHIFFMAN-NADEL MINA.- "Pectin Metil Estherase and Polygalacturonase",- Israel, Plant --- Physiol (1972) 49, 846-865.
- 96.- ZAUBERMAN GIORGA, SCHIFFMANN-NADEL MINA and YANKO V.- "The Response of Avocado Fruits to Different Storage Temperatures".- HortScience 12 (4) 1977.