



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

U. N. A. M.

EFEECTO DE LA REFRIGERACION Y DEL ESTADO
DE MADUREZ EN LA VIDA DE ALMACENAMIENTO

DE LA PIÑA Ananas comosus,

VAR. CAYENA LISA.

T E S I S P R O F E S I O N A L

JOSE LEMOINE MENDOZA

ROMUALDO SOLIS VARGAS

CIUDAD UNIVERSITARIA

1980.

M-21702



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

PARÁ: ALICIA, LUZ DE MI CAMINO

A MIS PADRES,

CUYO EJEMPLO HA SIDO UNA GUIA

A MIS HERMANOS

QUE ME HAN DADO SU CARIÑO Y AFECTO

A MIS AMIGOS

A CLARITA,

QUE SIN SU APOYO INCONDICIONAL NO SE
HUBIERA REALIZADO ESTE TRABAJO

CIUDAD UNIVERSITARIA 1980

JURADO ASIGNADO.

Presidente: EMILIO BARRAGAN.
Vocal: GABRIEL SIADÉ BARQUET.
Secretario: WENCESLAO FUENTES SOLIS.
1er. Suplente: FEDERICO GALDEANO B.
2do. Suplente: GILBERTO VILLELA.

Tema desarrollado en:
COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA.

Sustentantes:
JOSE LEMOINE MENDOZA
ROMUALDO SOLIS VARGAS.

Asesor del tema:
GABRIEL SIADÉ BARQUET

Supervisor técnico:
CLARA PELAYO ZALDIVAR.

Gabriel Siadé Barquet

Clara Pelayo Zaldivar

EFFECTO DE LA REFRIGERACION Y DEL ESTADO DE MADUREZ
EN LA VIDA DE ALMACENAMIENTO DE LA PIÑA

Ananas comosus, VAR. CAYENA LISA.

CONTENIDO

	Pág.
OBJETIVOS.	1
A.- ANTECEDENTES ECONOMICOS	2
B.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PLANTA Y DE LA FRUTA	16
1.- Variedades	16
2.- Cultivo	18
a) Temperatura	18
b) Pluviosidad	18
c) Luminosidad	19
d) Altitud	19
e) Condiciones del Terreno	20
f) Preparación del Terreno	20
g) Carburación	21
h) Medios de propagación	22
3.- Características de la fruta	25
a) Madurez Fisiológica	27
b) Índice de Cosecha	29
c) Cambios Composicionales Durante - el Desarrollo	31
d) Ritmo Respiratorio	37
e) Vida estimada en Almacenamiento	39
f) Preparación de Frutos para el Mercado	41
g) Almacenamiento	42
h) Desórdenes Fisiológicos y su Control	48
C.- MATERIALES Y METODOS	50
1.- Selección del Material Experimental	50
a) Huertas de Muestreo	51
2.- Descripción de Experimentos	53
a) Experimento I	53
b) Experimento II	61
c) Experimento III	65
d) Experimento IV	68

	Pág.
D.- RESULTADOS	71
E.- DISCUSION DE RESULTADOS	96
1.- Pérdida Fisiológica de Peso	96
2.- % de Fruta Comerciable	98
3.- Velocidad de Maduración	100
4.- Mancha Café Endógena	101
5.- Análisis Químicos	104
F.- CONCLUSIONES	105
BIBLIOGRAFIA	108

OBJETIVOS.

Nuestro país carece de estudios que contemplen el desarrollo de la maduración de la piña (Ananas comosus L.), tampoco los hay sobre el índice de cosecha a partir del cual se tiene una maduración adecuada a baja temperatura, puesto que en la práctica se parte de los índices de cosecha utilizados generalmente por los productores, desconociéndose además, la incidencia de un desorden fisiológico denominado "Mancha Café Endógena" cuya presencia se ha reportado en los principales países productores de piña.

Tratando de aumentar la vida útil de esta especie, con fines de exportación y diversificación de mercado interno, se determinará en la variedad Cayena Lisa la relación entre el estado de madurez en el momento de corte y el uso de refrigeración, con la calidad obtenida al cabo de diversos períodos de almacenamiento y tratamiento postcosecha encaminados a mantener la calidad y reducir pérdidas.

Por estas razones, los objetivos de esta tesis son:

⇒ Aumentar la vida útil de la piña manteniendo sus características de calidad, para facilitar su distribución en mercados nacionales y extranjeros.

Evaluar los desórdenes fisiológicos que se presenten durante su

almacenamiento.

Implementar un método que elimine o reduzca la aparición de estos desórdenes fisiológicos.

A.- ANTECEDENTES ECONOMICOS.

Si hacemos un estudio de la zona de producción de la piña podemos ver que ésta se limita a la comprendida entre el trópico de Cáncer y el de Capricornio, en donde predomina el clima tropical y subtropical, con temperaturas relativamente altas, humedad elevada y precipitaciones pluviales adecuadas (2000 mm/año) para el buen desarrollo de esta especie por lo cual los países de mayor producción se encuentran en la parte central de dicha zona, disminuyendo la producción a medida que nos alejamos de ésta. Cabe mencionar que además de la latitud hay que tomar en cuenta la altitud, pues conforme la altura aumenta (más de 600 m), menor será la producción de este fruto. Así, los factores geográficos limitantes son los antes mencionados y basta con que falte uno de éstos dos, para que no pueda desarrollarse bien esta especie (ver Fig. No. 1).

México se encuentra dentro de esta zona y por tanto no está exento de este cultivo, es más, nuestro país, como veremos más adelante en la revisión de datos de producción, es uno de los que más piña producen, encontrándose que la principal área productora se ubica en la región comprendida entre los estados de Veracruz y Oaxaca (ver Fig. No. 2)

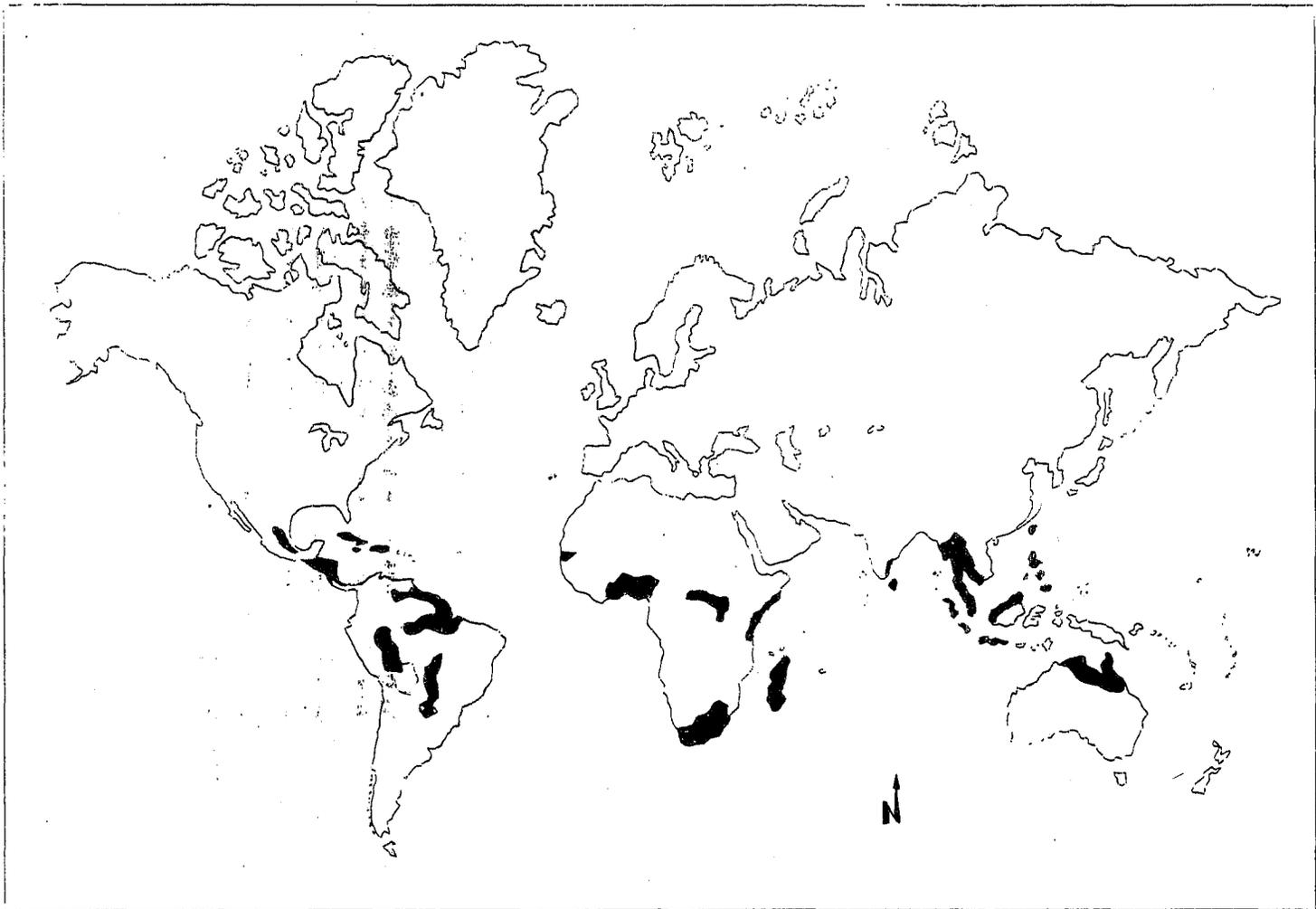
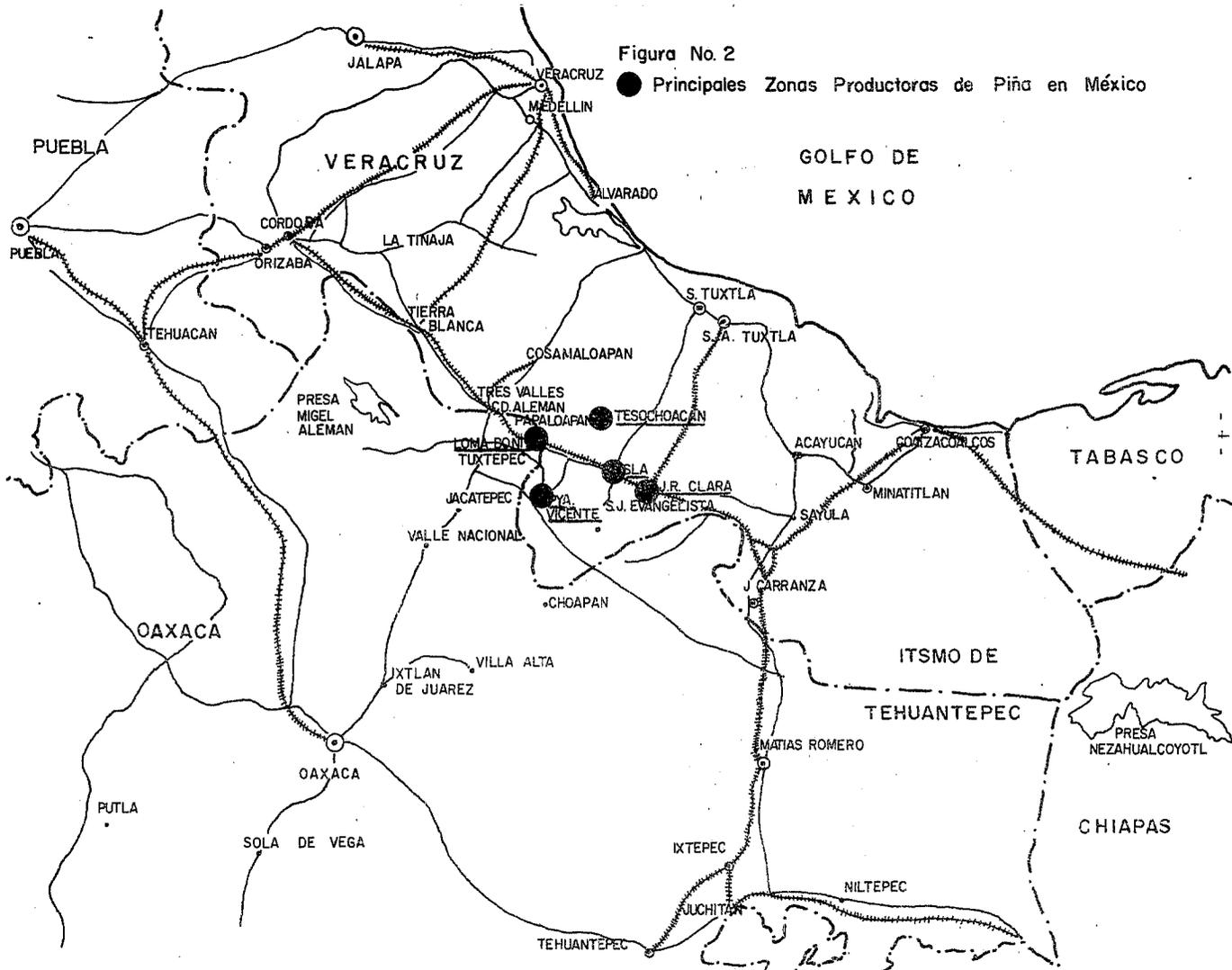


Fig. No. 1.- Principales zonas productoras de piña en el mundo.

Figura No. 2

● Principales Zonas Productoras de Piña en México



Con el fin de visualizar más claramente las posibilidades que México tiene, como país exportador de piña fresca, se dan a continuación datos sobre volumen producido a nivel mundial, principales países exportadores, lugar que ocupa México en cuanto a volumen producido y exportado, principales países importadores y época de mayor producción.

Como puede observarse en la tabla No. I, entre los países de mayor producción se encuentran Estados Unidos, Brasil, Malasia, Taiwán, Zaire, México, Filipinas, Tailandia, Australia, Sudáfrica y Costa de Marfil, que cubren aproximadamente el 80% de la producción mundial. Nuestro país ha ocupado entre el 4o. y el 8o. lugar en los últimos 10 años (1970-79).

Los principales países exportadores de piña fresca son Brasil, México, Costa de Marfil, Sudáfrica, Islas Azores, Cuba, Taiwán y Malasia, que en conjunto aportan el 99% del volumen comercializado a nivel internacional. Este volumen es bastante reducido, pues representa solamente el 2.8% de la producción mundial. Las Islas Azores son las que mayor cantidad exportan (aproximadamente el 50% del volumen que producen), tal vez debido a su situación geográfica, cercana a los países europeos que más piña fresca importan.

TABLA No. I

PRODUCCION MUNDIAL DE PIÑA (Miles de toneladas)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
MUNDIAL	4,094	4,183	4,358	4,410	5,521	5,842	5,959	6,109
AFRICA	469	494	559	582	738	1,052	1,127	1,182
Angola	-----	-----	-----	-----	22F	22F	25F	25F
Benin	-----	-----	-----	-----	3F	3F	3F	3F
Camerún	6	7	7F	7F	18	18F	18F	18F
Dahomey	3F	3F	3F	3F	-----	-----	-----	-----
Ghana	30	30F	30F	29F	35	16*	27*	28*
Ghinea	13*	15F	12F	12F	13F	14F	15F	15F
C. Marfil	111	139	197	200F	228	240	257*	285*
Kenia	47F	35*	39*	40*	45F	73*	100*	110*
Liberia	7	6F	7F	7F	7F	7F	7F	7F
Malgache	35	39	40F	50F	43	46	48F	53F
Mozambique	18F	18F	18F	18F	18F	12F	13F	13F
Sudáfrica	123*	125F	130F	135F	158	177	182	182
Sudán	-----	-----	-----	-----	4F	4F	4F	4F
Swaziland	10	10	8	13F	10	17	18	18F
Zaire	286	297	308	300F	298F	356	364	372F
NORTE Y								
C. AMERICA	1,250	1,290	1,395	1,264	1 095	1,262	1,302	1,307
C. Rica	5	6	6	6F	8F	8F	9F	9F
Cuba	14	15F	15F	22F	22	22F	22F	22F
E Unidos	813	817	820	790	635	617	626	626
El Salvador	33	35	36F	38F	27F	30F	23	25F
Guatemala	17	17F	18F	18F	18F	19F	20F	21F
Haiti	1F	1F	1F	1F	1F	2F	2F	2F
Honduras	8F	12F	13F	14F	12	18F	31F	28F
Jamaica	5	5F	5F	6F	4	4F	5F	5F
Martinica	22*	24*	26*	20	25	30	30F	31F
México	249	270	218	270	398	371	442	510
Nicaragua	25	26F	26F	27F	25	33	34	35
Panamá	3	3F	3F	5F	7	7	7	7F
P. Rico	49	52	57	40	40	43	38	38F
R. Dominicana	5F	5*	5*	6*	18F	19F	19	19*

TABLA No. I
(CONTINUACION)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
S. AMERICA	698	647	682	729	840	1,012	920	953
Argentina	1	2	1F	2F	4	4	4	4F
Bolivia	5	7	7F	7F	8	9	10F	10F
Brasil	424	385F	400F	410F	500F	515	524	550
Colombia	85F	87F	89F	90F	92F	134	146	150F
Ecuador	50F	50F	50F	75F	98	233	116	116F
Guyana	1	2	2F	2F	1	2	2*	2F
Paraguay	35*	26*	30F	32	34F	36F	38F	38F
Perú	62	53	68F	70F	70F	52F	53F	54F
Venezuela	35	35	35F	41F	32	28	28F	29F
ASIA	1,534	1,598	1,581	1,682	2,450	2,395	2,549	2,547
Bangladesh	107F	107F	110F	90F	124	138	140F	141F
Filipinas	233	282	250F	385*	402*	360*	500*	450*
India	98	100F	95F	98F	105F	110F	110F	110F
Japón	66	79	85F	85F	77	65	59	49*
Laos	25F	25F	26F	26F	27F	27F	28F	28F
Malasia	353	332	330	290F	302	245	264F	284F
Sri Lanka	38*	37	35F	88	44	49	63	66F
Tailandia	210F	210F	210F	225F	500*	500F	500F	500F
Taiwán	33	34	35F	35F	34F	35F	35F	36F
EUROPA	2	2	2	2	2	2	2	2
Portugal (Azores)	2	2	2F	2F	2	2	2	2F
OCEANIA	141	152	139	151	126	119	59	117
Australia	141	152	139	150	110	103	42	102
Islas Cook	-----	-----	-----	-----	2	2	3	1
Islas Fidji	-----	-----	-----	-----	1F	1	1F	1F
Guinea Papú	-----	-----	-----	-----	8F	8F	8F	8F
Samoa	-----	-----	-----	-----	5F	5	5F	5F

F Datos estimados por la FAO

* Datos extraoficiales.

FUENTE: Anuarios Estadísticos de Producción Mundial FAO/ONU, 1978.

México, por su parte, era hasta 1970, el país menos exportador (solamente el 3.4% de su producción), pero estas cantidades han ido aumentando, debido fundamentalmente a la disminución en la producción de Hawaii, hasta alcanzar en 1978 el 12.5%. El principal comprador de México es Estados Unidos, al cual se le envía hasta el 99% del volumen total exportado, el resto se dirige a Canadá, República Federal Alemana, España, Suiza, Italia, Países Bajos, Reino Unido y Bermudas, principalmente (ver tablas II-A, II-B y II-C). En la tabla No. II, se observan las cantidades de piña fresca e industrializada que ha venido exportando México de 1970 a 1978.

Por lo que se refiere a importación, los principales países importadores son: Francia, Reino Unido, República Federal Alemana, Italia, Suiza, Bélgica-Luxemburgo, Holanda, Suecia, Estados Unidos de América, Argentina, Japón y Canadá. Estos países importan aproximadamente el 98% de las exportaciones mundiales.

Debe hacerse notar que Estados Unidos es uno de los países que más piña producen y el que más importa, es también el que más industria lizada produce. Pueden competir con él, países como Filipinas, Malasia, Taiwán y Sudáfrica, que son los máximos exportadores de piña industrializa da, o al menos lo fueron hasta 1970, sólo que Estados Unidos exporta una pequeña cantidad del total de su producción, ésto significa que la mayor - parte se consume dentro del país.

TABLA No. II
EXPORTACIONES DE PIÑA FRESCA E INDUSTRIALIZADA

Año	Fruta Fresca ¹	Costo ²	Piña en Almíbar ¹	Costo ²	Jugo ¹	Costo ²
1970	8.52	2.61	22.38	63.02	0.56	1.44
1971	9.92	2.29	25.40	75.31	0.79	2.32
1972	16.33	4.72	21.77	76.74	0.40	1.10
1973	14.15	5.89	20.33	63.70	0.39	2.25
1974	13.14	6.33	18.03	102.41	0.44	2.25
1975	17.20	12.60	14.40	86.64	0.51	3.08
1976	18.72	17.88	22.60	166.96	0.19	2.30
1977	27.58	30.52	29.86	315.60	0.34	3.88
1978	37.61	51.83	33.50	360.14	4.47	86.05

1 Miles de toneladas

2 Millones de pesos

Fuente: Departamento de Estadística, Comisión Nacional de Fruticultura, SARH.

TABLA No. II-A

EXPORTACIONES DE PIÑA FRESCA E INDUSTRIALIZADA EN 1976.

País	Fruta ¹ Fresca	Costo ²	Cantidad ¹ Almíbar	Costo ²	Cantidad ¹ Jugo	Costo ²
E.U.A.	18,598	17,507	14,912	108,875	0,910	53
R.F.A.	32	123	3,244	25,560	53	470
R. Unido	-----	-----	43	563	-----	-----
Canada	50	83	49	473	-----	-----
Suecia	-----	-----	10	142	-----	-----
España	-----	-----	1,925	11,868	94	1,209
Suiza	-----	-----	1,097	6,665	-----	-----
Argentina	-----	-----	821	8,449	-----	-----
P. Bajos	17	146	97	598	-----	-----
Bahamas	-----	-----	18	101	-----	-----
Chile	-----	-----	215	2,472	-----	-----
Checoslovaquia	-----	-----	139	1,411	-----	-----
Finlandia	-----	-----	54	398	-----	-----
Bermudas	24	34	-----	-----	-----	-----

1 Toneladas

2 Millones de pesos.

Fuente: Departamento de Estadística, Comisión Nacional de Fruticultura,
S.A.R.H.

TABLA No. 11-B

EXPORTACIONES DE PIÑA FRESCA E INDUSTRIALIZADA EN 1977.

País	Cantidad ¹ Fresco	Costo ²	Cantidad ¹ Almíbar	Costo ²	Cantidad ¹ Jugo	Costo ²
E.U.A.	27,531	30,424	15,764	171,390	38	325
Canadá	-----	-----	24	269	-----	-----
Suecia	-----	-----	22	273	-----	-----
España	31	65	2,551	27,939	113	1,569
R.F.A.	-----	-----	5,276	52,081	-----	-----
P. Bajos	-----	-----	492	4,456	26	447
Argentina	-----	-----	2,674	28,689	143	1,026
Francia	-----	-----	440	5,136	-----	-----
Suiza	6	4	720	6,599	8	244
Austria	-----	-----	873	7,373	-----	-----
Finlandia	-----	-----	269	4,338	-----	-----
Chile	-----	-----	302	3,706	0.23	2
Italia	-----	-----	208	2,129	-----	-----
Checoslovaquia	-----	-----	215	2,147	-----	-----
Bélgica-Luxemburgo	-----	-----	66	690	-----	-----
Noruega	-----	-----	84	851	-----	-----
Hungría	-----	-----	96	1,120	-----	-----
Jamaica	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Varios	11	25	-----	-----	17	267

1 Toneladas

2 Millones de pesos.

Fuente: Departamento de Estadística, Comisión Nacional de Fruticultura
S.A.R.H.

TABLA No. II-C

EXPORTACION DE PIÑA FRESCA E INDUSTRIALIZADA EN 1978

País	Cantidad ₁ Fresco	Costo ₂	Cantidad ₁ Almíbar	Costo ₂	Cantidad ₁ Jugo	Costo
E. U. A.	37,461	51,200	18,829	206,024	2,774	54,325
España	27	32	1,832	20,733	49	888
Italia	125	592	-----	-----	-----	-----
R. Unido	4	12	-----	-----	-----	-----
Canadá	-----	-----	105	1,161	1,492	29,253
Francia	-----	-----	668	7,604	-----	-----
R. F. A.	-----	-----	6,661	63,476	-----	-----
R. D. A.	-----	-----	134	1,394	-----	1,443
Argentina	-----	-----	1,889	21,000	176	-----
Austria	-----	-----	645	6,423	-----	-----
Bélgica-Luxemburgo	-----	-----	100	1,056	-----	-----
Cuba	-----	-----	1	12	0.126	1
Checoslovaquia	-----	-----	153	1,632	-----	-----
Chile	-----	-----	1,381	17,291	2	42
Hungría	-----	-----	240	2,857	-----	-----
P. Bajos	-----	-----	637	6,598	-----	-----
Suecia	-----	-----	8	97	5	110
Suiza	-----	-----	197	1,842	-----	-----
Honduras	-----	-----	-----	-----	0.280	4

1 Toneladas

2 Millones de pesos

Fuente: Departamento de Estadística, Comisión Nacional de Fruticultura
S. A. R. H.

En lo que a México se refiere, el alto costo del transporte, aunado a lo inadecuado de éste, lo obliga a cotizar su producto a un precio relativamente alto en comparación con otros países que surten los mercados europeos, por lo cual se han abandonado tales mercados y se han cubierto otros más cercanos como Estados Unidos, Canadá y Bermudas, principalmente. Existen también problemas con respecto a menaje, conservación, control de calidad y normas fitosanitarias, a los que deberían darse mayor énfasis si se desea mejorar la calidad de la piña exportada.

A países como España, República Federal Alemana, Suiza, Italia, Reino Unido y Países Bajos, México ha introducido piña fresca, pero sólo en ocasiones. Si hubiera mayor disponibilidad de transporte marítimo dotado de contenedores refrigerados y se establecieran las condiciones adecuadas de transporte en éstos, México tendría las puertas abiertas para lograr un gran mercado, principalmente en Europa.

Por otro lado, México tiene cierta ventaja para cubrir nuevos mercados en Sudamérica, ya que Brasil, el máximo exportador de esta zona, no produce piña en los meses en que nuestro país tiene su máxima producción. Se debería aprovechar esta situación para exportar principalmente a Argentina, gran importador de este producto, así como a Uruguay, Paraguay y Chile.

CUADRO N.º TABLA No. III

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ASIA												
Coreo Norte												
India												
Japón												
Fed. Malaya												
OCEANIA												
Australia												
Islas Cook												
Islas Fidji												
Hawaii												
Tonga												
EUROPA												
Islas Azores												

..... Período de cosecha normal

—— Período de mayor cosecha

Fuente: Calendario Mundial de Recolección de Cosechas
 Organización de las Naciones Unidas para la
 Agricultura y la Alimentación. ONU-FAC.

La tabla III nos muestra las épocas de cosecha de los diferentes países productores de piña.

1) ANTECEDENTES BOTÁNICOS

B. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PLANTA Y LA FRUTA.

Se conoce como piña a la fruta compuesta nativa de la Sudamérica tropical, proveniente de una planta herbácea cuyo nombre científico es Ananas comosus, perteneciente a la familia de las Bromeliáceas del orden de las Farinosas. Los españoles le asignaron este nombre por su semejanza con las piñas de las coníferas.

1.- VARIEDADES.

Las variedades actualmente explotadas en el mundo son numerosas, en México las principales desde el punto de vista económico, son Cayena Lisa y Española Roja, correspondiendo a la primera más del 95% del volumen producido.

La Cayena Lina es una variedad cuyas hojas de la corona carecen de espinas, son de color verde oscuro y de tamaño variado; su fruto es cilíndrico, grande y de color amarillo-naranja al llegar a la madurez, con numerosos ojos o bayas (frutilla individual) de tamaño más o menos pequeño. Esta variedad presenta algunas desventajas; fruto muy delicado, por lo que su manipulación después de la cosecha debe ser muy cuidadosa; produce muy pocos hijos y con ello poco material de propagación lo que dificulta su cultivo. Se cultiva en México, Hawaii, Costa de Marfil, etc.

La Española Roja tiene las hojas de la corona largas, estrechas y espinosas; fruto de tamaño regular, casi redondo y color rojo-naranja - (peso promedio 1.5 kg), bayas grandes y muy planas. La planta es vigorosa, produce muchos hijos y por lo tanto se propaga fácilmente; posee mayor resistencia que la Cayena Lisa. Se cultiva en Cuba, Antillas, Jamaica, etc.

Existen en México otras variedades de menor importancia económica, tales como la Esmeralda, Cabezona y las del grupo Queen (2).

Al grupo Queen pertenecen las variedades cultivadas principalmente en Sudáfrica y Australia. Presenta hojas de la corona cortas, muy pequeñas y prominentes que al llegar a la madurez toman un tono dorado. El color de la pulpa es más amarillo que el de la Cayena Lisa. Fruto más adecuado para exportación en fresco.

El grupo Abacaxi comprende variedades que se cultivan ampliamente a lo largo de la costa brasileña y que se encuentran en estado silvestre en numerosas regiones, particularmente Costa de Marfil. Es una planta erecta con hojas de la corona ligeramente espinosas; fruto piramidal que pesa aproximadamente 1.5 kg de bayas pequeñas ligeramente salientes en el centro que se colorean escasamente al llegar a la madurez.

2.- CULTIVO.

A continuación se mencionan algunos factores relacionados con el cultivo de la piña.

a) Temperatura

Un exhaustivo examen de las zonas de producción de piña en el mundo muestra que el principal factor limitante para su propagación es el climatológico, ya que la planta no puede sobrevivir en lugares donde predominen climas extremos. Por ello dicha zona se limita a la comprendida entre los dos trópicos.

De los factores climatológicos, la temperatura es el principal, pues es la que determina la velocidad de desarrollo de las diferentes partes de la planta (4) y por lo tanto, el crecimiento de ésta. En base a experimentos hechos a diferentes temperaturas se pudo observar que el crecimiento de la planta es prácticamente nulo a menos de 20°C y más de 35°C. En base a esto, es de esperarse que a medida que nos vayamos alejando del Ecuador, el crecimiento sea más lento o también a medida que vayamos aumentando de altura a una latitud dada, el rendimiento será menor, pues la temperatura en esas condiciones será menor de la adecuada para el buen desarrollo de esta especie.

b) Pluviosidad

Este factor no es muy importante, ya que la planta es poco

exigente en cuanto a los requerimientos de agua, además las hojas tienen una conformación tal que permite que toda el agua que recibe la planta se dirija a la base de ésta.

En las zonas del Golfo y del Pacífico las precipitaciones pluvia les anuales van desde 700 hasta 6,000 mm, considerándose como óptimo un intervalo de 1,200 a 1,500 mm. Debajo de 700 mm el agua se convierte en un factor limitante, lo cual hace indispensable recurrir al sistema de riego para que los rendimientos no disminuyan. El factor agua es muy importante en las últimas semanas de la formación del fruto, el tiempo durante este período debe ser más bien seco y la temperatura no debe ser demasiado alta, ésto provoca un descenso en la humedad relativa que si es brusco ocasiona agrietamientos en la fruta (5).

c) Luminosidad.

La luminosidad en México no se considera de importancia ya que en las zonas tropicales del país los días son largos y bien iluminados. En México es muy frecuente una enfermedad del fruto llamada "golpe de sol", que se controla envolviendo éste en papel periódico, mientras que en otros países se controla atando las hojas de la planta alrededor del fruto (2).

d) Altitud.

Se ha visto, por las zonas productoras en el mundo, que la

altitud ideal para el buen desarrollo de esta especie fluctúa entre 0 a 600 metros sobre el nivel del mar, observándose una marcada disminución en el rendimiento a medida que la altura aumenta.

e) Condiciones del Terreno

El principal riesgo que se corre en un terreno no bien acondicionado es el de la erosión, que depende principalmente de dos factores: la pendiente del terreno y la permeabilidad del mismo. En Formosa se han encontrado, en terrenos arcillosilíceos con 20% de pendiente, pérdidas considerables (185 ton/ha en 3 años) (6).

Otro problema característico de suelos pesados es el drenaje, que se puede evitar por medio de unos dispositivos llamados "cubetas de infiltración", que impiden al agua todo movimiento que no sea el de penetración vertical en el suelo.

f). Preparación del Terreno.

Es de suma importancia para esta planta cuya raíz es relativamente frágil y en gran parte superficial.

Al establecer la plantación, el suelo debe reunir las siguientes condiciones:

- Debe estar suelto por lo menos a 25 cm de profundidad, con el fin de asegurar una adecuada permeabilidad.

- Libre de hierbas que puedan competir con las plantas.
- Libre de parásitos macro o microscópicos.
- Contener los elementos nutritivos necesarios para el buen desarrollo de las plantas, para lo cual se recomiendan las siguientes dosis de fertilizantes:

N: Si la densidad es alta (45,000 plantas/ha) se recomiendan de 12 a 18 g de urea o $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ por planta.

K: 20 g/planta como KCl para efectos de rendimiento y calidad.

P: Como P_2O_5 , de 2 a 4 g/planta.

Mg: Como MgSO_4 cuando el suelo tiene menos de 70 ppm.

Micronutrientes: 0-3% de bórax en 3 aplicaciones después de la floración, para asegurar la buena formación del fruto (16).

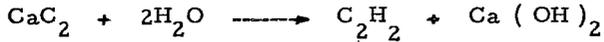
g) Carburación.

La carburación es una de las técnicas más utilizadas en México para el cultivo de la pifia. Esta técnica consiste en aplicar carburo de calcio en el centro de la planta y se realiza con el fin de acelerar el proceso de floración y asegurar una uniformidad en la maduración del fruto para evitar mermas debidas a la heterogeneidad en el estado de madurez en el momento de la cosecha.

La forma en que actúa este compuesto es la siguiente:

El carburo de calcio reacciona con la humedad del suelo formando acetileno, sustancia análoga al etileno (hormona vegetal reguladora de proceso fisiológicos entre los cuales se encuentra la floración) siendo el meca

nismo de acción el siguiente:



Las ventajas que tiene este compuesto son, su fácil manejo, su economía y su efectividad. Las dosis de carburo de calcio recomendadas por los productores de Loma Bonita son: 0.5 g/planta, aplicados por la noche o durante la madrugada repitiendo esta operación por 3 ó 4 días (41).

h) Medios de Propagación.

Cada planta produce solamente una fruta de buena calidad, por lo cual cada cosecha proviene de plantas nuevas, las cuales emergen de diferentes partes de la planta madre recibiendo nombres distintos dependiendo de la parte de donde provienen.

Vástagos: Brotes o plántulas que empiezan a desarrollar pasados 10 meses de cultivada la planta y que nacen en las raíces. Estos vástagos, también "hijos", tienen la misma apariencia que la planta madre. Este es el material más recomendado para la propagación.

Brotes: Plántulas parecidas a los vástagos, con la diferencia de que nacen en las axilas de las hojas y aparecen en las plantas próximas a fructificar.

Coronas: Método poco empleado por producir plantas de lento crecimiento y baja calidad.

Los brotes o vástagos pueden plantarse en hileras sencillas (Loma Bonita, Oax.), dobles (Los Robles, Ver., Guinea) o triples.

Entre mayor sea el número de hileras, mayor será el rendimiento por hectárea, pero a medida que aumenta la densidad o número de plantas/ha tiende a retrardarse la floración y a disminuir el número de retoños producidos.

La piña se propaga entonces vegetativamente, a través de brotes o vástagos. Produce el primer fruto a los 18-22 meses después de sembrado el material vegetativo, y aproximadamente 12 meses más tarde aparece un segundo fruto (de la misma planta) más pequeño que el del primer corte (2,10).

En la figura 3, se muestra esquemáticamente una secuencia de la reproducción vegetativa.

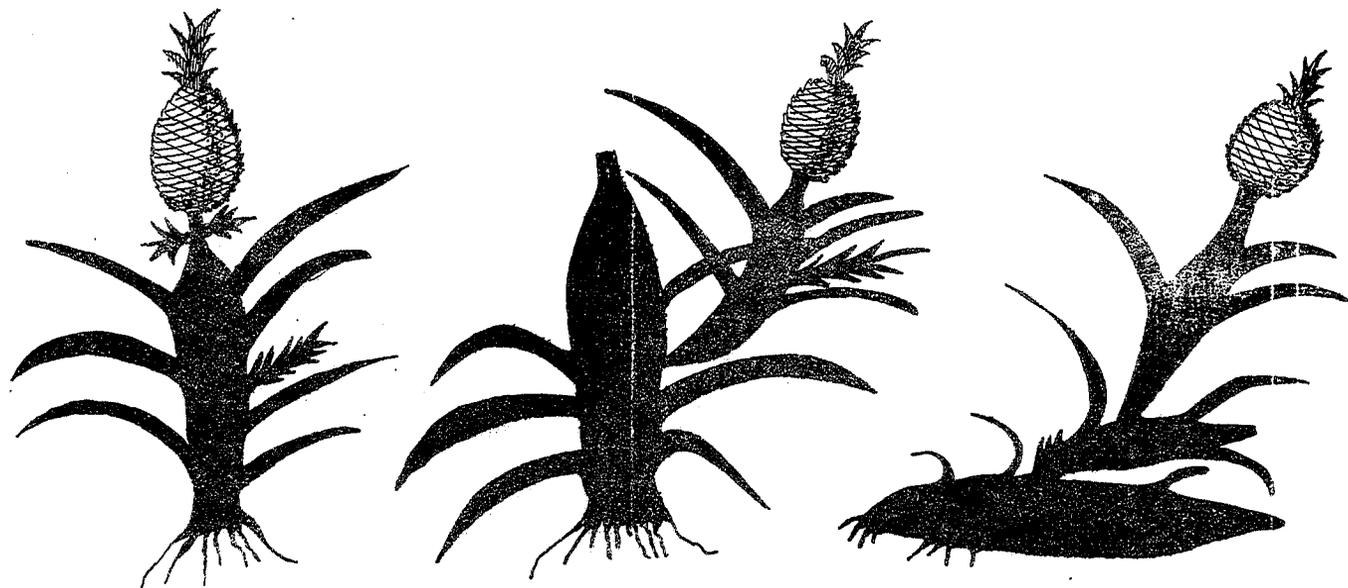


Figura No. 3.- Representación esquemática de las generaciones sucesivas de la piña.

3.- CARACTERISTICAS DE LA FRUTA.

La piña es una fruta compuesta, o sea, es una colección de pequeñas frutas llamadas "frutillas". En especies ancestrales cada frutilla había nacido separadamente sobre el pedúnculo y como resultado de un proceso evolutivo, las frutillas individuales se fusionaron formando así la fruta compuesta (1) (ver Fig. 4).

Un importante aspecto del desarrollo de la piña es la secuencia de la floración. Esta comienza en la base de la inflorescencia y progresa de forma espiral hacia el ápice; el número de flores que se abre diariamente puede variar tanto que la floración puede tardar de 3 a 4 semanas para completarse. Esto implica que a un tiempo dado, la fruta presenta o posee diversos estados de madurez, esta propiedad hace de la piña una fruta considerablemente diferente del resto de las especies comerciales, ya que mientras se considera normalmente como una unidad, un todo, es necesario tener presentes las amplias variaciones en características físicas, químicas y fisiológicas de las diferentes regiones de la fruta. Tal hecho merece consideración especial durante la toma de muestra y medición de variables durante el desarrollo de experimentos (10).

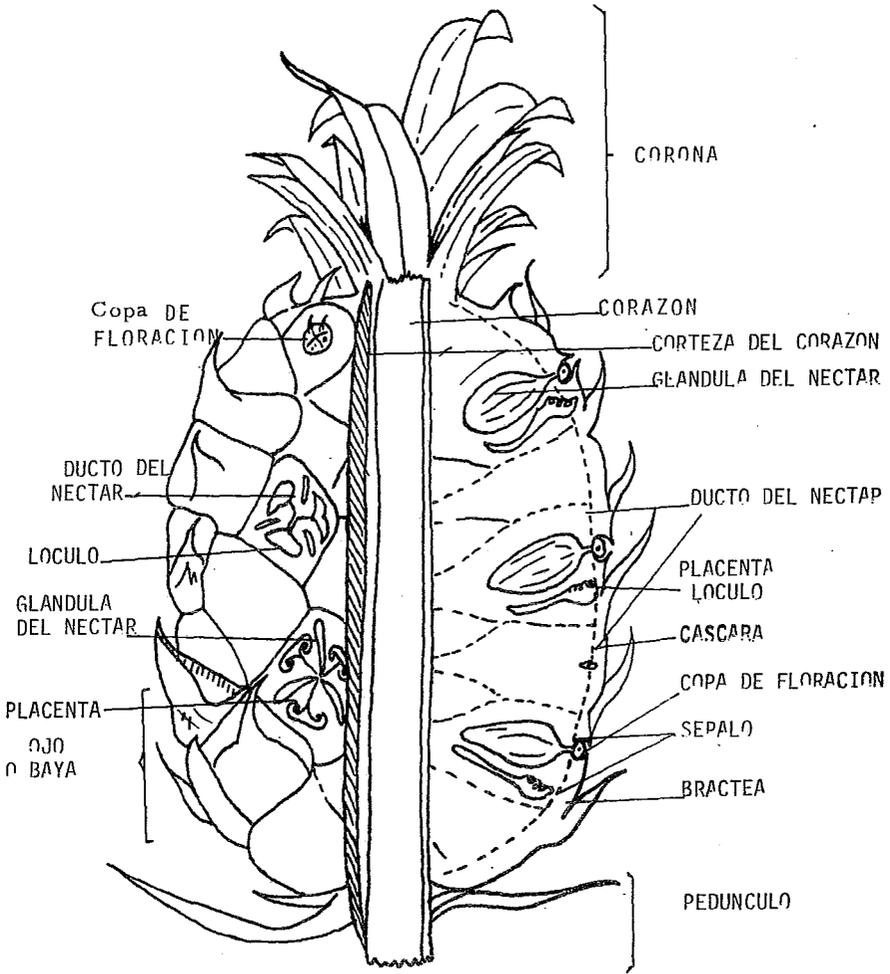


FIGURA No. 4

MORFOLOGIA GENERAL Y ANATOMIA DE LA PIAÑA

a) Madurez Fisiológica.

Las diferentes etapas por las que pasa un fruto han sido bien definidas. A estas etapas de desarrollo se les han dado los siguientes nombres: SAZONAMIENTO, MADURACION Y SENESCENCIA, y aunque estén perfectamente definidas, existen problemas de interpretación desde un punto de vista práctico.

Los nombres que se les asignaron a cada etapa de desarrollo fueron propuestos por Gortner (13), basándose en una serie de cambios físicos y bioquímicos ocurridos en tiempos específicos durante el desarrollo de la fruta. Los cambios de algunos componentes son ilustrados en la gráfica 1, en donde se ve que transcurren aproximadamente 110 días desde la floración hasta la terminación de la madurez.

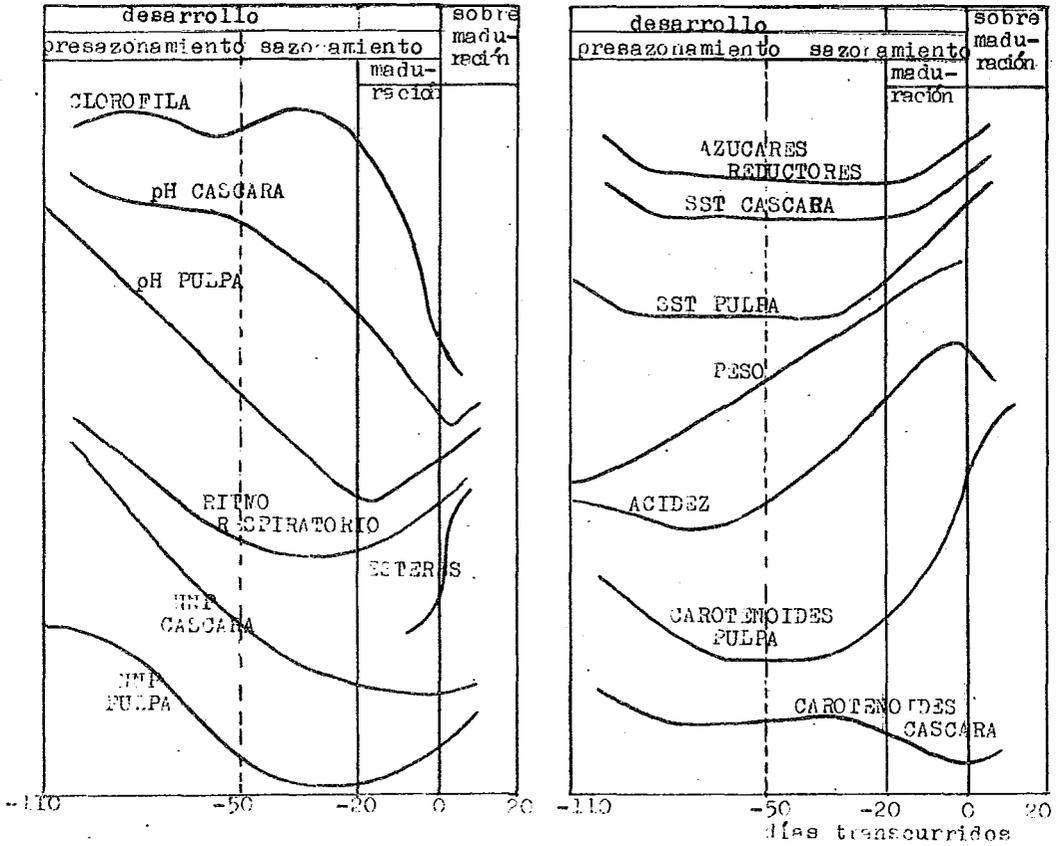
En la pifia ocurren cambios notables en la composición química cuando la cáscara tiene aproximadamente el 50% del color amarillo, así como de 3 a 7 semanas previas a este estado. Estos puntos permiten distinguir 4 diferentes estados de madurez:

DESARROLLO: Período que abarca desde el fin de la floración hasta la completa madurez del fruto.

PRE-SAZONAMIENTO: Período del desarrollo que va desde la consumación de la floración hasta 7a. semana o más, antes de llegar al estado de madurez, en donde la cáscara de la fruta tiene el 50% de la superficie amarilla.

GRAFICA NO. 1

Cambios Fisiológicos y Químicos de la Piña.
Desde la Floración Hasta la Sobremaduración



después de la floración

(tomado de Gortner y col., 1969)

→ nivel de pears
22

SAZONAMIENTO: Empieza en la 6a. ó 7a. semana previa a la adquisición del 50% de color amarillo en cáscara.

MADURACION: Las últimas 2 ó 3 semanas del sazónamiento.

SENESCENCIA: Período siguiente a la maduración.

b) Índice de Cosecha.

Índice de cosecha

Una de las finalidades de conocer los cambios que experimenta durante su desarrollo, es determinar el estado de madurez adecuado en que debe ser cosechada. A esto se le conoce como índice de cosecha, que se define como el estado de madurez óptimo en que debe cosecharse una fruta, dependiendo esto fundamentalmente del uso al que se va a destinar (14). Ejemplo: si una piña se va a destinar para ser industrializada, el índice adecuado será media cara (con la superficie amarilla en un 50%); si se va a destinar la piña para consumo en fresco y se va a dirigir a mercados cercanos, se deberá cortar en un estado de madurez en el cual la piña tenga cerca de un 75% de la superficie amarilla, mientras que si se quiere destinar para exportación a mercados distantes deberá cortarse en estados de madurez primarios como sazónada ó requintada (0% de amarillo pero con las bayas bien formadas).

Es de suma importancia conocer el índice de cosecha adecuado, pues de ello depende que la fruta llegue al lugar de destino en las mejores condiciones que satisfagan al consumidor, además, conociendo este factor se asegura una buena uniformidad de los lotes después de almacenados.

En la práctica, determinar el estado de madurez en base a los cambios bioquímicos sucedidos en el fruto resultaría laborioso e impráctico; para

esta finalidad se han establecido escalas comerciales que facilitan la identificación del estado de madurez basados simplemente en la coloración de la cáscara; aunque cabe hacer mención que para un mismo grado de madurez en una misma especie, la coloración de la cáscara varía sensiblemente con:

- el tamaño del fruto (los frutos grandes maduran más rápidamente que los de menor tamaño); posiblemente debido a que las frutas grandes tienen mayor superficie, lo cual da lugar a un mayor intercambio gaseoso y por tanto a una aceleración del proceso respiratorio, lo cual induce a una mayor velocidad de maduración.
- las características ecológicas en el momento de la cosecha (en período fresco y seco las piñas se colorean más que en tiempo cálido y húmedo).

En México (Unión Nacional de Productores de Píña. Loma Bonita, Oaxaca), los fruticultores se ayudan, además del color de la cáscara, de la forma que toman las bayas para diferenciar cada estado de madurez. Así, clasifican éstos de la siguiente manera:

1. TIERNA: Primer estado identificable de desarrollo; las bayas aún no se desarrollan y presentan abultamiento en su parte central.
2. VERDE: Ya se ve una mejor separación de las bayas, aunque éstas conservan todavía la coloración morado-grisácea de las flores.
3. SAZONA: La fruta adquiere un tono verde oscuro y las bayas se tornan

planas y ya se ven bien formadas; las brácteas tienen un color verde-grisáceo.

4. **REQUINTADA:** Las brácteas toman un color amarillento y una apariencia reseca y las bayas cercanas al pedúnculo una coloración verde más clara que la del resto de la fruta.
5. **PINTONA:** Empiezan a aparecer los primeros tintes de amarillo en las bayas cercanas al pedúnculo.
6. **PINTON DECLARADO:** La parte amarilla se extiende más, hasta cubrir casi el 25% del total del fruto.
7. **1/2 CARA:** El 50% de la cáscara amarilla.
8. **MADURA DE AGUANTE:** Entre el 50 y 75% del total del fruto está cubierto de una coloración amarilla.
9. **3/4 DE CARA:** Del 75% en adelante están cubiertos de amarillo.
10. **MADURA:** 100% de la cáscara es amarillo.
11. **SOBREMADURA:** Ultimo estado de madurez. Fruto entrando en estado de senescencia.

c) **Cambios Composicionales durante el Desarrollo.**

Carbohidratos

La mayor parte de los constituyentes carbohidratos de la piña son, en orden de importancia, disacáricos (sacarosa) y monosacáridos (gluco --

sa y fructuosa); estos azúcares han sido estudiados extensamente, pues de ellos depende parte del sabor, factor importante para la aceptación o rechazo de este fruto. El mayor cambio en cuanto a carbohidratos se refiere, ocurre durante los últimos 20 días de la etapa conocida como sazonamiento (gráfica 1), durante este período, los azúcares alcanzan un incremento hasta del 2%, incremento que dura a través de la senescencia. Durante el período conocido como maduración (gráfica 1) la cantidad de sacarosa presenta un máximo de concentración y posteriormente declina. Caso contrario pasa con los azúcares reductores directos y totales, los cuales continúan su incremento durante todas las etapas de desarrollo de la fruta (7), el mayor incremento se observa cuando la concentración de sacarosa disminuye; esto indica que el aumento en azúcares reductores directos viene de la hidrólisis de sacarosa y el aumento en azúcares reductores totales posiblemente sea debido a la biosíntesis de azúcares en el proceso de la fotosíntesis. Cabe hacer mención que no existe acumulación de almidón en la fruta y de aquí que no haya reservas una vez cosechado.

Si hacemos una comparación de los Bx^0 entre frutas almacenadas y las unidas a la planta, se puede ver una marcada tendencia a disminuir a medida que se aumenta el período de almacenamiento. Esto es lógico, pues como no hay reservas de almidón en la fruta no hay fuente de carbohidratos y por lo tanto no hay manera de obtener más azúcares. Esta disminución depende de la temperatura ya que en refrigeración es más lenta que a temperatura ambiente (tabla IV).

Acidos

Los dos ácidos más importantes en cuanto a concentración en la pifia son el cítrico y el málico. El primero aporta cerca del 80% de la acidez total.

El ácido ascórbico no contribuye sustancialmente a la acidez del fruto, por la pequeña cantidad que la pifia contiene pero cabe mencionar que existe una correlación entre la concentración de ácido ascórbico y el tiempo y cantidad de radiación solar absorbida (7) ya que la biosíntesis de la vitamina C depende en gran parte de la actividad fotosintética de la planta, porque esta vitamina se sintetiza a partir de glucosa y galactosa, ambos azúcares provenientes de la fotosíntesis.

En postcosecha la acidez titulable exhibe un leve aumento pero posteriormente tiende a bajar para llegar ligeramente arriba de su punto inicial. Esta acidez es mayor en almacenamiento que si se deja la fruta en la planta.

El ácido ascórbico tiende a un máximo durante el almacenamiento para luego bajar casi a sus niveles iniciales; en tanto que al madurar en la planta, disminuye conforme avanza el proceso de maduración.

El efecto de la temperatura en la concentración de sólidos solubles totales y acidez la estudió Singleton (18) e Higa (17) los que observaron que a temperatura ambiente se aceleraba la disminución de sólidos solubles totales y el incremento de acidez.

Pigmentos.

Es de esperar que el proceso de maduración en la fruta vaya asociado con una baja en la concentración de clorofila en la cáscara. En la pulpa, los carotenoides pasan de un mínimo de concentración aproximadamente a los 40 días antes de la etapa conocida como maduración, incrementándose después rápidamente hasta llegar al punto en que la fruta está completamente madura.

En postcosecha siguen el mismo proceso, sólo que más lento (19).

Otros Componentes

La producción de ésteres aparece en la última etapa de maduración del fruto. En 1967, Howard y Hofman encontraron los compuestos volátiles que se muestran en la Tabla V.

En estudios posteriores Flath y Fomey (1970), empleando cromatografía de gases en combinación con espectrometría de masas, identificaron cerca de 45 compuestos incluyendo los ya reportados (20).

La producción de ésteres y demás compuestos que confieren aroma a la fruta se ve retardada por el almacenamiento si se compara con la maduración en planta (10).

Los compuestos nitrogenados varían con el estado de desarrollo de la fruta; los principales constituyentes son complejos enzimáticos tales como bromelina, pues la cantidad de aminoácidos es mas bien baja (ver tabla VI)

Las sustancias pécticas no se consideran compuestos que contribu-

TABLA No. IV

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO
SOBRE LA ACIDEZ Y °Bx. EN PIÑA FRESCA.

	Días	Temperatura (°C)					
		7	13	18.5	24	29.5	35
Acidez	0	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
(% calculado	5	0.89	0.77	0.75	0.70	0.53	0.44
sobre peso	8	0.81	0.76	0.78	0.77	0.54	0.36
fresco original)	15	0.78	0.85	0.90	0.67	0.46	0.32
	0	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
°Brix	5	14.4	14.2	13.3	12.6	12.8	12.6
	8	12.8	14.0	13.4	13.7	13.0	12.7
	15	13.0	13.2	13.0	12.3	12.0	10.7

TABLA No. V

COMPONENTES VOLATILES DE LA PIÑA

Acetaldehído	Formato de butilo
Acetato de etilo	Formato de etilo
Acetato de isobutilo	Formato de isobutilo
Acetato de metilo	Formato de propilo
Acetato de propilo	Isobutirato de etilo
Acetona	Isobutirato de isopropilo
Caproato de metilo	Isobutirato de metilo
Etanol	Propianato de etilo

COPIAR

TABLA No. VI

CONCENTRACION DE AMINOACIDOS LIBRES EN EL JUGO DE UN LOTE DE
PIÑA DURANTE VARIOS ESTADOS DE MADUREZ*.

	Presazonamiento (-63 a -98 días)	Sazonamiento (-28 a -48 días)	Maduración (-14 a 0 días)	Senescencia (- 7 a - 14 días)
Glicina	0.35	0.10	0.32	0.98
Alanina	0.48	0.09	0.66	1.29
Valina	0.18	----	0.05	0.17
Metionina	trazas	trazas	0.49	0.66
Isoleucina	0.12	----	0.06	0.09
Leucina	0.39	0.05	0.11	0.14
Tirosina	0.16	trazas	0.05	0.08
Fenilalanina	0.17	trazas	0.08	0.13
Lisina	0.18	0.04	0.10	0.09
Histidina	0.03	0.02	0.07	0.05

* Estados de Madurez definidos según Gortner, 1969.

yan sustancialmente a la calidad de la fruta (10).

Por otro lado, Ting (11) reportó la distribución de los componentes principales en el fruto, llegando a los siguientes resultados:

- Los sólidos solubles totales aumentan de la parte superior a la parte peduncular y del corazón a la periferia.
- La acidez es mayor en la parte central que en los extremos y mayor en la periferia que en el corazón.
- La vitamina C fue ligeramente superior en la parte peduncular que en la superior y mayor en el corazón que en la periferia - (11).

d) Ritmo Respiratorio.

La respiración es un proceso característico de los seres vivos por el cual convierten la materia de energía y que involucra principalmente una oxidación enzimática de azúcares a CO_2 y agua, acompañada de una liberación de energía.

El ritmo respiratorio se define en sí como la cantidad de oxígeno disponible por unidad de tiempo y el CO_2 y calor liberados en esa misma unidad. Este ritmo es un buen índice de las velocidades de muchas otras reacciones, tales como la conversión de azúcar en almidón, la degradación de vitamina C, etc.

Una de las razones por las que se determina el ritmo respiratorio -

es que nos indica la vida de almacenamiento de una fruta o vegetal, y la forma en que lo indica se reduce a la siguiente regla "bajo ritmo respiratorio, larga vida". Entre más valores se consideren se cumplirá mejor esta regla. Se determina además para conocer la temperatura óptima de almacenamiento, la edad fisiológica del fruto (estado de madurez), etc. (14).

De estudios hechos en manzanas, Kidd y West (1930) descubrieron que la maduración de estas frutas está asociada con grandes cambios en el ritmo respiratorio, incluyendo una baja de éste en el sazónamiento, un incremento durante la maduración, en donde llega a un máximo de respiración que denominaron "punto climatérico", y por último declina al llegar a la senescencia. Estos investigadores también establecieron que la efectividad de la refrigeración para alargar la vida de almacenamiento está asociada con una reducción de la intensidad respiratoria en el punto climatérico y la prolongación de su duración.

En base al patrón respiratorio que exhiben las frutas durante la maduración se han dividido en dos grandes grupos: climatéricas y no climatéricas.

Las frutas climatéricas son aquellas que presentan una tendencia respiratoria similar a la de manzana, asociada con grandes cambios bioquímicos característicos del proceso de maduración.

Las frutas no climatéricas, por el contrario, no exhiben climaterio o elevación respiratoria durante la maduración (22).

Para piña, Dull (23) estableció patrones respiratorios postcosecha.

durante el período completo de desarrollo de la fruta, considerando 6 estados:

1. Una semana después de la floración
2. Seis semanas después de la floración
3. Once semanas después de la floración
4. Menos del 12% de superficie amarilla
5. 50% de la superficie amarilla
6. 100% de superficie amarilla.

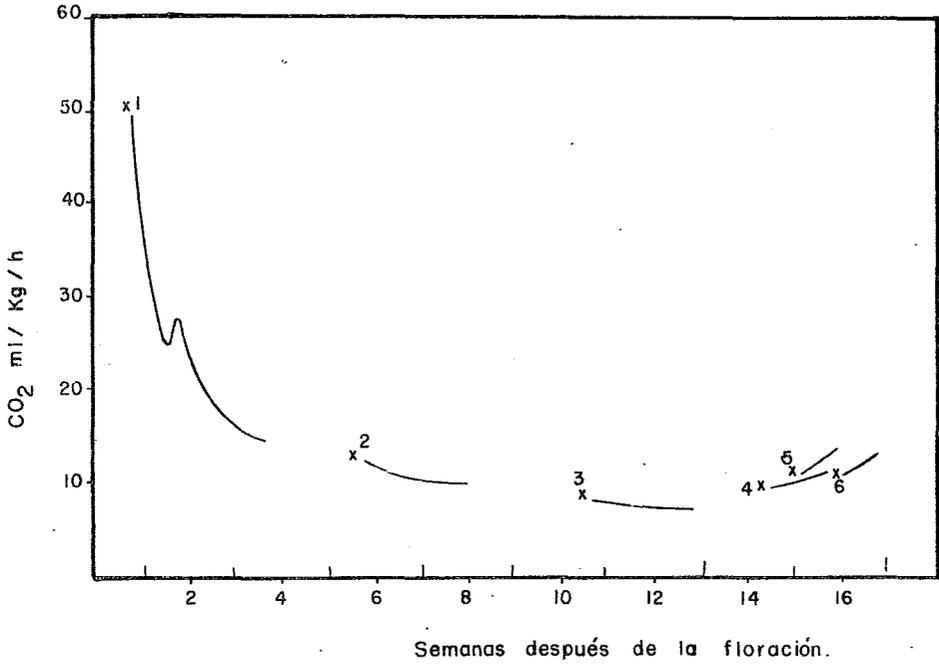
Como puede verse en la gráfica 2, el ritmo respiratorio del estado No. 1 es de $50 \text{ ml CO}_2/\text{kg/h}$, siendo el valor máximo, mientras que los estados del 2 al 6 no presentan máximos; además, los cambios en los componentes químicos característicos de la maduración no coinciden con este máximo respiratorio. De aquí se concluye que la piña es un fruto no climatérico.

e) Vida Estimada de Almacenamiento.

Se sabe que las reacciones químicas y bioquímicas dependen de la temperatura y que la refrigeración es una manera de extender la vida comercial de una fruta.

Aumentar la vida de almacenamiento de una fruta es algo complejo, que depende de factores tales como: velocidades de respiración, cantidades de etileno dependidas, factores genéticos, niveles endógenos de hormonas, manejo postcosecha, etc.

Los problemas después de la cosecha son esencialmente retardar el proceso de maduración y transportar sin causar daños en las frutas.



Gráfica No. 2

Patrón respiratorio para piña basado en las velocidades de respiración postcosecha. Los puntos marcados con una X - representan la primera medición de la fruta en equilibrio - (temperatura igual a 20°C). Los números denotan el estado de desarrollo. Las mediciones de gas están corregidas a - condiciones normales.

f) Preparación de Frutos para el Mercado.

Py (2) recomienda para almacenamiento de fruta destinada para exportación, 3 pasos sucesivos que son:

Proceso post-cosecha

1. Limpieza: que consiste en:

- Suprimir las brácteas del pedúnculo
- Cepillar, si hubiera colonias de cochinillas y demás insectos que pudieran afectar la apariencia del fruto.
- Desinfectar la cicatriz del pedúnculo, ya sea con ácido benzoico al 2% en solución alcohólica, salicilamida de sodio al 1% - (Shirlan) o bien, orto-fenil fenato de sodio al 1% (Dowicide A).

2. Selección o clasificación: que tiene dos objetivos principalmente

- Eliminar los frutos defectuosos
- Clasificar por peso y grado de madurez

Todo esto con el objeto de uniformizar los lotes de fruta que se comercializa.

3. Embalaje: Se recomienda que se haga en cajas de cartón corrugado.

Las principales características que debe reunir todo buen envase para transporte de frutas frescas son:

- Ofrecer adecuada protección al producto
- Resistencia a las operaciones de carga, estibado, transporte y descarga a los que será sometida,
- Poseer buena ventilación que permita la transferencia de calor y el intercambio de gases.

Para el caso de piña existen diferentes diseños, la mayoría a base de cartón corrugado de una canaleta y con capacidad aproximada de 20 kg y en donde las piñas pueden acomodarse como se muestra en la figura 5.

En México, el transporte para mercados nacionales se lleva a cabo a granel, utilizándose en ocasiones el sistema de "múltiple fondo" (ver figura 6).

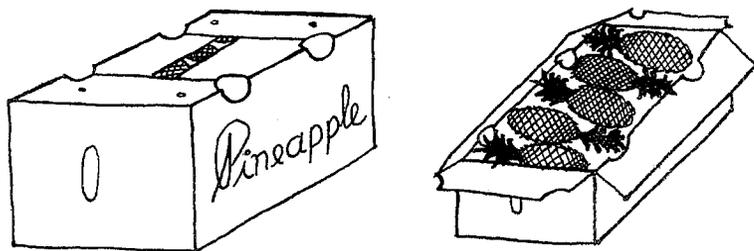
g) Almacenamiento.

Como se mencionó en la parte de Índice de Cosecha, el problema con piña destinada para consumo en fresco es encontrar el estado de madurez adecuado para que llegue al consumidor en condiciones óptimas, además del concerniente al almacenamiento para minimizar pérdidas de calidad.

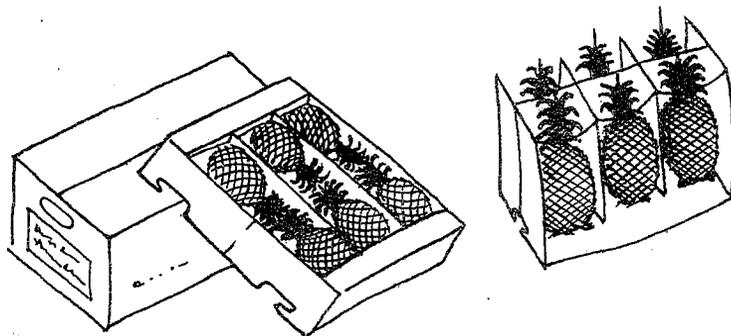
En frutas y vegetales, y en general cualquier producto perecedero, la refrigeración aplicada correctamente mantiene la calidad por retraso del deterioro debido al ataque de microorganismos, retraso en la maduración, disminución de la pérdida por transpiración, etc.

(Akamine (24), demostró que piñas en estado de madurez 1/2 cara (50% de la superficie amarilla) pueden conservarse durante dos semanas entre 7.5 y 12.5°C, con una semana adicional bajo condiciones ambientales para su comercialización.)

Py recomienda condiciones de refrigeración similares a las utilizadas por Akamine, observando además que la fruta cosechada en estado de madurez verde, sin trazas de amarillo es más susceptible a sufrir daños por frío,



(a)



(b)

Figura No. 5.- a) Envase de cartón corrugado de una canaleta, con cuatro tapas y orificios para ventilación e intercambio gaseoso. Utilizado en la zona de Loma Bonita, Oaxaca para exportación de piña a los Estados Unidos.

b) Embalaje vertical, en caja de cartón usado en Martinica. Disposición en "V" y en posición plana para exhibición en escaparate.

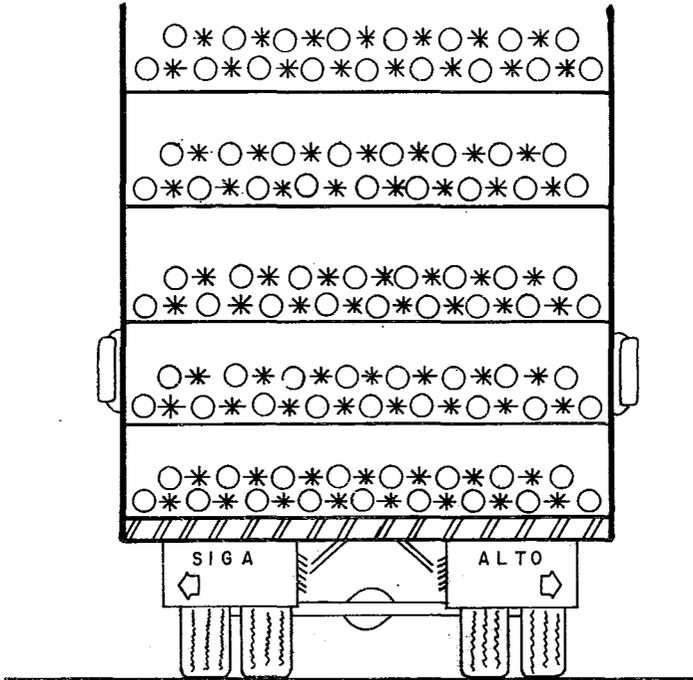


Figura No. 6 Transporte de piña en fresco a granel (para mercado nacional), usando el método de "múltiple fondo", con el fin de evitar magulladuras causadas por la presión sobre las piñas que ocupan la parte inferior (vista posterior del camión transportista).

y que 8°C es una buena temperatura para almacenar piña madura. (5)

Higa (17) observó el efecto del almacenamiento a temperaturas ambiente y de refrigeración sobre el comportamiento de algunos componentes químicos y el % de pérdida fisiológica de peso; observando que dicho porcentaje era aproximadamente el doble a temperatura ambiente que en refrigeración (la relación de % de pérdida de peso a temperatura ambiente y bajo refrigeración era de 1:0.5%, respectivamente por día). En refrigeración ya no había -- fruta comerciable después de 25 días, mientras que a temperatura ambiente -- éso sucedía después de los 14 días. Tanto en refrigeración como a temperatura ambiente disminuyen $^{\circ}\text{Bx}$, sólo que en el segundo caso ésto sucede más rápido (de 1.5 a $2.0^{\circ}\text{Bx}/15$ días), mientras que en refrigeración (de 1.0 a $1.5^{\circ}\text{Bx}/15$ días) es más lento.

Se ha experimentado con métodos químicos para aumentar la vida de almacenamiento en fresco de la piña. (Por ejemplo, Gotner (25) demostró que piñas en estado de madurez 1/2 cara tratadas con ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético aumentaban su vida de almacenamiento de 6 a 14 días cuando se almacenaban a temperatura ambiente, la calidad a los 14 días era buena en las tratadas y pobre en los testigos. Las medidas de índice de calidad, incluyendo determinaciones de azúcares, ácidos y pigmentos, indicaron que el derivado del ácido fenoxiacético funcionaba como inhibidor de la senescencia, ya que el efecto principal de este compuesto y en general de todos los del tipo auxínico, como son 2,4-diclorofenoxiacético, 2,4,5-triclorofenoxipropiónico, ácido indol-acético, etc. es el de mantener o aumentar el ritmo de síntesis de ácidos nucleicos y por consiguiente el de proteínas. (26)

Las citicianinas como adenina, cinetina, benciladenina, tetrahidropiranilbenciladenina, etc. son también buenos retardadores de la senescencia, teniendo una acción similar a las auxinas.

Existen sustancias que aceleran la senescencia en las plantas y en los frutos, tales como el ácido abscísico y etileno, estimulando la pérdida de clorofila.

Otros métodos para la conservación de frutas consisten en cambiar la concentración de gases tales como CO_2 , O_2 , CO , C_2H_4 o N_2 en la atmósfera donde se almacena la fruta. El término atmósfera controlada se utiliza para describir el almacenamiento de productos con niveles altos en CO_2 y N_2 , y bajas en O_2 , con respecto a los encontrados en una atmósfera normal, y en donde la temperatura también se controla.

Si la atmósfera controlada se aplica adecuadamente es posible retrasar los procesos de maduración y envejecimiento de frutas y hortalizas. Pero si las concentraciones de CO_2 y O_2 no son adecuadas, entonces se producen efectos adversos consistentes en daños a los tejidos del fruto, producto de un metabolismo anormal inducido por una alta concentración de CO_2 y baja de O_2 , manifestándose como oscurecimientos de la pulpa, rompimiento de tejidos y acumulación de ácidos orgánicos (14).

Akamine (27) hizo estudios de conservación de piña por este método encontrando que al aumentar de 5 a 10% la concentración de CO_2 disminuía el ritmo respiratorio y por lo tanto se alargaba el tiempo de vida media de la piña. Encontró también que cuando se tiene una atmósfera con una concentración de -

O₂ igual al 2%, disminuye el ritmo respiratorio hasta 3 veces (de 15 a 5 mg CO₂/kg/h), con lo cual se logra alargar el tiempo de vida media 3 días más.)

Una técnica más para la conservación de frutos y hortalizas es el almacenamiento hipobárico, consistente en la combinación de baja temperatura y presión. No se han reportado estudios sobre piña en los que se aplique esta técnica.

h) Desordenes Fisiológicos y su Control.

Proceso de
concentración

La piña, como la totalidad de las especies vegetales, no está exenta de sufrir desórdenes de tipo fisiológico, pero de éstos el que se encuentra con mayor frecuencia en los países productores de esta especie es la denominada mancha café endógena (MCE), asociada con daño por frío, producido -- cuando la fruta se expone a temperaturas muy bajas. El daño por frío está caracterizado por una falla en el paso de verde a amarillo (a nivel de cáscara) y en lugar de tomar este último color se torna café, se presenta una resequedad y una decoloración de la corona, además hay rompimiento de tejidos internos, dando a la pulpa una apariencia acuosa o translúcida (fenómeno que recibe el nombre de hidrosis). Este mal puede reproducirse rutinariamente colocando las piñas una semana a 4.5°C seguida de una semana a temperatura ambiente (21°C). Los investigadores que han estudiado el daño por frío han encontrado una relación entre este mal, un aumento del pH y una reducción de la concentración de ácido ascórbico. (29).

La MCE ocurre frecuentemente asociada al daño por frío, excepto cuando se almacena la fruta a 8°C una semana, seguida de otra semana a 21°C, de esta manera se induce MCE sin que aparezcan los otros síntomas de daño por frío.)

MCE es un mal característico de postcosecha, aunque se puede inducir en precosecha, cuando las temperaturas en los huertos son muy bajas - (Australia) o cuando hay un cambio brusco en la temperatura, como sucede - cuando llueve inmediatamente después de haber hecho un calor excesivo.

Las características de este mal pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Es sólo visible internamente.
- Es imposible determinar síntomas precursores.
- No existe parasitosis asociada con el mal.
- Es estacional; depende de las variaciones climatológicas.
- Siempre corresponde a una baja acidez en el fruto.
- Las frutas grandes son más sensibles.
- No se manifiesta mientras la fruta está en refrigeración, sino hasta que se transfiere a temperatura ambiente.

La sintomatología de este mal es la siguiente.

Se forman pequeñas manchas acuosas en la base de las frutillas - cercanas al corazón. Posteriormente estas manchas se hacen más largas, extendiéndose rápidamente a lo largo del corazón y al exterior simultáneamente, tornándose más oscuras. En los casos de extrema severidad pueden abarcar hasta el 100% de la fruta (30).

En Hawaii, Akamine (31) ha hecho estudios sobre el control de MCE a nivel de postcosecha. Recomienda un método consistente en tratamiento con calor seco (32.3 - 37.8°C, sin control de humedad relativa); dicho tratamiento puede aplicarse antes o después del almacenamiento en refrigeración, siendo más eficaz en este último caso. Los resultados que obtuvo fueron:

- a) Menor incidencia de MCE.
- b) Se incrementó el % de pérdida fisiológica de peso.
- c) Las frutas tratadas tomaron un color más dorado que las -
testigo, fueron más desabridas, pero no se afectó textura -
ni aroma.
- d) Las coronas resultan un poco afectadas, pues se tornan de un
color café.
- e) El tratamiento no alteró la velocidad de maduración.

Los mismos resultados se encontraron en Australia (32).

Por otro lado, Teisson (30) trató de controlar la MCE por métodos precosecha, añadiendo abonos con potasio después de la floración, basándose en el hecho de que éstos aumentan la acidez del fruto, obteniendo resultados negativos. Otra forma en que se atacó el problema es aplicando ácido-p-clorofenoxiacético en una concentración de 600 ppm unos 10 días antes de la cosecha, con lo cual se interrumpe la maduración y con ésto se incrementa la acidez, logrando en cierta forma una disminución de la MCE. Este método tiene la desventaja de que la cáscara se torna grisácea y la pulpa blanquecina. El método más efectivo de Teisson fue el uso de atmósferas pobres de oxígeno y ricas en CO₂ junto con el uso de empaques plásticos, disminuyendo de esta manera considerablemente la incidencia de MCE.

C.- MATERIALES Y METODOS.

1.- SELECCION DEL MATERIAL EXPERIMENTAL.

La zona elegida para los diferentes experimentos fue la de Loma Bonita, Oax. ya que esta zona reúne las condiciones ecológicas adecuadas -
para el buen desarrollo de la fruta y ésto convierte a dicha zona en la de -

mayor producción dentro del territorio nacional.

Loma Bonita se encuentra localizada en el estado de Oaxaca casi en los límites con Veracruz; exactamente a los $95^{\circ} 50'$ longitud oeste y $18^{\circ} 05'$ latitud norte. Cuenta con clima cálido-húmedo casi todo el año y una precipitación pluvial elevada:

Esta zona se encuentra bien comunicada tanto a nivel terrestre (existen carreteras y vías ferreas que la comunican con poblados cercanos y ciudades principales) como marítimo (por el río Papaloapan que pasa a 10 km de la ciudad). Esta cantidad de vías de comunicación representa una gran ventaja para la zona, pues con ello se asegura un período de comercialización más corto.)

a) Huertas de muestreo.

Para los experimentos realizados (4 en total) se hicieron los muestreos de la siguiente manera:

1er. Experimento.

Huerta Experimental CONAFRUT
Delegación: Loma Bonita, Oax.
Fecha: 23 de abril de 1979.

Según el encargado de dicha huerta, toda la fruta cosechada correspondió al primer corte, se usan vástagos o hijos como medio de propagación y el campo no tiene tratamientos precosecha, con excepción de una fertilización con abonos de potasio, calcio y amonio añadidos en forma de sulfatos. Generalmente las plantas tardan en producir de 18 a 22 meses y la

calidad de las frutas obtenidas en invierno varía de las obtenidas en verano. Esta huerta tiene una extensión aproximada de 60 hectáreas, con un rendimiento también aproximado de 60 ton/ha (que coincide con el rendimiento promedio de toda la zona). No cuenta con sistemas de riego pues las lluvias aportan el agua suficiente. Todas las operaciones postcosecha son manuales: la fruta se cosecha sujetándola por la corona e imprimiéndole un giro, de forma que se desprenda con una pequeña porción del pedúnculo, las frutas se van depositando en canastos que llevan a sus espaldas los cosechadores y que se emplean como recipientes de campo, éstos se vacían en un lugar cercano a la huerta, de donde la fruta se traslada a los camiones para el transporte, ya sea a granel (que es el medio más usado para la comercialización a nivel de mercado nacional) o en cajas de 15 a 20 kg (usado más bien en frutas calidad exportación).

Otras características de la huerta son que las plantas están distribuidas en una sola hilera y el terreno presenta desniveles, aunque no muy pronunciados. En cuanto al drenaje, el campo no presenta problemas pues los desniveles ayudan a evitar los estancamientos de agua después de las lluvias; además este factor se ve auxiliado en gran parte por la preparación adecuada del terreno

Finalmente, cabe mencionar que no se había realizado deshierbes y que la huerta presentaba pequeñas áreas aisladas de plantas enfermas.

2º, 3º y 4º. experimentos:

El campo utilizado fue el mismo que para estos tres experimentos y presentaba semejantes condiciones que el de CONAFRUT, con la diferencia de que la huerta recibía todas las atenciones necesarias, lo cual se reflejaba en la calidad del producto final. Cabe mencionar que este campo pertenece a un fruticultor particular, mismo que se encarga de empacar y comercializar la fruta salida de sus huertas. De este fruticultor se obtuvo información sobre las condiciones necesarias para cultivar la piña, y de las exigencias de los mercados exteriores, sobre todo el de Estados Unidos. Información que, aunada a la literatura consultada, nos sirvió de base para establecer las características que deben reunir los frutos para su comercialización, así como los grados utilizados para su cosecha, respecto a estado de madurez y tamaño.

2.- Descripción de Experimentos.

A continuación se describen cada uno de los experimentos, señalando el objetivo, diseño de tratamientos (factores y niveles de estudio), variables medidas y la forma de evaluación de los resultados.

a).- Experimento I.

Objetivos.

Determinar si con el índice de cosecha empleado por los productores de las huertas muestreadas (que corresponden al que se emplea en general en toda la región) se obtienen, al cabo de cierto período de almacenamiento, - "buenas características de calidad". En base a que los máximos atributos de cali

dad se alcanzan cuando la maduración de la fruta se completa en la planta, se considerará que se tienen buenas características de calidad cuando dichas características en fruta almacenada y cosechada antes de la maduración completa, no difieran considerablemente de las que muestra la fruta madurada en planta.

- Caracterizar y cuantificar los desórdenes fisiológicos que se presentan durante el almacenamiento a temperatura ambiente.
- Determinar el % de pérdida fisiológica de peso, durante el almacenamiento bajo ciertas condiciones de temperatura y humedad relativa.

Diseño de tratamientos.

Los factores considerados en este primer experimento y sus niveles correspondientes fueron los siguientes:

- Estado de madurez. Se escogieron 2 estados de madurez (sazona y requintada) por ser los recomendados por los agricultores cuando la piña se destina a exportación, ya que en base a la práctica se ha visto que un estado de madurez más avanzado hace que el fruto llegue a su destino en un estado senescente, y en estados de menor desarrollo, el fruto no madura satisfactoriamente.
- Tamaño. Se tomaron en cuenta 2 tamaños (chico: de 1200 a 1500 g y grande: de 1900 a 2500 g) con el fin de conocer si-

existen diferencias entre uno y otro con respecto a composición química, resistencia a microorganismos, resistencia a MCE, manipulación, variación en la velocidad de maduración, etc.

- Tratamiento con fungicida. Considerando que uno de los principales sitios de ataque de microorganismos es la cicatriz peduncular, esta zona se trató con tecto₆₀ (tiabendazol) suspendido en 2 vehículos: agua y cera, por lo tanto los niveles considerados dentro del factor fungicida fueron los siguientes: en el primero se utilizó el fungicida disuelto en agua (α); para el segundo nivel, el fungicida se disolvió en cera (β) y el tercero funcionó como testigo (no se aplicó fungicida) (γ). Al combinar los factores mencionados con sus respectivos niveles, se formó un total de 12 tratamientos.

TRATAMIENTOS

Madurez y Tamaño Fungicida	SG	SCH	RG	RCH
α	T ₁	T ₂	t ₁	t ₂
β	T ₃	T ₄	t ₃	t ₄
γ	T ₅	T ₆	t ₅	t ₆

- S - Sazón
- R - Requitado
- G - Tamaño grande
- Ch - Tamaño chico
- α - Fungicida en agua
- β - Fungicida en cera
- γ - Sin fungicida

$T_1 - T_6$ - Claves de los tratamientos para piña sazona.
 $t_1 - t_6$ - Claves de los tratamientos para piña requintada.

Cada tratamiento constó de 20 piñas sin repetición. Las condiciones de almacenamiento fueron: 18 - 24°C y HR - 40 - 80%.

Por otro lado se analizaron piñas en 6 estados de madurez inmediatamente después de haber sido cortadas, con el fin de conocer la calidad de la fruta en cada estado de madurez analizado y poder comparar la calidad alcanzada en almacenamiento con la que adquiere durante su desarrollo en la planta.

Variables medidas.

- % de fruta comerciable. Esta variable se dividió en fruta destinada a mercado nacional y para exportación y se determinó en base a apariencia externa, clasificando de acuerdo a daños por insectos y microorganismos, deshidratación, daños mecánicos, etc., factores de calidad de la norma para importación de piña fresca en los Estados Unidos (37).
Por medio de esta variable se puede conocer la calidad externa de la fruta y clasificarla como comerciable o no comerciable y, dentro de la primera, clasificarla a su vez para mercado nacional y de exportación. El resultado se expresa en tanto por ciento de fruta comerciable, para mercado nacional y para exportación.
- Estado de madurez. Se determinó en base a fotografías que reflejaban los diferentes estados de madurez (11 en total), las cuales se tomaron como patrón y por comparación se clasifi-

caban las piñas almacenadas con el objeto de determinar el avance en madurez de cada uno de los tratamientos, así como el tiempo requerido para alcanzar la madurez comestible.

Los resultados se expresan en % de madurez por tratamiento, para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n=11} (X_i)(i)}{11 Z} - 100$$

en donde:

- P - % de madurez por tratamiento
- X_i - número de piñas en el grado de madurez i.
- 11 - No. de grados según la escala.
- i - grado de madurez, según la escala.
- Z - No. total de piñas en el tratamiento.

No. del grado de madurez	Grado de madurez	Clave
1	Tierna	A
2	Verde	B
3	Sazona	C
4	Requintada	D
5	Pintona	E
6	Pintón declarado	F
7	Media cara	G
8	Madura de aguante	H
9	3/4 de cara	I
10	Madura	J
11	Sobremadura	K

Según la fórmula anterior, si P se aproxima al 100%, significará que la mayor parte de las piñas en ese tratamiento se encuentran en grado 11 o sobremaduro. Por el contrario, si el valor de P es bajo, el grado de madu

rez predominante estará en los primarios.

- Mancha Café Endógena (MCE).

Como ya se mencionó, este desorden no se aprecia externamente, por lo cual, todas las piñas de cada tratamiento se partieron longitudinalmente en dos mitades y, dependiendo del % de superficie interna afectada, se clasificaron según la siguiente escala:

GRADOS	% DE LA SUPERFICIE INTERNA AFECTADA
0	0%
1	hasta 10%
2	hasta 30%
3	hasta 60%
4	más del 60%

La MCE confiere un aspecto interno desagradable a la piña, motivo por el cual fue importante determinar su incidencia y posteriormente implementar una técnica que la redujera.

Los resultados se expresan en % de incidencia, según la siguiente fórmula:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{N=4} (Z_i) (i)}{4 X} 100$$

En donde:

M = % de incidencia por tratamiento

Z_i = número de piñas en el grado de incidencia i

i = grado de incidencia, según la escala ya mencionada, con la cual se establecieron las siguientes equivalencias nominales =

0 = nulo, 1 = huellas, 2 = ligero, 3 = moderado y 4 = severo.

4 = número de grados de incidencia

X = número total de piñas en el tratamiento.

Las fórmulas de las dos variables anteriores, ofrecen la ventaja de tener en una sola cantidad, representando el estado total del tratamiento - en cuanto a madurez y MCE, lo cual facilita las comparaciones entre tratamientos.

- % de Pérdida Fisiológica de Peso. - Se pesaron cada 2 ó 3 días, 3 piñas de cada tratamiento, por triplicado y se obtuvo el % de peso perdido a través del almacenamiento; los resultados promedio por tratamiento se graficaron. Este análisis se efectuó con el fin de conocer la pérdida de peso durante el tiempo de almacenamiento a diferentes condiciones de humedad y temperatura. El % se obtiene con la siguiente fórmula.

$$\begin{array}{l} \text{\% DE PERDIDA} \\ \text{FISIOLOGICA} \\ \text{DE PESO} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{PESO INICIAL} \\ \text{---} \\ \text{PESO DESPUES DE} \\ \text{CIERTO PERIODO} \\ \text{DE ALMACENAMIENTO} \\ \text{PESO INICIAL} \end{array}}{\text{PESO INICIAL}} \times 100$$

- Análisis Químicos -

^oBx. - Se midieron en un refractómetro de Abbe, marca ERMA, utilizando unas gotas de jugo de piña perfectamente homogeneizado y filtrado en papel Whatman para filtración rápida. Esta determinación se hizo con el objeto de conocer la calidad interna de la fruta y poder comparar la obtenida durante el almacenamiento con la alcanzada en la planta, pues se efectuó tanto al cabo de ciertos períodos de almacenamiento, como inmediatamente después de cosechada la fruta.

cos hubo necesidad de seleccionar el estado de madurez predominante en cada tratamiento, por considerar que reflejaba mejor la calidad total del mismo.

b). - Experimento II

Objetivos.

Cuantificar y comparar los desordenes fisiológicos que se presentan en pifia almacenada a 8°C y a temperatura ambiente, bajo el mismo período de almacenamiento.

- Determinar si los cambios en concentración de ácido ascórbico en el jugo de pifia, guardan relación con la aparición o grado de desarrollo de la Mancha Café Endógena.
- Comparar la calidad alcanzada en almacenamiento a temperatura ambiente y en refrigeración, con la que se alcanza directamente en la planta.
- Determinar el porcentaje de pérdida fisiológica de peso que sufre la pifia almacenada a temperatura ambiente y en refrigeración, después de un cierto tiempo de almacenamiento.

Diseño de tratamientos:

En este experimento, se consideraron los siguientes factores y niveles.

- Estado de madurez. Nuevamente se eligieron los mismos estados estudiados en el experimento I (sazona y requintada), por las razones ya expuestas en dicho tratamiento.

- Tamaño. En este caso sólo se trabajó con el tamaño chico (de 1200 a 1500 g), porque fue el que mejores resultados proporcionó en el experimento I, además de que es el tamaño recomendado para la exportación, es más fácil de manipular y menos sensible a la Mancha Café Endógena (MCE), según literatura (30) y resultados del experimento I.

- Temperatura. Se emplearon 8°C y temperatura ambiente, la primera porque es la recomendada por varios autores para el almacenamiento de pifia en refrigeración, y la segunda nos sirve como testigo para poder comparar los resultados entre ambas temperaturas.

- Fungicida (Tecto₆₀). Se tuvieron 3 niveles del factor fungicida: el primero utilizando fungicida en humo (B) con aplicación a toda la fruta durante 12 horas; en el segundo se utilizó el fungicida disperso en emulsión de cera (A) para recubrir únicamente la cicatriz peduncular; y el tercer nivel no tuvo ninguna aplicación de fungicida, funcionando como testigo (C).

La aplicación del fungicida en humo tuvo la finalidad de fumigar toda la superficie del fruto y disminuir así la incidencia de microorganismos. El recubrimiento de la cicatriz peduncular fue con el objeto de evitar ataque microbiano en esa parte del fruto y corroborar los resultados del primer experimento, ya que fue el tratamiento que aparentemente produjo los mejores resultados.

De la combinación de los factores y niveles mencionados, se obtuvieron los siguientes tratamientos:

Edo. de Madurez Fungicida	Temp. Ambiente		Refrigeración	
	S	R	S	R
δ	T ₁	T ₂	t ₁	t ₂
β	T ₃	T ₄	t ₃	t ₄
γ	T ₅	T ₆	t ₅	t ₆

- Temp. Ambiente = $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$, Hr = 60 - 80%
 Refrigeración = $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, Hr = 85 - 90%
 S = sazona
 R = requintada
 δ = aplicación de fungicidas en humo
 β = aplicación de fungicidas en cera
 γ = sin fungicida
 T₁ - T₆ = claves de los tratamientos para piña a Temperatura Ambiente
 t₁ - t₆ = claves de los tratamientos para piña en refrigeración

Cada tratamiento constó de 30 piñas sin repetición.

En este caso también se hicieron análisis de piñas recién cosechadas en 6 estados de madurez definidos, para poder comparar la calidad alcanzada en almacenamiento, tanto en refrigeración como a temperatura ambiente, con la obtenida en la planta.

Para determinar si existía una relación entre contenido de ácido ascórbico e incidencia de mancha café endógena, se colocó un grupo de piñas en estado de madurez sazón a temperatura ambiente ($21 \pm 2^{\circ}\text{C}$, HR = 60 - 80%)

al cabo de 15 días se les determinó la incidencia de este desorden según la -
escala ya mencionada (veáse experimento I) y posteriormente se cuantificó-
ácido ascórbico en cada una de las piñas de cada grado según la escala, to-
mando muestras por triplicado.

VARIABLES MEDIDAS:

- % de fruta comerciable.
- Estado de madurez
- Mancha Café Endógena
- % de pérdida fisiológica de peso
- Análisis químicos: 1) °Bx
 2) Acidez Titulable
 3) Acido ascórbico

Todas estas determinaciones se efectuaron como se explicó en el
experimento I. La cuantificación de ácido ascórbico se efectuó por medio de
la técnica de extracción con xileno (36) y, como ya se mencionó, tuvo por obje-
to conocer si existe alguna relación entre el contenido de ácido ascórbico y la
aparición e intensidad de MCE, ya que la literatura reporta una disminución-
del contenido de vitamina C en las piñas afectadas por este mal (29).

El análisis se llevó a cabo en el jugo de piña y se reporta como -
mg/100 ml de jugo, usando la siguiente fórmula:

$$\text{mg/100 ml de jugo} = \frac{\text{concentración de ácido ascórbico en la curva estándar}}{\text{volúmen inicial de jugo}} \frac{(\text{aforo}) (100)}{(\text{parte alícuota})}$$

c) Experimento III

Objetivos.

- Aplicar un tratamiento que disminuya la incidencia de MCE, consistente en un calentamiento postrefrigeración a 37°C durante 24 horas, sin control de humedad relativa.
- Comprobar si existe una relación entre estado de madurez y aplicación e intensidad de MCE durante el almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración, y en que condiciones es menor la intensidad.

Diseño de tratamientos.

En este experimento se consideraron los siguientes factores y niveles.

- Estado de madurez. Se eligieron de nuevo los mismos estados que en el experimento I (sazona y requintada) por las razones mencionadas en dicho experimento.
- Tamaño. - Como en el experimento II, se trabajó solamente con tamaño chico (1 200 a 1 500 g) por las razones ya mencionadas.
- Temperatura. - Se emplearon nuevamente 8°C y temperatura ambiente. En la fruta refrigerada se aplicó, después del almacenamiento, un tratamiento con calor seco (37°C, sin control de humedad relativa, durante 24 horas) igual al recomendado en la literatura para reducir mancha café endógena.

Teisson (30) menciona una teoría que explica la aparición de la mancha debida a una oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, que no logran polimerizarse debido a la participación del ácido ascórbico que hace la reacción reversible; pero cuando el contenido de este ácido se reduce por debajo de un cierto nivel la concentración de quinonas aumenta, se produce la polimerización y el subsiguiente obscurecimiento de la pulpa.

Akamine (31) mencionó dos teorías en la cuales se basa para aplicar su tratamiento con calor a 37°C. Una de ellas hace referencia a una acumulación de compuestos fenólicos potencialmente tóxicos, que se forman a bajas temperaturas por una disminución en el metabolismo de las frutas. Se dice que estos compuestos son volátiles y que al incrementar la temperatura se pueden eliminar fácilmente, cosa que no ocurrirá o que se llevaría a cabo más lentamente estando la fruta a bajas temperaturas.

Su otra teoría explica que a bajas temperaturas se desencadena una serie de reacciones anormales en el metabolismo de la fruta, si entonces ésta se expone brevemente a temperaturas altas las reacciones se hacen reversibles, o bien existe un mecanismo activo capaz de eliminar las toximas resultantes de dichas reacciones, ya que éstas pueden funcionar como sustrato de otras.

De la combinación de factores y niveles se obtuvieron los siguientes tratamientos:

DIAS DE ALMACENAMIENTO

Clave del Tratamiento	Edo. de Madurez	R	TC	TA	TC	TA	Total
T ₁	Sazona			20			20
T ₂	Requintada			20			20
T ₃ *	Sazona	20		1	1	1	23
T ₄ *	Sazona	20	1	2			23
T ₅	Requintada	20		3			23
T ₆	Sazona	20		3			23
T ₇ *	Sazona	20		1	1	4	26
T ₈ *	Sazona	20	1	5			26
T ₉	Requintada	20		6			26
T ₁₀	Sazona	20		6			26

En donde:

- R = Temperatura de refrigeración a 8°C y HR. entre 90 y 100%
 TC = Tratamiento con calor a 37°C y HR de 60%
 TA = Condiciones ambientales de 20 ± 2°C y HR entre 70 y 95%

* La comparación entre los tratamientos T₃ con T₄ y T₇ con T₈, fue con el fin de observar si existen diferencias cuando se da el tratamiento con calor inmediatamente después de la refrigeración y cuando se deja que la fruta se establezca a las condiciones ambientales, durante 24 horas.

Cada tratamiento constó de 20 frutas, con 3 repeticiones.

VARIABLES MEDIDAS.

- % de fruta comerciable
- Estado de madurez

- Mancha café endógena
- % de pérdida fisiológica de peso
- Análisis químicos: 1) °Bx
2) Acidez titulable

Todas las determinaciones se llevaron a cabo en la forma ya mencionada.

d). - Experimento IV

Objetivos.

- Evaluar la aplicación del tratamiento con calor para la reducción de mancha bajo las condiciones que especifica la literatura (37°C, sin control de humedad relativa, durante 24 horas), al cabo de 7 días de almacenamiento refrigerado a 8°C, y no después de 20 - como se hizo en el experimento anterior.
- Determinar si un tratamiento combinado (7 días a 8°C + 1 día a 37°C + 7 días a 8°C + 1 día a 37°C), que involucra un mayor período de almacenamiento que el mencionado en la literatura, reduce la incidencia de mancha café endógena sin provocar daño a la fruta.
- Determinar si una temperatura mayor de 8°C, produce menor incidencia de mancha.

Diseño de tratamientos.

- Estado de madurez. - Se utilizó solamente sazón porque fue el que mejores resultados proporcionó a través de los experimentos realizados, en comparación con el requintado.
- Tamaño. - Chico (de 1200 a 1500 g) anteriormente se explicó porque se eligió este tamaño
- Temperatura. - Se utilizaron 4 niveles de este factor, el primero consistente en refrigeración a 8°C, el segundo en refrigeración a 15°C, el tercero a temperatura ambiente y el último en calentamiento a 37°C, previa refrigeración a 8°C.
- Cera. - Debido a que durante el tratamiento con calor aplicado en el experimento III, se observó una deshidratación excesiva de la corona, se decidió en el presente experimento, recubrir esta parte de la fruta con cera de candelilla en forma de emulsión y aplicada por el método de inmersión. Por lo tanto el factor cera sólo se evaluó en parte de las muestras de piña que se habían programado para almacenar a 8°C y tratar con calor seco a 37°C.

De la combinación de factores y niveles se obtuvieron los siguientes tratamientos:

DIAS DE ALMACENAMIENTO.

Clave del Tratamiento	R ₁	R ₂	TC	TA	R ₁	TC	TA	Total
T ₁	7		1	2				10
T ₂	7		1		7	1	2	18
T ₃		20		3				23
T ₄	20	3						23
T ₅		20		6				26
T ₆	20	6						26

En donde:

- R₁ = Temperatura de refrigeración de 8°C y HR entre 90 y 100%
- R₂ = Temperatura de refrigeración de 16 ± 1°C y HR entre 40 y 60%
- TC = Tratamiento con calor a 37°C y HR entre 80 y 95%
- TA = Condiciones ambientales de 20 ± 2°C y HR entre 50 y 60%

Se analizaron piñas recién cosechadas en estado sazón, para evaluar el cambio de calidad que sufren durante el almacenamiento.

Variables medidas.

- % de fruta comerciable
- Estado de madurez
- Mancha café endógena
- % de pérdida fisiológica de peso
- Análisis químicos: 1) °Bx
2) Acidez titulable

Todas evaluadas como se indicó anteriormente.

D.- RESULTADOS.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los -
cuatro experimentos realizados.

TABLA VII
EXPERIMENTO I
- FRUTA COMERCIALIZABLE -

ALMACENADA 5 DIAS

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
t ₁	20	50	50	100
t ₂	20	70	30	100
t ₃	20	60	40	100
t ₄	20	70	30	100
t ₅	20	60	40	100
t ₆	20	90	10	100

ALMACENADA 10 DIAS

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
T ₁	20	65	35	100
T ₂	20	60	40	100
T ₃	20	80	20	100
T ₄	20	100	0.0	100
T ₅	20	75	25	100
T ₆	20	90	5	95

ALMACENADA 15 DIAS

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
t ₁	20	0.0	70	70
t ₂	20	35	45	80
t ₃	20	10	60	70
t ₄	20	20	70	90
t ₅	20	0.0	80	80
t ₆	20	10	80	90

ALMACENADA 20 DIAS

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	mercado nacional	% Total vendible
T ₁	20	0.0	40	40
T ₂	20	15	60	75
T ₃	20	0.0	40	40
T ₄	20	10	70	80
T ₅	20	0.0	20	20
T ₆	20	10	65	75

TABLA VIII
EXPERIMENTO II
- FRUTA COMERCIALIZABLE -

ALMACENADA 12 DIAS

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
T ₁	30	73.3	13.3	86.6
T ₂	20	85.0	5.0	90.0
T ₃	30	86.6	10.0	96.6
T ₄	20	65.0	20.0	85.0
T ₅	30	90.0	6.6	96.6
T ₆	20	75.0	15.0	90.0

ALMACENADA 20 DIAS

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
T ₁	30	66.7	26.6	93.3
T ₂	20	10.0	75.0	85.0
T ₃	30	60.0	40.0	100.0
T ₄	20	15.0	75.0	90.0
T ₅	30	53.3	23.3	76.6
T ₆	20	15.0	55.0	70.0

ALMACENADA 20 DIAS

t ₁	30	100	0.0	100
t ₂	20	70	10	80
t ₃	30	96.6	3.3	99.9
t ₄	20	100	0.0	100
t ₅	30	100	0.0	100
t ₆	20	95	0.0	95

ALMACENADA 20 DIAS - 1 a 27°C*

t ₁	30	96.6	0.0	96.6
t ₂	20	90.0	5	95.0
t ₃	30	100.0	0.0	100.0
t ₄	20	95.0	5	100.0
t ₅	30	96.6	3.3	99.9
t ₆	20	90	5	95.0

TABLA VIII
(CONTINUACION)

ALMACENADA 20 DIAS + 3 A TEMP. AMB**

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
t ₁	30	86.6	6.6	93.2
t ₂	20	45.0	30.0	75.0
t ₃	30	83.3	6.6	89.9
t ₄	20	70.0	25.0	95.0
t ₅	30	83.3	9.9	93.2
t ₆	20	70.0	15.0	85.0

ALMACENADA 20 DIAS + 1 A 27°* + 3 A TEMP. AMB**

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
t ₁	30	76.6	16.6	93.2
t ₂	20	65.0	35.0	100.0
t ₃	30	96.6	0.0	96.6
t ₄	20	65.0	15.0	80.0
t ₅	30	63.3	26.6	89.9
t ₆	20	50.0	30.0	80.0

* Tratamientos con calor para control de mancha café endógena

** Período estimado como vida de anaquel.

TABLA IX
EXPERIMENTO III
- FRUTA COMERCIALIZABLE -

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
T ₁	80	0.0	66.3	66.3
T ₂	50	0.0	34.0	34.0
T ₃	40	0.0	0.0	0.0
T ₄	80	0.0	0.0	0.0
T ₅	30	23.3	23.3	46.6
T ₆	80	62.5	26.3	98.8
T ₇	40	0.0	0.0	0.0
T ₈	80	0.0	0.0	0.0
T ₉	30	0.0	0.0	0.0
T ₁₀	80	0.0	11.3	11.3

TABLA X
EXPERIMENTO IV
- FRUTA COMERCIALIZABLE -

Tratamiento	Frutas evaluadas	% Para exportación	% Para mercado nacional	% Total vendible
T ₁	60	98.3	1.6	99.9
T ₂	60	63.3	36.6	99.9
T ₃	60	66.6	31.6	98.2
T ₄	60	96.6	3.3	99.9
T ₅	60	43.3	56.6	99.9
T ₆	60	63.3	33.3	96.6

TABLA XI
EXPERIMENTO I
- ESTADO DE MADUREZ -

ALMACENADA 5 DIAS

Trat.*	Frutas evaluadas	D	E	F	G	% de madurez por trat.
t _{1,5}	40	3.6	27.2	16.3	0.0	47.1
t _{2,6}	40	4.5	22.7	9.5	12.7	49.4
t ₃	20	5.4	20.4	13.6	9.5	48.9
t ₆	20	9.0	20.4	10.9	6.3	46.6

ALMACENADA 10 DIAS

Trat.*	Frutas evaluadas	C	D	E	F	G	H	I	% de madurez por trat.
T _{1,5}	40	0.0	0.0	6.8	13.6	24.4	12.7	2.0	60.5
T _{2,6}	40	1.4	1.8	5.6	16.4	22.3	7.2	2.0	56.6
T ₃	20	0.0	3.6	2.3	10.9	31.8	3.6	8.2	60.4
T ₄	20	2.7	1.8	6.8	19.1	19.1	3.6	-	53.2

ALMACENADA 15 DIAS

Trat.*	Frutas evaluadas	F	G	H	I	J	K	% de madurez por trat.
t _{1,5}	40	0.0	0.0	3.6	12.3	68.9	5.0	89.1
t _{2,6}	40	1.3	1.6	9.5	26.6	47.7	2.5	85.2
t ₃	20	0.0	0.0	0.0	8.2	68.2	15.0	91.4
t ₄	20	0.0	0.0	0.0	4.1	59.1	30.0	93.2

ALMACENADA 20 DIAS

Trat.*	Frutas evaluadas	I	J	K	% de madurez por trat.
T _{1,5}	40	0.0	22.7	75.0	97.7
T _{2,6}	40	8.1	50.0	35.0	93.1
T ₃	20	4.1	22.7	70.0	96.8
T ₄	20	0.0	50.0	45.0	95.0

* Se promediaron los tratamientos 1 con 5 y 2 con 6, por considerarse que no existía diferencia entre tales tratamientos con respecto a esta variable.

TABLA XII
EXPERIMENTO II
- ESTADO DE MADUREZ -

- 77 -

ALMACENADA 12 DIAS A TEMP. AMB.

Tratamiento	Fruta evaluada	G	H	I	J	K	% de madurez en el tratamiento
T ₁	30	4.2	48.4	8.2	6.0	10.0	76.8
T ₂	20	0.0	14.5	8.2	54.5	10.0	87.2
T ₃	30	4.2	48.4	10.9	9.1	3.3	75.9
T ₄	20	0.0	21.8	16.3	40.9	5.0	84.0
T ₅	30	21.2	36.3	10.9	3.0	0.0	71.4
T ₆	20	0.0	7.2	8.2	63.6	10.0	89.0

20 DIAS A TEMP. AMB.

Tratamiento	J	K	% de madurez por trat.
T ₁	66.6	26.6	93.2
T ₂	9.1	90.0	99.1
T ₃	81.8	10.0	91.8
T ₄	13.6	85.0	98.6
T ₅	51.5	43.3	94.8
T ₆	13.6	85.0	98.6

20 DIAS EN REFRIGERACION

Tratamiento	Fruta evaluada	C	D	E	F	G	% de madurez por trat.
t ₁	30	20.0	9.7	0.0	0.0	0.0	29.7
t ₂	20	0.0	3.6	18.2	16.3	12.7	50.8
t ₃	30	21.8	7.2	0.0	0.0	0.0	29.0
t ₄	20	0.0	25.5	6.8	5.4	3.2	40.9
t ₅	30	22.7	6.1	0.0	0.0	0.0	28.8
t ₆	20	0.0	1.8	22.7	21.8	3.2	49.5

TABLA XII
(CONTINUACION).

20 DIAS EN REFRIGERACION + 1 DIA A 27°C*

Tratamiento	D	E	F	G	H	% de madurez por tratamiento
t ₁	25.4	12.1	1.8	0.0	0.0	39.3
t ₂	10.9	15.9	10.9	6.3	3.6	47.6
t ₃	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	36.3
t ₄	16.3	6.8	21.8	0.0	0.0	44.9
t ₅	35.1	1.5	0.0	0.0	0.0	36.6
t ₆	7.2	13.6	24.5	3.1	0.0	48.4

20 DIAS A REFRIGERACION + 3 DIAS A TEMP. AMB.**

Tratamiento	Fruta evaluada	D	E	F	G	H	% de madurez por tratamiento
t ₁	30	19.4	12.1	29.1	0.0	0.0	60.6
t ₂	20	0.0	18.2	27.3	22.3	18.2	86.0
t ₃	30	26.6	7.6	0.0	0.0	0.0	34.2
t ₄	20	18.2	15.9	19.1	19.1	0.0	72.3
t ₅	30	29.1	4.5	5.4	0.0	0.0	39.0
t ₆	20	14.5	29.5	24.5	0.0	0.0	68.5

20 DIAS EN REF. + 1 DIA A 27°C* + 3 A TEMP. AMB. **

Tratamiento	D	E	F	G	H	% de madurez por tratamiento
t ₁	3.6	12.1	34.5	0.0	0.0	50.2
t ₂	0.0	11.3	32.7	6.3	3.6	53.9
t ₃	15.7	10.6	18.1	0.0	0.0	44.4
t ₄	0.0	6.8	24.5	22.2	3.6	57.1
t ₅	4.8	22.7	20.0	0.0	0.0	47.5
t ₆	0.0	2.2	35.4	15.9	3.6	57.1

* Tratamiento con calor para control de mancha café endógena.

** Período estimado como vida de anaquel.

TABLA XIII
EXPERIMENTO III
- ESTADO DE MADUREZ -

Tratamiento	Frutas evaluadas	F	G	H	I	J	K	% de madurez por tratamiento	
T ₁	80	0.0	0.0	0.0	0.0	78.4	13.7	92.1	
T ₂	50	0.0	0.0	0.0	0.0	43.6	52.0	95.6	
T ₃	40	0.0	22.3	47.3	0.0	0.0	0.0	69.6	
T ₄	80	0.7	34.2	30.9	2.0	0.0	0.0	67.8	
T ₅	30	0.0	10.6	43.6	16.7	3.0	0.0	73.9	
T ₆	80	39.5	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0	
T ₇	40	No se determinó porque la fruta presentaba manchas negras en toda la Superficie Externa.							
T ₈	80								
T ₉	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	
T ₁₀	80	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	82.5	98.4	

TABLA XIV
EXPERIMENTO IV
- ESTADO DE MADUREZ -



Tratamiento	Frutas evaluadas	D	E	F	G	H	I	J	K	% de madurez por tratamiento
T ₁	60	15.9	18.9	7.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.8
T ₂	60	0.0	3.7	18.1	28.6	9.6	0.0	0.0	0.0	60.0
T ₃	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	69.7	18.3	92.1
T ₄	60	0.0	28.0	19.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	49.2
T ₅	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.4	53.3	95.7
T ₆	60	0.0	6.8	36.3	6.3	6.0	0.0	0.0	0.0	55.4

TABLA XV.
EXPERIMENTO I
- MANCHA CAFE ENDOGENA -

ALMACENADA 5 DIAS

Trata- miento	Frutas evaluadas	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	% de incidencia por tratamiento
t _{1,3,5} *	60	0% de incidencia de MCE				
t _{2,4,6} *	60					

ALMACENADA 10 DIAS

Trata- miento	Frutas evaluadas	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	% de incidencia por tratamiento
T _{1,3,5}	60	2.9	9.2	22.5	33.3	67.9
T _{2,4,6}	60	5.0	12.5	17.5	2.1	37.1

ALMACENADA 15 DIAS

Trat- miento	Frutas evaluadas	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	% de incidencia por tratamiento
t _{1,3,5}	60	0.5	1.6	17.9	65.0	85.0
t _{2,4,6}	60	7.5	12.5	11.2	13.3	44.5

ALMACENADA 20 DIAS

Trata- miento	Frutas evaluadas	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	% de incidencia por tratamiento
T _{1,3,5}	60	0.0	0.0	5.0	91.6	96.6
T _{2,4,6}	60	2.1	3.3	18.7	51.6	75.7

* Se promediaron los tratamientos 1, 3 y 5 por un lado y los 2, 4 y 6 por otro, porque se considera que el tratamiento con fungicida no afecta esta variable y se consideró únicamente el tamaño como un factor determinante en el % de superficie afectada por este desorden.

TABLA XVI
EXPERIMENTO II
- MANCHA CAFE ENDOGENA-

ALMACENADA 12 DIAS

Tratamiento	Fruta evaluada	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	% de Inc/trat
T ₁	30	5.8	8.3	0.0	0.0	14.1
T ₂	20	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0
T ₃	30	3.3	3.3	2.5	0.0	9.1
T ₄	20	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0
T ₅	30	5.0	1.6	0.0	0.0	6.6
T ₆	20	3.7	0.0	0.0	0.0	3.7

ALMACENADA 20 DIAS

Trat.	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	% de Inc/trat.
T ₁	3.3	6.7	20.0	16.6	46.6
T ₂	5.0	10.0	3.7	5.0	23.7
T ₃	4.2	11.7	5.0	16.6	37.5
T ₄	0.0	10.0	7.5	20.0	37.5
T ₅	2.5	1.7	22.5	20.0	46.7
T ₆	1.2	5.0	3.7	0.0	9.9

ALMACENADA 20 DIAS

t ₁	30					
t ₂	20					
t ₃	30					
t ₄	20					
t ₅	30					
t ₆	20					

No hubo aparición
de
Mancha Café Endógena

TABLA XVI
(CONTINUACION)

- 82 -

A. 20 DIAS + 1 DIA A 27°C*

t ₁						
t ₂						
t ₃		No	hubo	aparición		
t ₄						
t ₅		Mancha	de Café	Endógena		
t ₆						

ALMACENADA A 20 DIAS + 3 DIAS A TEMP. AMB.**

t ₁	30					
t ₂	20					
t ₃	30					
t ₄	20					
t ₅	30					
t ₆	20					

Se observó hidrosis avanzada en el 100%
de la fruta aunque el café no se había de-
clarado.

A 20 DIAS + 1 A 27°C* + 3 A TEMP. AMB.**

t ₁	19.1	0.0	0.0	0.0	19.1
t ₂	6.2	17.5	3.7	10.0	37.4
t ₃	12.5	0.0	0.0	0.0	12.5
t ₄	2.5	7.5	22.5	20.0	52.5
t ₅	19.1	0.0	0.0	0.0	19.1
t ₆	1.2	7.5	33.7	15.0	57.4

* Tratamiento con calor para control de Mancha Café Endógena

** Período estimado como vida de anaquel.

TABLA XVII
EXPERIMENTO III
- MANCHA CAFE ENDOGENA -

Trata- miento	Fruta evaluada	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	% de Inc/trat.
T ₁	80	7.8	5.0	15.0	13.7	41.5
T ₂	50	4.5	12.0	24.0	0.0	40.5
T ₃	40	4.3	8.7	18.7	2.5	34.2
T ₄	80	6.6	9.4	16.9	1.2	34.1
T ₅	30	1.7	5.0	22.5	43.3	72.5
T ₆	80	7.2	8.7	26.2	10.0	52.1
T ₇	40	8.7	11.2	18.8	2.5	41.2
T ₈	80	4.3	13.1	20.6	0.0	38.0
T ₉	30	0.8	3.3	50.0	13.3	67.4
T ₁₀	80	5.3	11.9	35.6	1.2	54.0

TABLA XVIII
EXPERIMENTO IV
- MANCHA CAFE ENDOGENA -

Trata- miento	Fruta evaluada	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	% de Inc/trat.
T ₁	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T ₂	60	2.5	4.1	1.2	0.0	7.8
T ₃	60	5.8	3.3	1.2	0.0	10.3
T ₄	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T ₅	60	6.2	5.8	1.2	1.6	14.8
T ₆	60	0.0	0.0	0.0	1.6	1.6

TABLA XIX

ANALISIS QUIMICOS DE PIÑA RECIEN COSECHADA^(a)

EXPERIMENTO I

Estado de Madurez	Fruta evaluada	S.S.T.	A.R.T.	A.R.D.	% de acido citrico
A*	3	8.25	4.79	2.84	0.396
B*	3	12.05	8.03	3.11	0.428
C*	3	9.85	6.17	2.86	0.502
D*	3	10.55	6.51	2.99	0.496
H*	3	12.20	7.00	3.06	0.392
I*	3	11.55	7.58	3.34	0.244
C	3	8.75	5.41	2.26	0.445
D	3	10.90	7.09	2.39	0.584

EXPERIMENTO II

Estado de madurez	Fruta evaluada	S.S.T.	% de acido citrico
C	3	10.30	0.533
D	3	12.33	0.469
G	3	14.10	0.405
H	3	14.00	0.520
I	3	13.85	0.391
J	3	13.83	0.488

EXPERIMENTO III

Estado de Madurez	Fruta evaluada	S.S.T.	% de acido citrico
C	3	10.2	0.701
E	3	11.1	0.682
H	3	12.6	0.504
J	3	12.4	0.609
K	3	12.1	0.681

EXPERIMENTO IV

Estado de Madurez	Fruta evaluada	S.S.T.	% de acido citrico
C	4	10.6	0.698

(a) Promedio de 3 piñas analizadas individualmente
 * Piña grande, el resto fue clasificada como chica.

TABLA XX
EXPERIMENTO I
- ANALISIS QUIMICOS -^a

ALMACENADA 5 DIAS

Trata* miento	Fruta eval.	S.S.T.	A.R.T.	A.R.D.	% de acido citrico
t _{1,5}	3	10.4	7.85	2.72	0.645
t _{2,6}	3	10.6	7.60	2.56	0.689
t ₃	3	11.0	9.49	2.88	0.599
t ₄	3	11.6	8.64	2.57	0.660

ALMACENADA 10 DIAS

Trata* miento	Fruta eval.	S.S.T.	A.R.T.	A.R.D.	% de acido citrico
T _{1,5}	3	10.1	8.00	2.93	0.624
T _{2,6}	3	10.8	8.20	2.70	0.746
T ₃	3	11.8	8.76	2.59	0.697
T ₄	3	10.0	7.69	2.79	0.679

ALMACENADA A 15 DIAS

Trata* miento	Fruta eval.	S.S.T.	A.R.T.	A.R.D.	% de acido citrico
t _{1,5}	3	10.0	7.27	3.53	0.505
t _{2,6}	3	10.8	7.94	2.62	0.746
t ₃	3	10.0	6.85	3.62	0.649
t ₄	3	9.8	6.86	3.20	0.645

^a Promedio de 3 piñas analizadas individualmente

* Se promediaron los tratamientos 1 con 5 y 2 con 6 por considerarse que no existía diferencia entre tales tratamientos con respecto a esta variable.

NOTA: No se evaluó, la fruta a los 20 días porque ya estaba totalmente dañada y sobremadura.

TABLA XXI
EXPERIMENTO II^a
- ANALISIS QUIMICOS -

Almacenada 12 días

Trata- miento	Frutas Eval.	S.S.T	% Ac. citrico
T ₁	3	9.26	0.936
T ₂	3	12.0	0.720
T ₃	3	10.4	0.876
T ₄	3	12.2	0.735
T ₅	3	11.63	0.846
T ₆	3	12.3	0.763

Almacenada 20 días

Trata- miento	Frutas Eval.	S.S.T	% Ac. citrico
T ₁	3	9.13	0.932
T ₂	3	10.3	0.855
T ₃	3	9.5	0.772
T ₄	3	11.86	0.850
T ₅	3	9.53	0.836
T ₆	3	10.90	0.787

Almacenada 20 días

Trata- miento	Frutas Eval.	S.S.T	% Ac. citrico
t ₁	3	11.16	0.889
t ₂	3	12.70	0.810
t ₃	3	9.96	0.786
t ₄	3	12.00	0.791
t ₅	3	10.46	0.787
t ₆	3	12.70	0.622

A. 20 días + 1 a 27°*

t ₁	3	10.16	0.846
t ₂	3	12.70	0.754
t ₃	3	10.73	0.782
t ₄	3	11.20	0.744
t ₅	3	9.93	0.774
t ₆	3	11.20	0.840

A. 20 días + 3 a tem. amb**

t ₁	3	10.1	0.829
t ₂	3	11.2	0.757
t ₃	3	10.4	0.866
t ₄	3	11.0	0.716
t ₅	3	10.3	0.680
t ₆	3	12.7	0.754

A. 20 días + 1 a 27°* + 3 a t.a.**

t ₁	3	10.5	0.776
t ₂	3	11.4	0.652
t ₃	3	8.8	0.648
t ₄	3	10.0	0.744
t ₅	3	10.2	0.697
t ₆	3	12.8	0.609

- a Promedio de 3 piñas analizadas individualmente.
* Tratamiento con calor para control de mancha café endógena.
** Período estimado como vida de anaquel.

TABLA XXII
EXPERIMENTO III
- ANALISIS QUIMICOS ^a

Tratamiento	Fruta evaluada	S.S.T.	% de acido citrico
T ₁	3	8.95	1.024
T ₂	3	10.90	0.872
T ₃	3	10.10	0.812
T ₄	3	9.76	0.702
T ₅	3	10.46	0.893
T ₆	3	9.7	0.864
T ₇	3	No se determinó	
T ₈	3		
T ₉	3	11.36	0.769
T ₁₀	3	9.53	0.934

a Promedio de 3 piñas analizadas individualmente

TABLA XXIII
EXPERIMENTO IV
- ANALISIS QUIMICOS ^a

Tratamiento	Fruta evaluada	S.S.T.	% de acido citrico
T ₁	3	9.90	0.668
T ₂	3	10.00	0.788
T ₃	3	9.80	0.756
T ₄	3	11.20	0.734
T ₅	3	9.80	0.748
T ₆	3	10.4	0.770

a Promedio de 3 piñas analizadas individualmente

TABLA XXIV

RELACION ENTRE % DE INCIDENCIA DE MCE, ACIDEZ Y CONCENTRACION DE AC ASCORBICO EN LA PIÑA.

Grado de incidencia	Frutas evaluadas	D. O. *	mg de Ac. Asc. en la curva - estandar	mg de Ac. - 100 ml de jugo	% de * acidez titulable
Nulo (0)	3	0.55	0.075	18.75	0.833
Huellas (1)	3	0.56	0.071	17.75	0.759
Ligero (2)	3	0.55	0.075	18.75	0.871
Moderado (3)	3	0.58	0.065	16.25	0.720
Severo (4)	3	0.60	0.057	15.00	0.732

DATOS DE LA CURVA ESTANDAR

D.O.	0.26	0.28	0.35	0.44	0.52	0.88
mg de Ac. Asc.	0.20	0.15	0.125	0.10	0.05	0.0

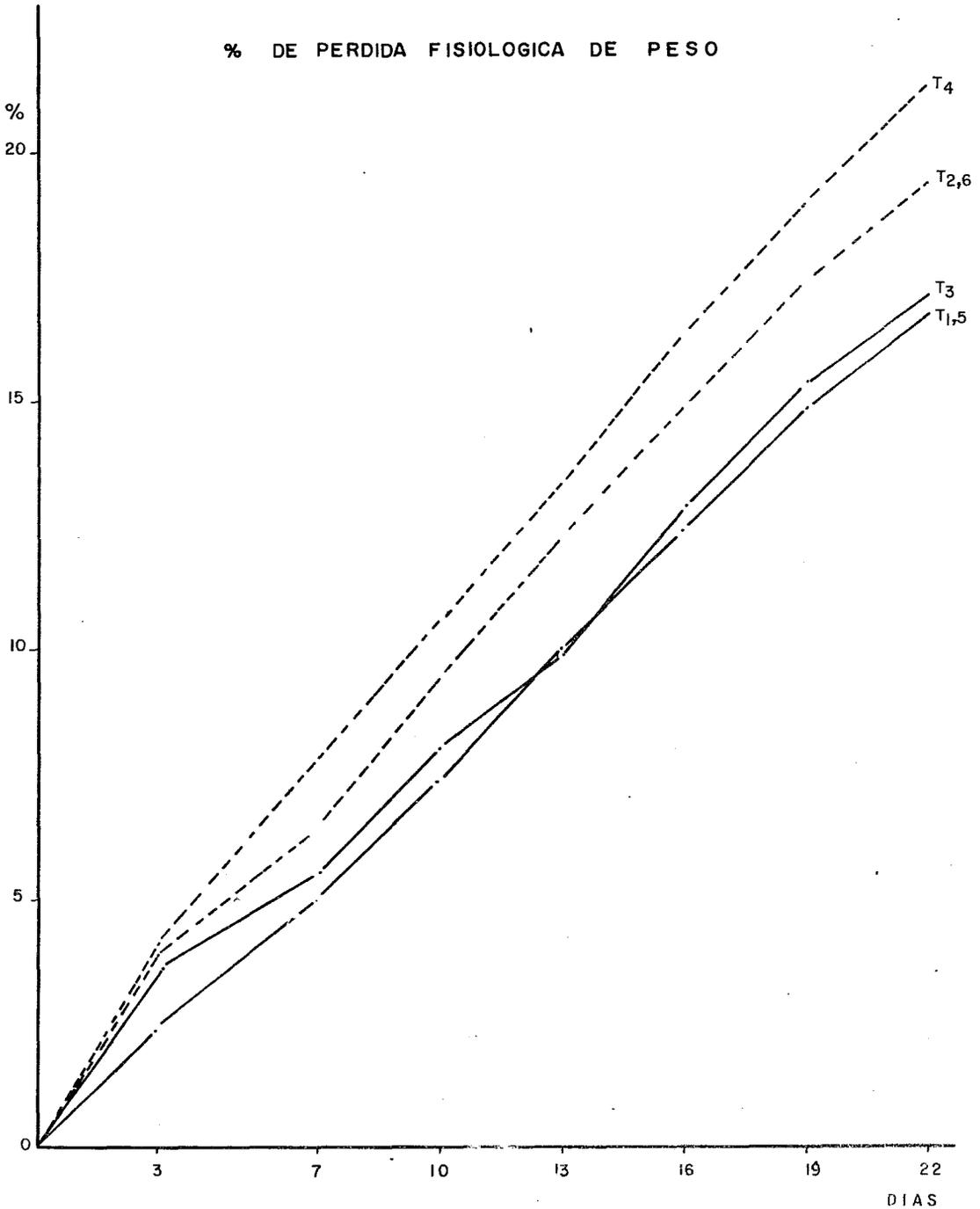
Ecuación obtenida por mínimos cuadrados

$$y = - 3.005 x + 0.768$$

* Promedio de 3 piñas analizadas individualmente

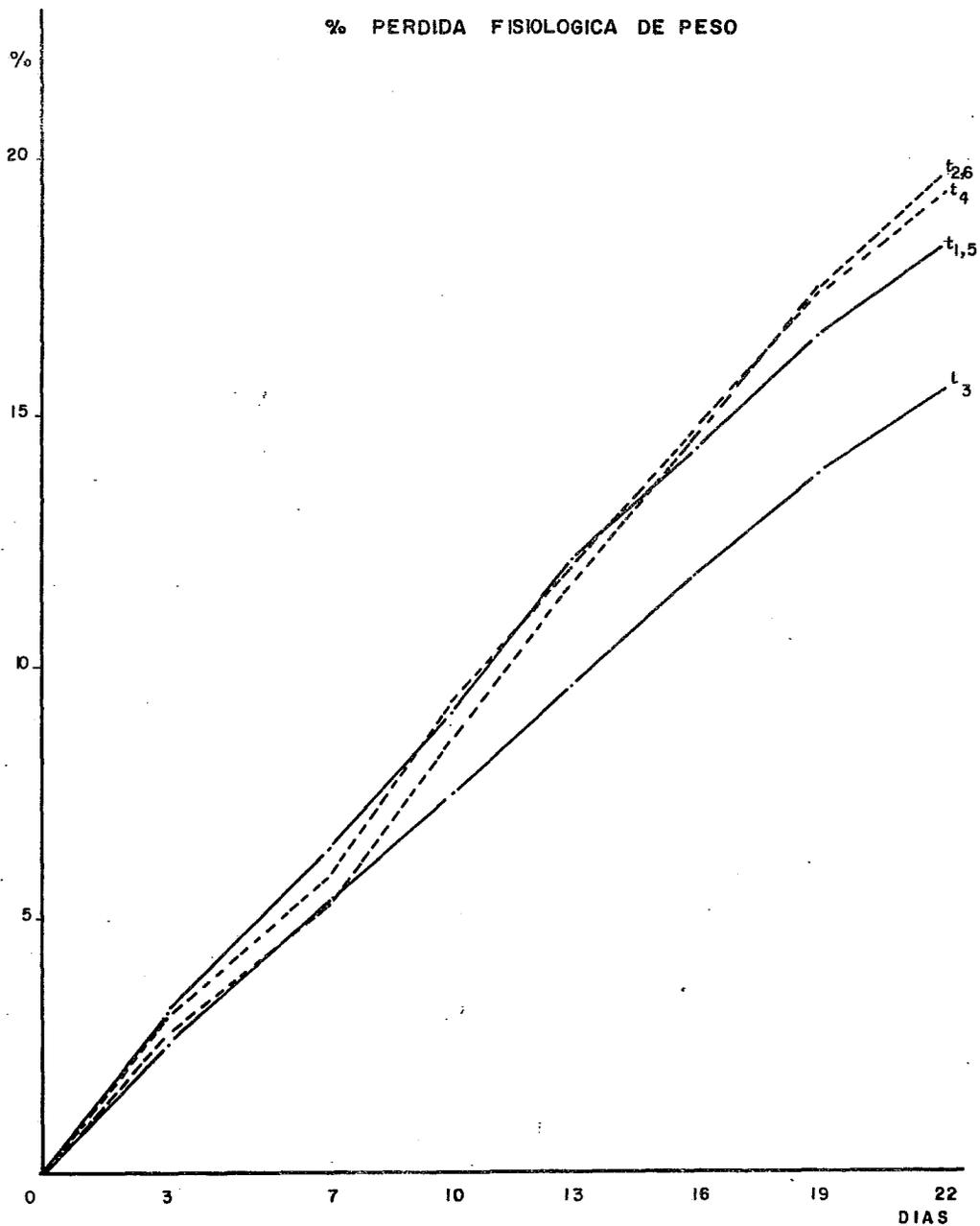
GRAFICA 4
EXPERIMENTO I

% DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO



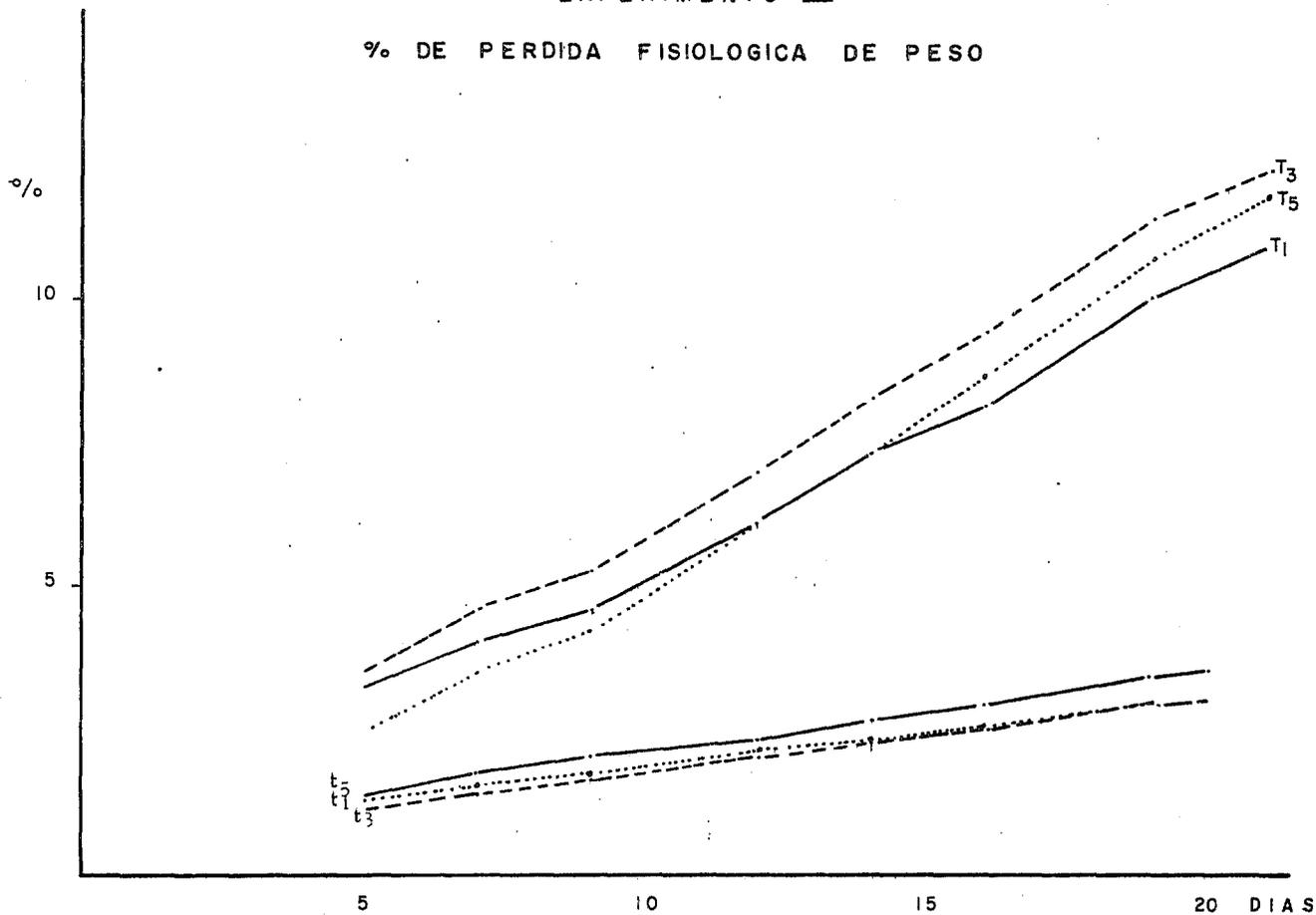
GRAFICA 4'
EXPERIMENTO I

% PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO



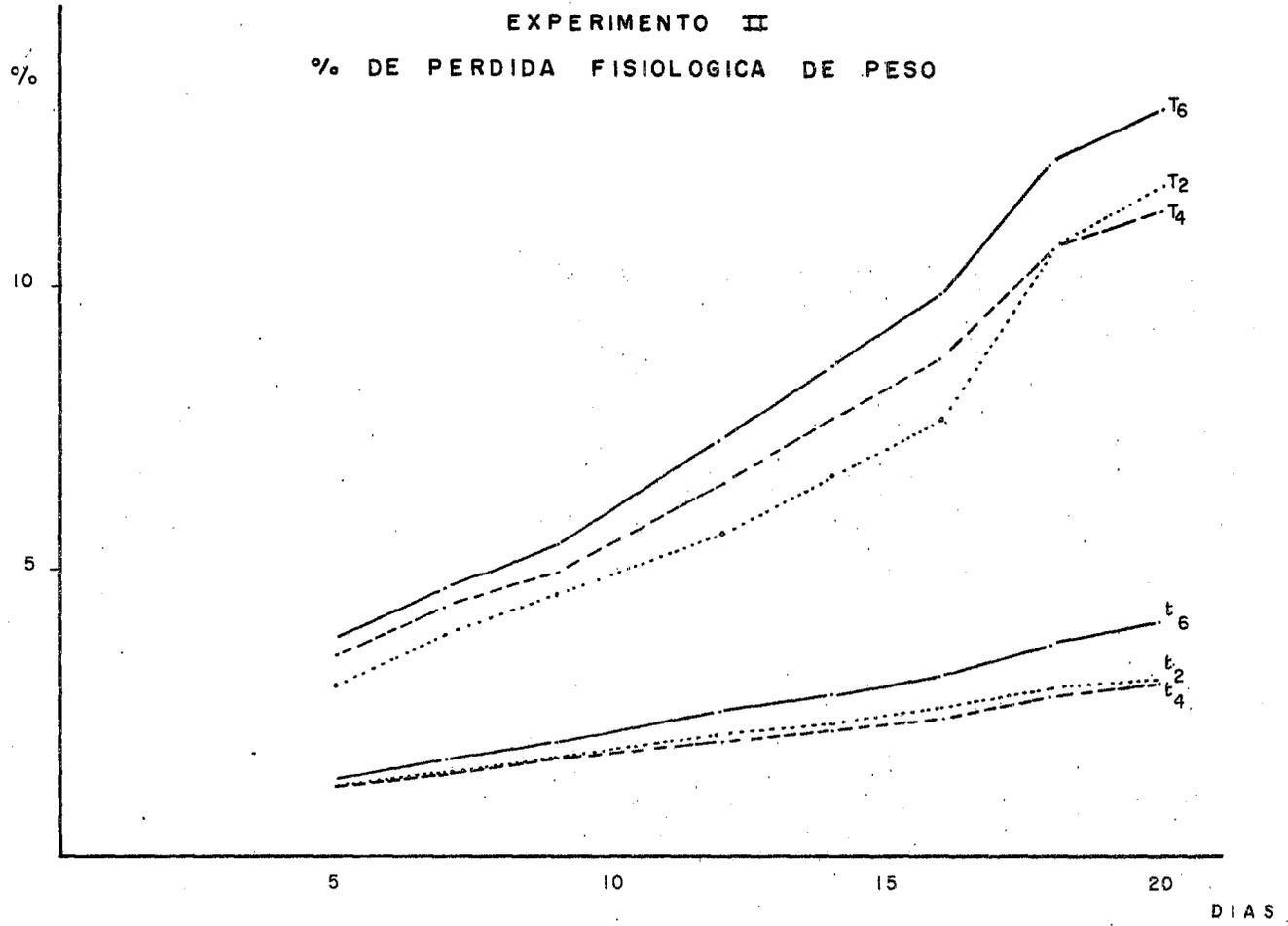
GRAFICA 5
EXPERIMENTO II

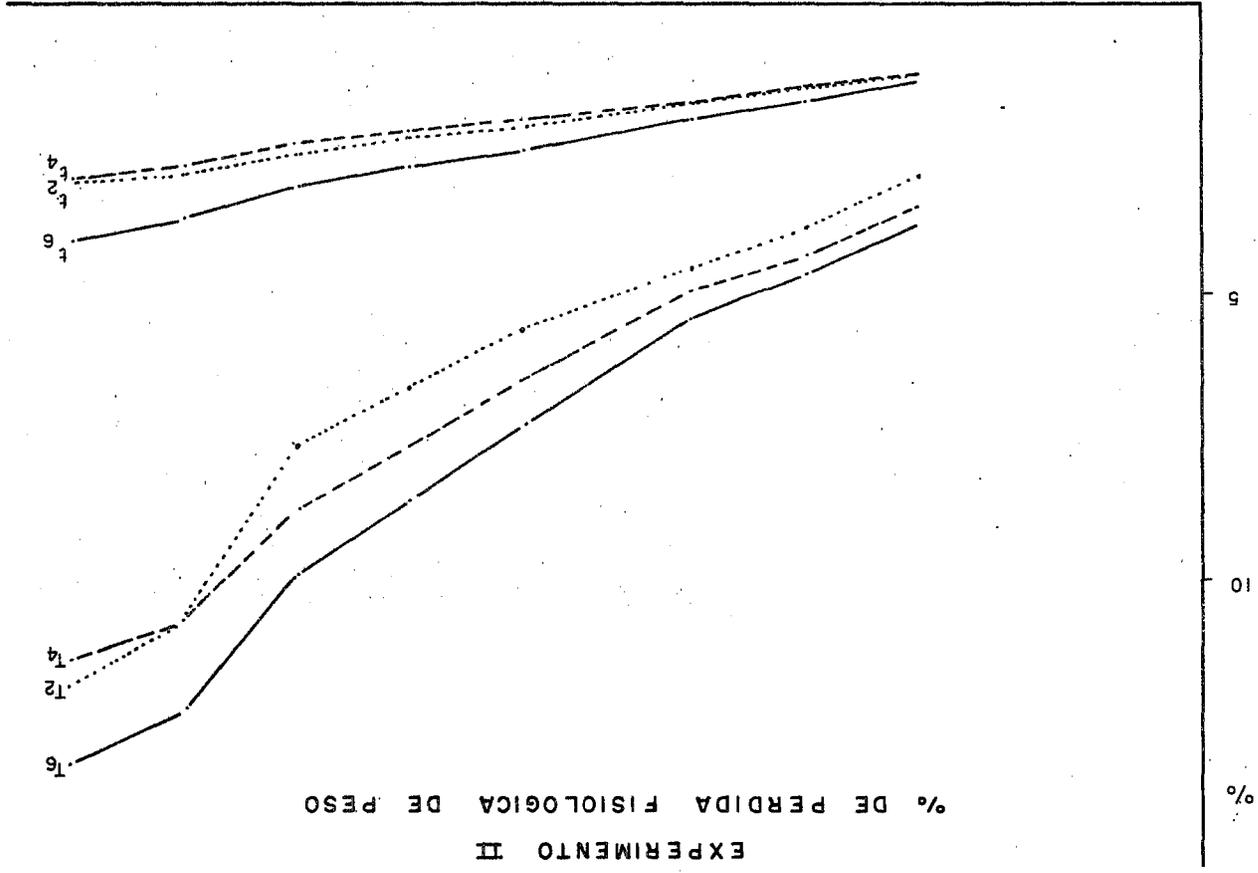
% DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO



GRAFICA 5'
EXPERIMENTO II

% DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO

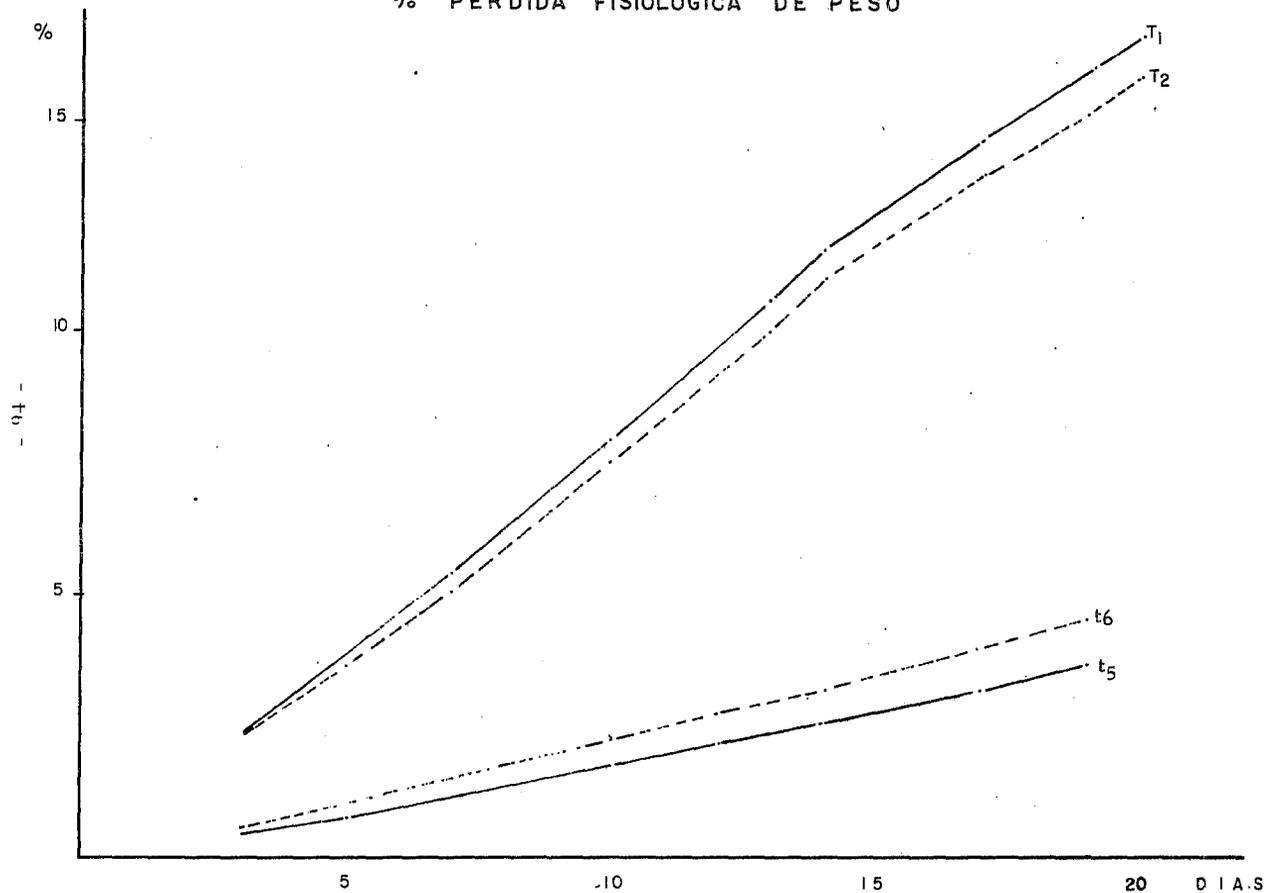


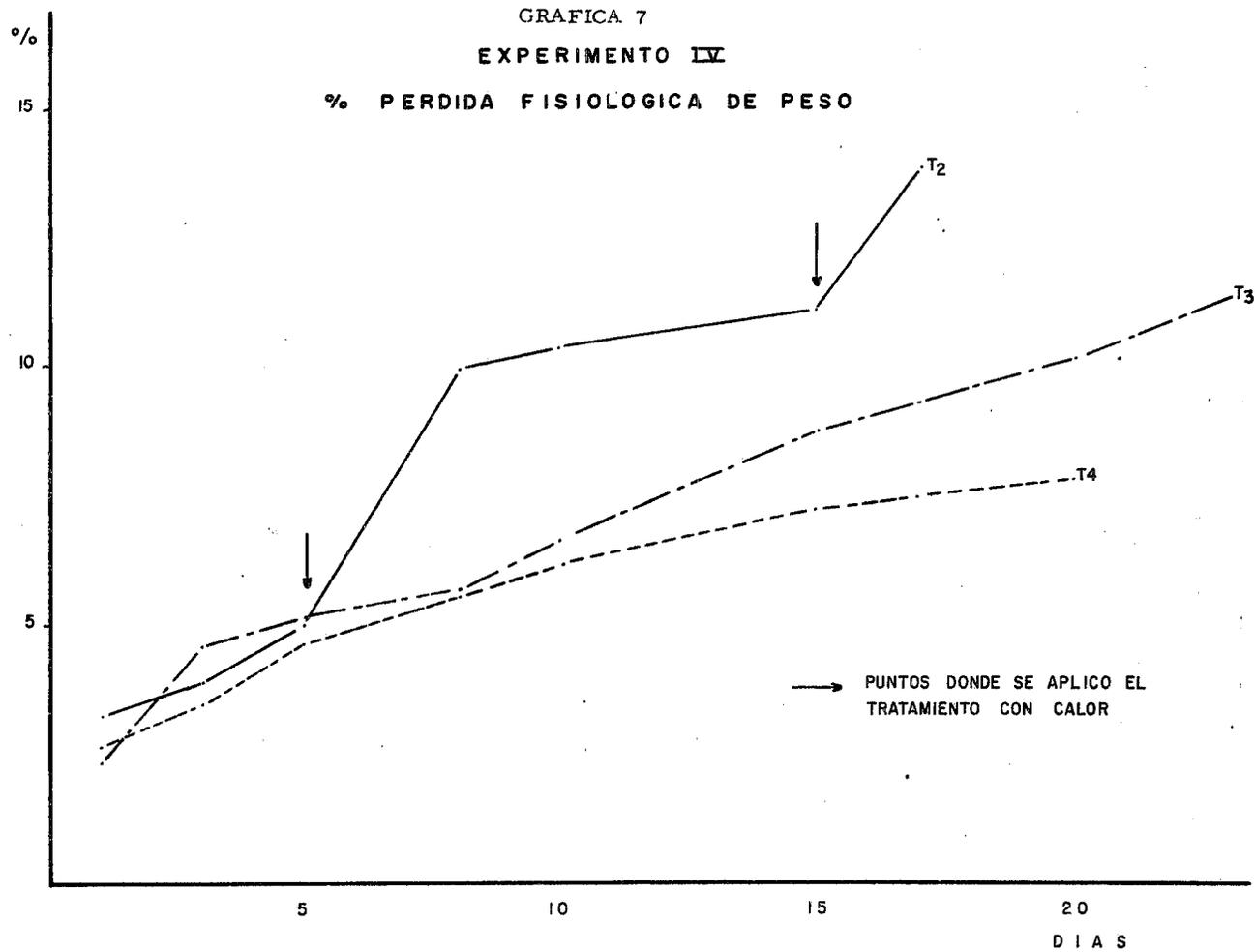


GRAFICA 51
EXPERIMENTO II
% DE PERDIDA FISIOLOGICA DE PESO

GRAFICA 6
EXPERIMENTO III.

% PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO





E.- DISCUSION DE RESULTADOS.

1.- PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO.

Comparando los factores y niveles estudiados en cada uno de los experimentos se observa lo siguiente:

De los tamaños evaluados (gráficas 4 y 4') la piña chica (T_2 , T_4 , T_6 y t_2 , t_4 , t_6) siempre pierde más peso que la de tamaño grande (T_1 , T_3 , T_5 y t_1 , t_3 , t_5). Cabe mencionar que las primeras poseen invariablemente corona grande, por lo cual exhiben mayor superficie de contacto con el medio ambiente y, por lo tanto, mayor tasa de transpiración, que es el proceso que se mide mediante la pérdida fisiológica de peso; la diferencia está entre piñas chicas y grandes la cual es de aproximadamente 2.5%.

Al comparar los 2 estados de madurez estudiados se observa que no existe diferencia entre ambos (gráficas 4 con 4' y 5 con 5'). Esto es debido principalmente a que la diferencia en edad, entre estos estados de madurez, es mínima, aproximadamente de 3 a 5 días, por lo cual su ritmo respiratorio es similar.

La aplicación de cera en la cicatriz peduncular (T_3 , T_4 y t_3 , t_4 en los experimentos I y II) produjo una reducción de pérdida de peso tan pequeña que se consideró despreciable. También puede observarse que la refrigeración reduce dicha pérdida hasta en un 75%, comparándola con las piñas almacenadas en condiciones ambientales, debido fundamentalmente a la disminución de el metabolismo y ritmo respiratorio del fruto, y a la evaporación del agua por efecto de la baja temperatura.

Se observa (grafica 7) que los tratamientos con calor, para disminuir la incidencia de mancha café endógena, acentúa el porcentaje de pérdida fisiológica de peso. En piñas con 17 días de almacenamiento y 2 tratamientos con calor puede observarse una diferencia de 8.0%, comparadas con piñas que han permanecido el mismo tiempo en refrigeración y que no se han tratado con calor. Esto se debe a que al aumentar la temperatura, se aceleran los procesos metabólicos y el ritmo respiratorio del fruto, al mismo tiempo aumenta la presión de vapor del agua y, en consecuencia, su velocidad de evaporación; además debe considerarse que el tratamiento con calor no incluye el control de humedad relativa y ésta es por lo mismo bastante baja (40-70%), la evaporación del agua bajo tales condiciones es toda vía mayor y, por consiguiente, la pérdida se ve incrementada.

Los mejores tratamientos con respecto a esta variable fueron los siguientes: almacenamiento en refrigeración a 8°C y H.R. de 90-100%, almacenamiento en refrigeración a 8°C más un tratamiento con calor a 37°C durante 24 hr, y almacenamiento en condiciones ambientales (20 ± 2°C y 55-85% de H.R.), tales tratamientos tienen en promedio los siguientes porcentajes de pérdida fisiológica de peso; 5%, 13% y 15% respectivamente. Esto nos indica que el almacenamiento a 8°C con H.R. de 90-100% durante 20 días como mínimo, proporciona los mejores resultados con respecto a esta variable, perdiendo unicamente un promedio de 50 kg/ton de fruta fresca, - comparado con los otros tratamientos en donde se perdió hasta 3 veces más de peso.

2.- % DE FRUTA COMERCIALIZABLE.

Esta variable es de suma importancia dentro de las evaluaciones realizadas, pues nos da un indicio de la aceptación o rechazo por parte del consumidor.

Se observa (tabla VII) que la fruta chica (T_2 , T_4 y T_6) tiene un porcentaje mayor de fruta comerciable a los 20 días de almacenamiento, la diferencia es hasta del 45%, con respecto a la fruta grande (T_1 , T_3 y T_5).

Al comparar los estados de madurez estudiados se observa que la piña sazona (T_1 , T_3 , T_5 y t_1 , t_3 , t_5) tiene un porcentaje mayor de fruta comerciable, con respecto a la piña requintada (T_2 , T_4 , T_6 y t_2 , t_4 , t_6), la diferencia es debida principalmente a que la fruta requintada llega más rápido al estado senescente, por encontrarse en un estado más avanzado de madurez (tabla VIII), la diferencia se manifiesta principalmente en cuanto a calidad de la fruta (ver datos para exportación en dicha tabla, además en la tabla IX, compárese T_1 con T_2 y T_5 con T_6).

En lo que respecta a tratamientos con fungicida (tabla VII y VIII), se observa una ligera tendencia de estas piñas (T_1 a T_4 y t_1 a t_4) a conservarse mejor que las no tratadas (T_5 , T_6 y t_5 , t_6) fundamentalmente debido a que el ataque microbiano es menor, pero la diferencia es tan pequeña que no puede considerarse de importancia práctica.

Por otro lado, el almacenamiento en refrigeración proporciona un alto porcentaje de fruta comerciable comparado con la fruta almacenada en

condiciones ambientales (tablas VIII y IX), siendo más evidente el efecto en la fruta con calidad de exportación. Se observa también (tabla X) que entre la fruta que estuvo a 8°C (T_4) y la almacenada a 15°C (T_3), existe una diferencia en cuanto a por ciento de fruta comerciable para exportación bastante considerable, hasta 30%. Pudo comprobarse que los tratamientos con calor para disminuir mancha café endógena; deterioran la fruta provocando en algunos casos que la piña resulte inaceptable (tabla IX, T_3 , T_4 , T_7 y T_8). La refrigeración es por tanto un factor de suma importancia para incrementar la vida útil de la piña. La explicación es nuevamente la disminución del metabolismo, que ocasiona una reducción de la velocidad de maduración y del crecimiento de microorganismos; aunque debe considerarse, sin embargo, su influencia en la aparición de mancha café endógena (MCE).

Comparando nuevamente los tratamientos considerados como los más relevantes, encontramos que la fruta almacenada 20 días a temperatura ambiente (tabla VIII, T_1 , T_3 y T_5) tiene un % de piña con calidad de exportación que alcanza un 60%, en promedio, mientras que la almacenada 20 días a 8°C (tabla VIII; t_1 , t_3 y t_5) nos proporciona hasta un 99% de fruta para exportación. Al observar los resultados de la piña que recibió tratamiento con calor (tabla IX; T_3 y T_4) observamos que no hay fruta vendible, ésto fue debido a la apariencia externa que tomó la fruta después del tratamiento; en la tabla X, tratamientos T_1 y T_2 se observa que si hay fruta comerciable para exportación después de los tratamientos con calor, pero ésto es debido a que el tiempo de almacenamiento en refrigeración

fue de sólo 7 y 14 días respectivamente, comparado con 20 días en el experimento III. Finalmente podemos observar que cuando se almacena fruta durante 20 días a 8°C y posteriormente se mantiene 3 días a 15°C (tabla X, T₄) existe un alto porcentaje de fruta comerciable para exportación, casi 97%, lo cual indica que este tratamiento y nuevamente el almacenamiento a 8°C durante 20 días proporcionan los mejores resultados, además hay que considerar que el primero de éstos incluye un periodo de 3 días a 15°C para comercializar la fruta.

3.- VELOCIDAD DE MADURACION

Se observó (tabla XII) que la fruta cortada en estado de madurez requintado, madura más rápidamente que la cortada en sazón tanto a temperatura ambiente (compárese T₁, T₃ y T₅ con T₂ y T₆) como en refrigeración (comárese t₁, t₃ y t₅ con t₂, t₄ y t₆). Esto es debido indudablemente a que la primera se encuentra en un estado de madurez más avanzado que la segunda.

No se encontró una diferencia considerable entre los tratamientos con fungicida, aunque podría esperarse que la fruta con la cicatriz peduncular encerada, madurara más lentamente que los otros tratamientos por disminución en el ritmo respiratorio, como se observa en T₄, con respecto a T₂ y T₆ para piña almacenada 20 días en refrigeración (tabla XII), pero esto no es general en todos los experimentos.

Entre temperaturas existe una gran diferencia en cuanto a esta variable, se observa que al aumentar la temperatura se incrementa la velocidad de maduración (tabla XII, compárese T₁ contra t₁; tabla XIII, comparar

T_1 y T_2 con T_5 y T_6 ; tabla XIV, compárese T_3 con T_4). Lo mismo se observa en el caso de los tratamientos con calor, aunque aquí el incremento no es tan marcado como cuando la fruta se ha almacenado todo el tiempo a temperatura ambiente (comparación de T_1 con T_4 y T_6 de la tabla XIII, además T_2 , T_3 y T_4 de la tabla XIV). Esto es lógico ya que al disminuir la temperatura se abaten los procesos metabólicos del fruto, disminuyendo con ésto la velocidad de maduración.

En el experimento II, observamos que el almacenamiento a 8°C durante 20 días (tabla XII, t_1 , t_3 y t_5) nos proporciona fruta entre los estados de madurez sazón y requintado, y que cuando a este almacenamiento se le aumentan 3 días a 15°C (tabla XIV, T_4) simulando el tiempo de comercialización, la piña alcanza un estado de madurez pinton declarado. Se observa también (tabla XIII, T_4) que al aplicar calor para control de MCE, se incrementa el estado de madurez hasta $\frac{1}{2}$ cara y madura de aguante, y que cuando la fruta se mantiene durante 20 días a temperatura ambiente (tabla XII; T_1 , T_3 y T_5) alcanza un estado de madurez entre madura y sobremadura; concluyéndose que los tratamientos que proporcionan la mejor calidad en cuanto a apariencia externa del fruto son: el almacenamiento a 8°C durante 20 días más 3 días a 15°C y el almacenamiento a 8°C durante 20 días más 24 hr a 37°C y 2 días a temperatura ambiente.

4.- MANCHA CAFE ENDOGENA.

Se observa influencia del tamaño (tabla XV) en la susceptibilidad a este desorden fisiológico, siendo la fruta grande la más dañada (compárese $t_{1,3,5}$ con $t_{2,4,6}$ y $T_{1,3,5}$ con $T_{1,3,5}$ con $T_{2,4,6}$); lo que hace pensar que en realidad existe una dependencia de este mal con el porcentaje de -

acidez en el fruto, ya que el tamaño chico generalmente tiene un % de acidez mayor que el fruto grande (tabla XX, comparar $T_{1,5}$ con $T_{2,6}$ y $t_{1,5}$ a los 15 días de almacenamiento). Esto pudo comprobarse al hacer un experimento en el cual se determinó la cantidad de ácido ascórbico y la acidez titulable de la fruta, encontrándose que la incidencia de MCE era inversamente proporcional a la cantidad de ácido ascórbico y acidez del fruto (tabla XXIV).

Pudo observarse que cuando la piña es almacenada en condiciones ambientales, la fruta cosechada en estado de madurez sazón es más susceptible a la incidencia de MCE (ver tabla XVI, compárese T_1 , T_3 y T_5 con T_2 , T_4 y T_6 y en la tabla XVII, compárese T_1 con T_2) y cuando se almacena en refrigeración a 8°C , la piña más afectada es la cortada en estado de madurez requintado (tabla XVI, compárese t_1 , t_3 y t_5 con t_2 , t_4 y t_6 y tabla XVII, comparando T_5 y T_9 con T_6 y T_{10}).

Se observó (tablas XV y XVI) que cuando la fruta se almacena en condiciones ambientales, la MCE aparece entre 5 y 10 días y cuando se mantiene en refrigeración la mancha no aparece (al menos durante 20 días), pero si se suspende la refrigeración y la fruta se transfiere a condiciones ambientales, la mancha café aparece en 3 ó 4 días, lo cual concuerda con la información bibliográfica consultada (30).

Cuando se tratan las piñas con calor (24 hr a 37°C) se observa una disminución en la incidencia de MCE, pero no se logra controlar completamente (tabla XVII, T_4 con T_6), después del tratamiento, se obtiene

una disminución en la calidad y apariencia externa del fruto, ya que las coronas se secan y tornan amarillentas, la fruta pierde mucho peso y madura más rápidamente, debido al incremento tan brusco en la temperatura.

Después de observar los resultados obtenidos anteriormente, se introdujeron nuevos tratamientos consistentes en: Primero, almacenar la piña a 8°C y al cabo de 20 días transferirla a 15°C, evitando así un cambio brusco de temperatura, ésto puede prolongar además el tiempo de almacenamiento al evitar el crecimiento de microorganismos que deterioran la calidad del fruto; Segundo, mantener la temperatura de almacenamiento a 15°C durante 20 días y luego transferir a temperatura ambiente (aproximadamente 20°C) para simular el tiempo de comercialización. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el segundo tratamiento tuvo una incidencia de MCE de 10.3%, mientras que el primero no presentó incidencia de tal desorden, pero si incrementamos el tiempo de almacenamiento a 15°C, en este tratamiento, hasta los 6 días, aparece un % de incidencia de 1.6, lo que nos indica la efectividad que tiene este tratamiento para prevenir la aparición de mancha café endógena (ver tabla XVIII, compárese T₃ y T₅ con T₄ y T₆).

Al hacer una comparación entre los mejores tratamientos, tenemos que al almacenar la fruta 20 días a temperatura ambiente, la incidencia de MCE es de un 45% en promedio. Cuando la piña se almacena en refrigeración a 8°C durante 20 días y luego se transfiere a temperatura ambiente de 3 a 6 días, el porcentaje de incidencia encontrado fue de 52 a 54% (tabla XVII, T₆ y T₁₀). Al observar los resultados obtenidos de la fruta tratada

con calor, se encuentra una disminución en el % de incidencia (tabla XVII, T₃ y T₄) que va del 10 al 20% con respecto a los 2 tratamientos anteriores, lo cual nos indica que estos tratamientos con calor son efectivos para la disminución en la incidencia de MCE, aunque deterioran mucho la fruta. El tratamiento que mejores resultados nos proporcionó fue el almacenamiento durante 20 días con posterior estancia a 15°C, como se indicó anteriormente, disminuyendo hasta en un 100% la aparición de este desorden fisiológico. La explicación a tales resultados, es que las bajas temperaturas disminuyen el metabolismo del fruto evitando así la acumulación de sustancias metabólicas intermedias, las que se supone son las iniciadoras de este mal fisiológico conocido como mancha café endógena en los principales países productores de piña.

5.- ANALISIS QUIMICOS.

Se observa que la fruta cortada en estado de madurez requintada, tiene mejor calidad comestible que la cosechada en sazón (tabla XX), la cantidad de sólidos solubles totales (SST) en la primera es mayor y la acidez menor, proporcionando mejores características organolépticas. También se observa que durante el almacenamiento la cantidad de SST disminuye en ambos estados de madurez y que la acidez aumenta provocando una disminución en la calidad comestible del fruto. Esto se debe principalmente a que la piña no tiene reservas de almidón, por lo tanto los azúcares que se encuentran en el fruto se emplean como sustratos en la respiración, disminuyendo su concentración y provocando una reducción de la cantidad de SST. Por otro lado los azúcares que entran en el metabolismo son precursores de ácidos orgánicos, tales como cítrico, málico, ascórbico, etc, proporcio

nando un aumento en la acidez titulable del fruto. Estos cambios en la composición química también dependen de la temperatura de almacenamiento. Se observa que en fruta almacenada en condiciones ambientales, los cambios son más acentuados o se llevan a cabo con mayor rapidez que en las piñas almacenadas en refrigeración (tabla XXI), prolongando un poco más su calidad comerciable.

F.- CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir:

- 1.- La temperatura es un factor importante para la conservación de la piña, pues en refrigeración el tiempo de almacenamiento aumenta considerablemente comparándolo con temperatura ambiente.
- 2.- Se observó que la piña cosechada en estado de madurez sazón y almacenada en refrigeración alcanzó los caracteres organolépticos adecuados que pueden requerirse en caso de exportar piña en fresco.
- 3.- El tamaño chico resultó tener mejores características, por lo cual se puede considerar como el tamaño óptimo para comercialización en el extranjero, pues presenta las ventajas de ser más manipulable y tener mejores características organolépticas, tales como color, sabor y aroma.

Este tamaño presenta la ventaja de ser menos susceptible al ataque microbiano y lo más importante es que presenta menos incidencia de mancha café endógena.

- 4.- Se comprobó que la incidencia de este desorden está relacionado con una baja acidez del fruto y que invariablemente los frutos de tamaño chico tienen mayor acidez.
- 5.- Los tratamientos con cera de candelilla prácticamente no afectan los resultados. Los frutos tratados con cera tienen menor pérdida de peso que los testigos, aunque en la práctica saldría más costoso utilizar esta cera.
- 6.- La aplicación de fungicida (tecto 60) disminuyó considerablemente la población microbiana de los frutos, observándose que la mejor forma de aplicarlo es en combinación con cera de candelilla.
- 7.- Los tratamientos con calor disminuyen la incidencia de mancha café endógena, aunque presentan la desventaja de afectar la apariencia del fruto, desventaja que no se pudo eliminar no con la aplicación de cera en la corona de la piña. Además de que estos tratamien--tos ofrecen la desventaja de requerir un cierto tiempo de secado.
- 8.- El tratamiento óptimo para conservación de piña a largo plazo, fue el uso de temperatura de 8°C para almacenamiento y una posterior

estancia a 15°C, simulando el período de comercialización. Con este tratamiento nos acercamos más a la realidad, pues las temperaturas predominantes en los países importadores de piña, son más bien bajas, con ésto se evita mantener contenedores a 15°C ya que esta temperatura fácilmente se alcanza en muchos países europeos importadores de piña.

9.- Como conclusión general, si se requiere exportar piña, las mejores condiciones son las siguientes:

Tamaño chico (1.3 a 1.5 kg).

Estado de madurez sazón.

Almacenamiento a 8°C, cuando menos 20 días.

Humedad relativa de 70 a 100%.

Un período de comercialización de 3 a 6 días

- manteniendo la fruta a 15°C, como máximo.

- 16.- Romero, C.A. Mineral Nutrition of Field Growth Pineapples Production and Fruit Quality. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg. 17: 203-219, 1973.
- 17.- Higa, S. Component Change of Pineapple Fruits During Storage in Refrigeration and Room Temperature. Ryukyu Kiangaku Nogakuby Gakujutsu Hokoku. 16 : 118-140, 1969.
- 18.- Singleton, V.L. Research Report No. 49, Hawaii, 1957, Pineapple Research Institute of Hawaii.
- 19.- Singleton, V.L. Chemical and Physical Development of the Pineapple Fruit. J. Food Sci. 30(1): 98-104, 1965.
- 20.- Flath, R.A. and Forrey, R.R. Volatile Components of Smooth Cayene Pineapple. J. Agr. Food Chem. 18(2) : 306, 1970.
- 21.- Ryall and Lipton. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. Ed. AVI Pub. Co. Westport, Connecticut, 1974. Vol. I.
- 22.- Ryall and Pentzer. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. Ed. AVI Pub. Co. Westport, Connecticut, 1974. Vol. 2.
- 23.- Dull, G.G. Respiratory Patterns inf Fruits of Pineapple (Ananas comosus) Detached at Differents Stages of Development. Physiol. Plant 20(4): 1059-1065, 1967.
- 24.- Akamine, E.K. Ethylene Production in Fading Vanda Orchid Blossos. Science, 140 : 1217-1218, 1963.
- 25.- Gortner, W.A. Delaying Senescence of Pineapple Fruit. Patent No. 3 346 397, USA.
- 26.- Weaver, R.J. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Ed. Trillas, México, 1976.
- 27.- Akamine, E.K. Controlled Atmosphere of Fresh Pineapple. Hawaii Agric. 152: 8, 1971.
- 28.- Graman Allied Industries, Inc. Brit. Improvements in and Relating to the Storage of Non-mineral Matter. USA Appl. 1972.
- 29.- Miller, E.V. Physiological Studies of the Fruits of the Pineapple with Special Reference to Physiological Breakdown. Plant Physiol. 26 : 6-75, 1951.
- 30.- Teisson, C. Investigation on Internal Browing of Pineapple. Fruits. 27 (9) : 603-612, 1972.

- 31.- Akamine, E.D. et al. Control of Endogenous Brown Spot of Fresh Pineapple in Postharvest Handling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 (1): 60-65, 1975.
- 32.- Akamine, E.K. Postharvest Control of Endogenous Brown Spot in Fresh Australian Pineapples with Heat. Hort. Sci. 11 (6) : 568-588, 1976.
- 33.- Rolse, E.J. and Hawthorn, R.A. Recent Advances in Food Science. Low Temperature Biology of Foodstffs. Ed. Pergamon Press, London, 1968. Vol. IV.
- 34.- AOAC. Official Methods of Analisis. Pub. by AOAC. Washington, 1975.
- 35.- Erston, V.M. and Alan, S.H. Ascorbic Acid an Physiological Breakdown in Fruits of Pineapple. Science, 116:505, 1952.
- 36.- Rangana, S. Manual of Analysis of Fruitsand Vegetables Products. Ed. McGraw-Hill. Pub. Co., New Dalhi, 1977.
- 37.- U.S. Standards for Pineapples. Feb. 23, 1953. Agricultural Marketing Service. United States Department of Agricultural.
- 38.- Ting, S.V. Rapid Colorimetric Method for Simultaneous Determination of Total Reducing Sugars and Fructose in Citrus Juices. Agric. and Food Chem. 4 (3) : 263, 1956.
- 39.- Roscoe, R.S. A Rapid and Simple Method for Determination of Reduced, Dehidro and Total Ascorbic Acid in Biological Material. Clinical Biochemistry Laboratory, Departament of Physiological Chemistry, School of Medicine. Univ. of Calif., Los Angeles, Cal. 1954.
- 40.- Roe, J.H. The Determination of Ascorbic Acid in Whole Blood and Urine Through the 2,4-dinitrophenylhidrazine Derivative of Dehidroascorbic Acid. Department of Biochemistry, School of Medicine George Washington. Univ. of Washington, 1942.
- 41.- Agrosíntesis, Agricultura-Ganadería-Avicultura. Volumen II No. 1. México,1980.