

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EVALUACION DE DOS REGULADORES DEL CRECIMIENTO EN
ALMACENAMIENTO DE MANZANA (*Mallus communis*)
BAJO CONDICIONES DE BODEGA RUSTICA EN
TECPAN GUATEMALA, CHIMALTENANGO**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Por:

JOSE ALFREDO COJTI CHIROY

En el Acto de conferírsele el Título de

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, AGOSTO DE 1985

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central**

D. L.
01
T(798)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda
VOCAL I	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
VOCAL II	Ing. Agr. Jorge E. Sandoval
VOCAL III	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL IV	P. Agr. Angel Leopoldo Jordán Z.
VOCAL V	P. Agr. Axel Gómez Chávarry
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizurez P.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

17 de julio de 1985

Ingeniero
César A. Castañeda S.
Decano, Facultad de Agronomía
Presente

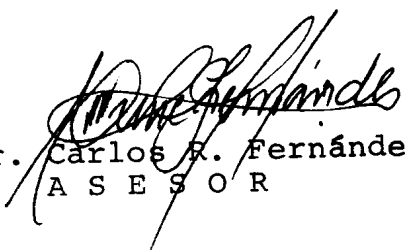
Señor Decano:

Por este medio me permito informarle que por designación de esa Decanatura, procedí a asesorar el trabajo de tesis del estudiante José Alfredo Cojtí Chiroy, carnet No. 80-10065, titulado: "EVALUACION DE DOS REGULADORES DEL CRECIMIENTO EN ALMACENAMIENTO DE MANZANA (Mallus communis) BAJO CONDICIONES DE BODEGA RUSTICA EN TECPAN GUATEMALA, CHIMALTENANGO".

Es importante señalar que dicho trabajo de tesis cumplió con las normas establecidas en los Seminarios I y II, por lo que considero que dicho trabajo tiene la calidad científica para ser sometido al examen general público, como último requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.
A S E S O R

Guatemala, 18 de julio de 1985

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos

Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE DOS REGULADORES DEL CRECIMIENTO EN ALMACENAMIENTO DE MANZANA (*Mallus communis*) BAJO CONDICIONES DE BODEGA RUSTICA EN TECPAN GUATEMALA, CHIMALTENANGO".

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera favorable, me suscribo de vosotros, respetuosamente.



José Alfredo Cojtí Chiroy

ACTO QUE DEDICO

- | | |
|--|---|
| A DIOS | DADOR DE TODA SABIDURIA,
GRACIAS INFINITAS |
| A MIS PADRES | FELIX COJTI MORALES
REYES CHIROY DE COJTI |
| A MIS HERMANOS | MARIA DEL ROSARIO, PABLO,
MARIA LUISA, SATURNINO,
ANGELINA Y MARTINA. |
| A LA MEMORIA DE | MI HERMANA MARIA ESPERANZA
(Q.E.P.D.) |
| A MIS TIOS, EN ESPECIAL
A: | BERNARDINO COJTI MORALES |
| A MIS PRIMOS, EN ESPECIAL
A: | RODOLFO COJTI AJTZALAN |
| A MIS CUÑADOS | |
| A MIS SOBRINOS | |
| A MI FAMILIA EN GENERAL | |
| A TODOS MIS AMIGOS | |
| Y | |
| A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION
1980-1985 | |

TESIS QUE DEDICO

- A MI PATRIA GUATEMALA
- A TECPAN GUATEMALA
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
- A LA FACULTAD DE AGRONOMIA
- A TODAS LAS ENTIDADES AGRICOLAS
DEL PAIS
- A TODOS LOS FRUTICULTORES DE
GUATEMALA
- A TODOS LOS AGRICULTORES DEL AGRO
NACIONAL

AGRADECIMIENTO

Al llegar al término de esta obra, quiero dejar constancia de agradecimiento:

- Al Ing. Agr. Carlos R. Fernández Pérez, por la asesoría del presente trabajo y por su valiosa colaboración en la elaboración del mismo.
- Al Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno, por sus observaciones y su orientación científica en el campo estadístico.
- Al Ing. Agr. Helmuth Cardona Matta, por su colaboración - para el desarrollo del trabajo.
- Al Ing. Agr. Luis Enrique Santizo Flores, por su colaboración prestada.
- A La Finca "Vista Bella", por su valiosa colaboración prestada para realizar el mismo.
- A Todas las personas y entidades que colaboraron de una u otra forma en la realización de esta obra.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	3
II. OBJETIVOS	5
III. HIPOTESIS	7
IV. REVISION DE LITERATURA	9
A. ASPECTO ECONOMICO Y AGRICOLA.....	9
1. Importancia del cultivo.....	9
2. Situación del cultivo en Guatemala.....	9
2.1 Producción de manzana a nivel departamental.....	11
2.2 Exportaciones e Importaciones de Guatemala.....	11
3. Condiciones ecológicas necesarias para el cultivo.....	13
4. Localización de las áreas de producción de frutales deciduos...	14
5. Situación de la comercialización actual.....	15
6. Organización del mercado.....	15
7. Mecanismo de compra	16
B. EL ALMACENAMIENTO	17
1. Importancia del almacenamiento.....	17
2. Factores que influyen sobre la estabilidad al almacenamiento...	17
2.1 Variedad.....	17
2.2 Influencia del biotopo y las condiciones de crecimiento...	17

2.2.1	Tamaño del fruto.....	18
2.2.2	Riego	18
2.2.3	Fitosanidad.....	18
2.3	Influencia del plazo de cosecha.....	18
3.	Sistemas de almacenamiento	18
3.1	Almacén normal	18
3.2	Almacén frigorífico con o sin lavado de aire	19
3.3	Almacén con gas (almacenamiento en atmósfera controlada)	19
3.4	Almacén de congelación	19
3.5	Almacenamiento en bodega rústica	19
3.6	Atmósfera controlada	19
4.	Procesos fisiológicos que ocurren en el almacenamiento	20
4.1	Transpiración	20
4.2	Respiración	20
4.3	Actividad diastásica	20
4.4	La maduración	21
5.	Condiciones especiales de almacenamiento	21
5.1	Temperatura	21
5.2	Humedad relativa	22
5.3	Composición del aire	22
5.4	Acción de la luz	23
6.	Sistemas de almacenamiento en Guatemala	23

6.1 Cuartos refrigerados	24
6.2 Capacidad de almacenamiento en cuartos refrigerados...	25
7. Nuevos avances en sistemas de almacenamiento en Guatemala	26
7.1 Sistema de refrigeración	26
7.2 Sistema de Bodega Rústica	26
C. REGULADORES DE CRECIMIENTO VEGETAL	27
1. Definición	27
2. Sustancias químicas que retardan la madurez y la senescencia de frutos	27
2.1 Giberelinas	28
2.2 Alar	30
D. ANTECEDENTES EXPERIMENTALES EN GUATEMALA.....	32
V. MATERIALES Y METODOS	35
A. MATERIAL EXPERIMENTAL	35
1. Localización y características del sitio experimental	35
2. Material experimental	35
2.1 Variedades	35
2.2 Productos evaluados	35
2.3 Sistema de almacenamiento	36
2.4 Otros materiales utilizados	43
B. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	43
1. Diseño experimental	43
2. Tratamientos evaluados	44

3. Variables respuesta	44
4. Manejo experimental	44
5. Análisis de datos	45
6. Prueba de residualidad	45
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	47
VII. CONCLUSIONES	65
VIII. RECOMENDACIONES	67
IX. BIBLIOGRAFIA	69
X. APENDICE	73

LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICAS

CUADROS:

1. Tamaño de fincas productoras de manzana a nivel nacional....	10
2. Producción de manzana por departamentos	11
3. Exportaciones e Importaciones de Uva y Manzana	12
4. Cuartos refrigerados, capacidad y ubicación del almacenamiento	24
5. Capacidad de almacenamiento en cuartos refrigerados	25
6. Días a pudrición, cuando el 20% del número total de frutas de cada tratamiento se pudrió.....	47
7. Análisis de varianza para días a pudrición	47
8. Prueba de Tukey para días a pudrición	48
9. Días a inicio de pudrición	49
10. Análisis de varianza para días a inicio de pudrición	50
11. Días que tardó la pudrición	50

12. Análisis de varianza, para período que tardo la pudrición	51
13. Grados Brix, al inicio del experimento	52
14. Análisis de varianza, para grados Brix al inicio del experimento.....	52
15. Grados Brix al final del experimento	53
16. Análisis de varianza para grados Brix tomados al final del experimento.....	54
17. Prueba de Tukey para grados Brix al final del experimento.....	54
18. Pérdida de peso, al final del experimento (en libras).....	55
19. Análisis de varianza, pérdida de peso al final del experimento.....	56

FIGURAS

1. Bodega rústica utilizada en el experimento.....	37
2. Colocación del material experimental en la bodega	38
3. Unidad experimental.....	39
4a. Vista frontal y lateral de la bodega rústica	40
4b. Detalle en planta de la bodega rústica.....	41
4c. Detalle en planta de ventanas, puerta y vigas	42

GRAFICAS

1. Temperatura máximas y mínimas registradas en la bodega durante el tiempo de almacenamiento.....	58
2. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante el tiempo de almacenamiento, meses Nov. y Dic.....	59

3. Humedad relativa máximas y mínimas registradas durante el tiempo de almacenamiento. Meses de septiembre y octubre de 1984	60
4. Humedad relativa máximas y mínimas durante los meses de noviembre y diciembre de 1984	61
5. Curvas de comportamiento que presentó el material experimental almacenado.....	62
6. Curvas de comportamiento que presentó el material almacenado.....	63

RESUMEN

El altiplano occidental de Guatemala, es una zona donde se producen grandes cantidades de manzana, sin embargo los fruticultores ven limitado su ingreso por concepto de venta de este producto, debido a los bajos precios que se obtienen en el mercado durante la época de mayor oferta. Lo anterior se debe a no contar con medios adecuados para el almacenamiento de sus productos y poderlos ofrecer al consumidor en la época de mejores precios, que en nuestro país se presenta al final de año.

La evaluación de diferentes sistemas de almacenamiento, así como la aplicación de productos retardadores de la maduración, pueden contribuir a encontrar soluciones a este problema.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad y la mejor dosis dentro de los rangos propuestos de dos reguladores del crecimiento, que retardan la maduración y la senescencia de frutos de manzana. Se utilizó el sistema de almacenamiento de Bodega rústica, evaluando cuál de las dos variedades almacenadas se comporta mejor, bajo estas condiciones.

La bodega rústica fue instalada en la aldea "Vista Bella", Tecpán Guatemala, del departamento de Chimaltenango, a una altitud de 2286 m.s.n.m., utilizando las variedades de manzana Red Delicious y Winter Banana y los reguladores del crecimiento: ALAR (ácido succínico 2, 2-dimetilhidracida 85%) aplicado en dosis de 500 ppm y 1500 ppm. Y el GA₃ (ácido giberélico 10%) en dosis de 25 ppm y 50 ppm.

Los tratamientos se distribuyeron en forma de bloques al azar, constando de 10 tratamientos y 3 repeticiones. Los datos cuantitativos se anotaron al inicio, durante y al final del experimento, para posteriormente proceder a su análisis final.

Las variables respuesta fueron: a) Días a pudrición, hasta que se pudrió el 20% del número total de frutas de cada tratamiento; b) Pérdida de peso; c) Contenido de sacarosa en grados Brix; d) Porcentaje de pudrición (%), cada tres días; e) aroma y f) coloración.

La duración del almacenamiento fue de 85 días para el mejor tratamiento correspondiendo a la variedad Red Delicious y al regulador del crecimiento GA₃ (ácido giberélico - 10%) aplicado a una dosis de 25 ppm. Este producto retardó la maduración 8 días comparándolo con el testigo, al mismo tiempo, produjo máxima coloración.

La variedad Winter Banana testigo, alcanzó también 85 días de almacenamiento. El período de almacenamiento fue durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1984, anotándose datos climáticos durante ese período.

El mismo producto (GA₃ al 10%) aplicado en dosis de 50 ppm, produjo ligera aceleración de la maduración en las dos variedades.

Por otro lado, el ALAR (ácido succínico 2, 2-dimetilhidracida al 85%), no presentó mayor efectividad aplicado en distintas dosis a las dos variedades, solamente se observó que cuando se aplicó en dosis de 500 ppm, produjo mayor grado de sacarosa en la variedad Red Delicious.

Los análisis de pérdida de peso reportaron resultados no significativos entre todos los tratamientos, con una pérdida de 3 libras por quintal aproximadamente para todos los tratamientos, o sea el 3%.

Observaciones sobre los tratamientos de coloración, indicaron que la variedad Winter Banana, no presentó ninguna variación comparando los lotes tratados con los testigos, todos alcanzaron máxima coloración. La variedad Red Delicious, sí presentó algunas variaciones en coloración, sobresaliendo el tratamiento 7, con una coloración máxima (4) según la escala utilizada, considerándose éste como el mejor.

Al analizar los indicios de toxicidad, se verificó que no existían residuos tóxicos en las manzanas almacenadas con aplicaciones de los productos químicos.

La aplicación de los dos reguladores del crecimiento, no lograron producir efectividad en la variedad Winter Banana, siendo mejor el almacenamiento de la misma sin la utilización de ningún producto químico.

Por último, los beneficios por incremento en precio de venta fueron satisfactorios.

I. INTRODUCCION

En Guatemala el cultivo de manzana Mallus communis, es uno de los cultivos que evidencia grandes perspectivas económicas para nuestro país.

La manzana se ha venido cultivando desde el tiempo de la colonia, inicialmente con materiales procedentes de España y luego de Estados Unidos de Norteamérica, para pasar gradualmente a constituirse en un cultivo importante en la región del altiplano (11).

Guatemala es el único país centroamericano exportador de este tipo de fruta (3), según datos de exportaciones, éstas revelan claramente que nuestro país exporta cantidades considerables a los países centroamericanos incluyendo a Panamá.

A nivel nacional, la producción de manzana actualmente asciende a aproximadamente un millón de quintales con un valor económico de aproximadamente 15 millones de quetzales (13), lo que constituye una fuente económica considerable para nuestro país.

En la actualidad los productores de manzana afrontan serias dificultades debido al bajo precio de sus productos, como consecuencia de que la producción se concentra durante los meses de agosto a octubre, si estos productores contaran con medios adecuados para el almacenamiento de sus productos y en consecuencia poderlos ofrecer al consumidor en época navideña, obtendrían mejores ingresos económicos.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (I.C.T.A.) (13) y el Instituto Nacional de Comercialización Agrícola (I.N.D.E.C.A) (17), reportan la existencia de varios lugares con sistemas de almacenamiento por refrigeración que han dado buenos resultados, sin embargo poseen la desventaja de tener altos costos que son limitantes para los pequeños y medianos fruticultores.

Actualmente el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (I.C.T.A.) por medio del programa de frutales, ha venido ensayando un sistema rústico de almacenamiento para manzana, el cual ha reportado buenos resultados, con éste se ha logrado conservar la manzana durante 75 días en buenas condiciones. (*)

Debido a la necesidad de buscar soluciones que estén al alcance de los pequeños fruticultores, con el propósito de que ellos mismos puedan almacenar sus productos y obtener mejores precios, se utilizó un diseño de bodega rústica combinado con la aplicación de reguladores del crecimiento que retardan la maduración, a efecto de prolongar el período de almacenamiento. Los reguladores del crecimiento utilizados fueron: ALAR (ácido succínico 2, 2-dimetilhidracida 85%) en concentraciones de 500 y 1500 ppm. y el GA₃ (ácido

(*) GUTIERREZ, C. Investigador asociado I, proyecto de frutales. Labor Ovalle, I.C. - T.A. Quetzaltenango. Entrevista personal.

giberélico 10%) en concentraciones de 25 y 50 ppm.

II. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de dos Reguladores de crecimiento que actúan como retardadores de la maduración y de la senescencia de frutos: Alar (ácido succínico 2, 2-dimetilhidracida al 85%) aplicado en dosis de 500 ppm y 1500 ppm y GA₃ (ácido giberélico al 10%) en dosis de 25 ppm y 50 ppm, en almacenamiento de dos variedades de manzana: Red Delicious y Winter Banana.
2. Determinar el regulador de crecimiento más efectivo y la dosis más adecuada dentro del rango propuesto.
3. Determinar cual de las dos variedades de manzana se comporta mejor, prolongando su período de almacenamiento en bodega rústica.

III. HIPOTESIS

- a) Los lotes de manzana de las variedades Red Delicious y Winter Banana tratados con los dos retardadores de la maduración y de la senescencia de frutos, Alar (ácido succínico 2, 2-dimetilhidracida al 85%) y el GA₃ (ácido giberélico al 10%), prolongan el período de almacenamiento y mejoran la eficiencia de la conservación en frutos de manzana.

IV. REVISION DE LITERATURA

A. ASPECTO ECONOMICO Y AGRICOLA

1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

El cultivo de manzana es de mucha importancia para Guatemala, constituye fuente de ingresos de divisas que contribuyen a la economía nacional.

La calidad de manzana que produce nuestro país, según observaciones hechas por el Dr. Len B. Wooton, indican que: "Las variedades Jonathan y Red Delicious, presentan un aspecto general muy bueno, sabor y aroma en general superiores a las manzanas producidas en los Estados Unidos de Norte América" (17).

Su cultivo genera una ganancia de 5 hasta 8 veces más que el maíz (11), si no se ha venido cultivando, es porque aún se desconoce sobre estas ganancias y porque el cultivo llega a producir a largo plazo.

Entre los departamentos productores de manzana se encuentran: Quetzaltenango, El Quiché, San Marcos, Huehuetenango, Chimaltenango, Totonicapán, Sacatepéquez y Sololá, según datos estadísticos (9) y como muestra de la importancia que está cobrando este cultivo, actualmente existen sistemas de almacenamiento por refrigeración en varios lugares como se verá más adelante. Y últimamente el surgimiento del sistema de almacenamiento bodega rústica, - ésto con el objetivo de lograr mejores precios en la época de grandes demandas como ocurre el fin de año.

2. SITUACION DEL CULTIVO EN GUATEMALA

Estudios realizados recientemente evidencian la situación del cultivo en nuestro país, como un cultivo que está cobrando auge. Sin duda es por la gran importancia que representa como fuente de divisas para Guatemala.

De los países centroamericanos, Guatemala es el único exportador de manzana (13), este privilegio debe ser conservado y mejorado con un incremento en la calidad de la producción.

La producción nacional asciende a 1,011,832.9 quintales, con un valor económico de Q.151,117,474 quetzales (13). La exportación sólo de enero a septiembre de 1983 fue de 2,141,982 kilos, con un valor económico de - - - - Q.457,582 quetzales (13).

El tamaño de fincas que se dedican al cultivo de manzana en toda la república -

ca, se muestra en el cuadro No. 1

CUADRO No. 1 TAMAÑO DE FINCAS PRODUCTORAS DE MANZANA A NIVEL NACIONAL

TAMAÑO DE LA FINCA	PRODUCCION EN QUINTALES		
	Sistema de cultivo		
	Compacta	Dispersa	Asociada
1 Crda. a menos de 1 mz	4,441.44	16,133.4	2,007.63
1 Mz. a menos de 2 mz	4,597.00	12,580.0	3,550.37
2 Mz. a menos de 5 mz	12,077.69	16,369.2	5,350.95
5 Mz. a menos de 10 mz	6,563.16	6,912.6	1,371.69
10 Mz. a menos de 32 mz	4,486.07	4,684.5	2,131.48
32 Mz. a menos de 64 mz	6,019.81	2,918.8	-----
1 Cab. a menos de 10 cab	3,301.92	802.3	-----
10 Cab. a menos de 20 cab	5.00	33.5	-----
100 Cab. a menos de 200 "	0.00	-----	-----
Total	41,742.09	60,426.00	14,738.00

FUENTE: Dirección General de Estadística, Censos año agrícola 78/79.

En base al cuadro anterior, podemos tener una idea de la producción de manzana en nuestro país.

La mayor producción se obtiene de las fincas con áreas que van de 1 cuerda a 64 manzanas, destacando las fincas con áreas que oscilan entre 2 manzanas a menos de 5 manzanas.

Es importante notar que las fincas grandes actualmente aportan una producción en quintales bastante escasa, inclusive la finca que está entre 100 y 200 caballerías, no reporta ninguna producción, lo que indica que está en pleno crecimiento, constituyendo ésta una esperanza alentadora para la producción de manzana en nuestro país en el futuro.

La producción total en base a este cuadro asciende a 116,906.52 quintales.

2.1 PRODUCCION DE MANZANA A NIVEL DEPARTAMENTAL

La mayor producción de manzana, se obtiene de la región I, como también de otros departamentos como se nota en el cuadro No. 2, según datos de censo realizado en 1978/79.

El cuadro siguiente presenta la producción en quintales de acuerdo a cada departamento. Por orden descendente.

CUADRO No. 2 PRODUCCION DE MANZANA POR DEPARTAMENTOS

DEPARTAMENTO	PRODUCCION EN QUINTALES
Quetzaltenango	35,559.3
El Quiché	23,815.17
San Marcos	15,630.19
Huehuetenango	15,537.47
Chimaltenango	7,207.70
Totonicapán	6,897.13
Sacatepéquez	2,614.26
Sololá	1,393.63
TOTAL	108,564.95

FUENTE: Dirección General de Estadística, censo año 1978/79, cuadros 42, 43.

Juntos representan el 92% de la producción nacional aproximadamente.

2.2 EXPORTACIONES E IMPORTACIONES DE GUATEMALA

Las exportaciones e importaciones se presentan en el cuadro No. 3

CUADRO No. 3 EXPORTACION E IMPORTACION DE UVAS Y MANZANAS
(1978 a 1983)

AÑOS	IMPORTACIONES		EXPORTACIONES	
	Quetzales	Kilos	Quetzales	Kilos
1983*	-----	-----	457,582.00	2,141,982
1982	95.00	100	402,916.00	2,206,037
1981	19,061.00	7,267	278,717.00	696,744
1980	412,177.00	534,062	1,183,032.00	1,717.831
1979	-----	-----	498,877.00	1,283,507
1978	-----	-----	77,805.00	191,004

* De enero a septiembre.

FUENTE: (13)

Observaciones:

- Se asume que el mayor renglón de frutas a importar es la uva.
- Como el país no exporta uva, se asume que el renglón de exportación se debe a que Guatemala sí exporta manzana a Centro América (13).

Según Arévalo B. (3), nuestra exportación de manzana durante los años de 1973 a 1978 a los países centroamericanos, fue de 8,606,093 kilogramos, comparando con los datos de exportación de los años de 1978 a 1983 que fue de ocho mil doscientos millones de kilogramos aproximadamente, (8,237,105,000 kg). Este análisis evidencia el incremento que logrará el cultivo y la producción de manzana en el futuro. Pues según estudios realizados por la organización de las Naciones para la Alimentación (F.A.O.) (8), indican que la manzana de mesa es uno de los frutos más solicitado en los mercados internacionales, ejemplo, la república Federal de Alemania y el Reino Unido, son los mayores importadores del mundo y juntos realizan más del 40% de importaciones mundiales de esta fruta.

Por otra parte, a largo plazo, las posibilidades de una mayor producción de frutas y hortalizas en los países en desarrollo son excelentes, a medida que la urbanización

y el desarrollo se amplíe, habrá un aumento rápido de la demanda por estos productos. Parte de la demanda per cápita de granos ricos en carbohidratos será reemplazada por un aumento en el consumo de frutas y hortalizas, como pasó en Europa y Norte América (7).

Es de deducir entonces que nuestra manzana tendrá en el futuro, una demanda amplia nacional e internacional.

3. CONDICIONES ECOLOGICAS NECESARIAS PARA EL CULTIVO

El término ecología fue propuesto por Haeckel en 1969. La ecología como base de la producción de fruta, estudia las leyes que rigen los intercambios entre los árboles y su ambiente natural (21).

La ecología para el cultivo en Guatemala es la más apropiada por contar con los requerimientos óptimos del cultivo de manzana.

En Guatemala, la manzana se cultiva a altitudes que estén entre 6,000 y los 8,500 pies sobre el nivel del mar (3, 11), con excepción de la manzana ANNA, desarrollada en Israel, que tiene posibilidades de desarrollarse bien en altitudes menores (3).

La zona apropiada para el cultivo de manzana se encuentra comprendida en la zona ecológica monatano bajo tropical húmeda, con lluvias de 800 a 1000 milímetros, con temperaturas promedias que oscilan entre 12° y 18° C. bajando en los meses de diciembre, enero y febrero a 0° C. y en ocasiones hasta -6° C. (11).

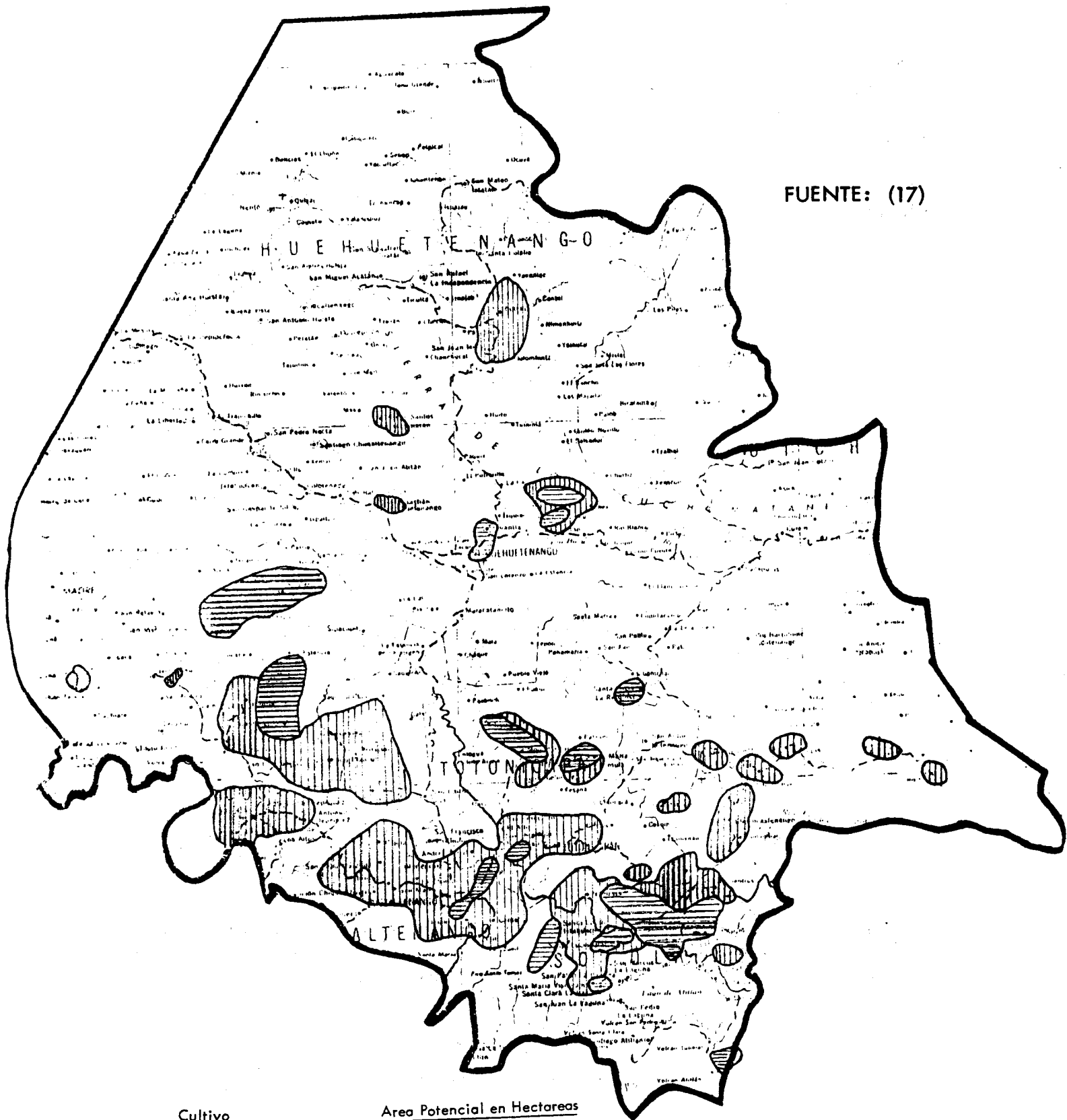
Los suelos deben ser profundos y bien drenados, esto es un factor importante para la buena producción de manzana.

Todos aquellos suelos que tengan capas de talpetate, arcilla endurecida cuya capa vegetal esté situada sobre mantos de grava, deben descartarse ya que el desarrollo de los árboles no se lograría por deficiencia en el sistema radicular (3,11).


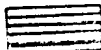
Las plantaciones en el altiplano, están sobre suelos de la serie Quetzaltenango (QE) que reúne los requisitos para el cultivo. Cuyas características son las siguientes: profundos bien drenados, franco arenosos, café oscuro hasta una profundidad de 50 a 75 centímetros y de una reacción o PH alrededor de 6.0 (10,11).

En el siguiente mapa se puede apreciar la localización de las áreas de producción de frutales deciduos. Zonas más importantes del país (17).

4. LOCALIZACION DE LAS AREAS DE PRODUCCION DE FRUTALES DECIDUOS REGION AGRICOLA I



FUENTE: (17)

Cultivo	Area Potencial en Hectareas
 Manzana	100,584.74 Has.
 Melocoton y Ciruela	52,997.34 Has.

5. SITUACION DE LA COMERCIALIZACION ACTUAL

La manzana como otros productos agrícolas sufren variaciones en el precio, debido a la producción tan voluminosa que se da a nivel nacional durante los meses de agosto a octubre, en esta época los precios bajan considerablemente. Según informes proporcionados por la sección de Noticias de Mercado del Instituto Nacional de Comercialización Agrícola (INDECA) (16), los precios de manzana vendida en el mercado "La Terminal" oscila entre 8 a 19 centavos por libra, durante los meses de agosto a octubre.

Los bajos precios de la manzana es debido a que los mercados se saturan por tanta oferta. Algunos manzaneros han empezado a almacenar sus productos y ofrecerlos durante la época de navidad, pero se han visto con una competencia grande de parte de la manzana importada de otros países, siendo esta situación otra causa por la que el fruticultor no logra altos precios en el mercado. A raíz de este desequilibrio, los manzaneros del país gestionaron un acuerdo gubernativo, que les permitiera una garantía de comercialización y precios de sus productos. Esta gestión consistía en prohibir la importación de manzana (*). Este acuerdo gubernativo No. 1-83 de 6 de enero de 1983 está vigente hasta la fecha, constituyendo un estímulo para los productores que están interesados en mejorar la calidad de almacenamiento e industrialización, lo que determinará que el país pueda aumentar sus volúmenes de exportación a centro américa y el Caribe y presentar en mercados nacionales mejor calidad (17).

Por el momento se considera que los manzaneros no presentan el problema de comercialización, pues la demanda nacional es suficiente para absorber la producción actual, mientras se mantenga vigente el acuerdo gubernativo antes mencionado que prohíbe la importación de manzana (17). Además el mercado centroamericano difícilmente podrá auto abastecerse, a excepción de Guatemala, ventaja que nos servirá para extender nuestra producción (24).

6. ORGANIZACION DEL MERCADO

En Guatemala el mercado de manzana, se divide en mercado de venta al por mayor y al por menor. En el primero, la venta se efectúa en mercados importantes de la capital (La Terminal) (16), supermercados importantes o en los mercados de las cabeceras departamentales. La producción se vende a intermediarios que llegan a comprar el fruto, no solo para abastecer al mercado de la capital sino para llevar a otros países centroamericanos. En el caso de Costa Rica, donde los precios por quintal varía de Q.16.00 a Q.17.00 de manzana roja y a Q.10.00 el quintal de manzana blanca (11). En el segun-

(*) XILOJ, S.D. Presidente de la Cooperativa Agrícola Integral "Los Manzaneros" R.L. Chichicastenango. Entrevista personal.

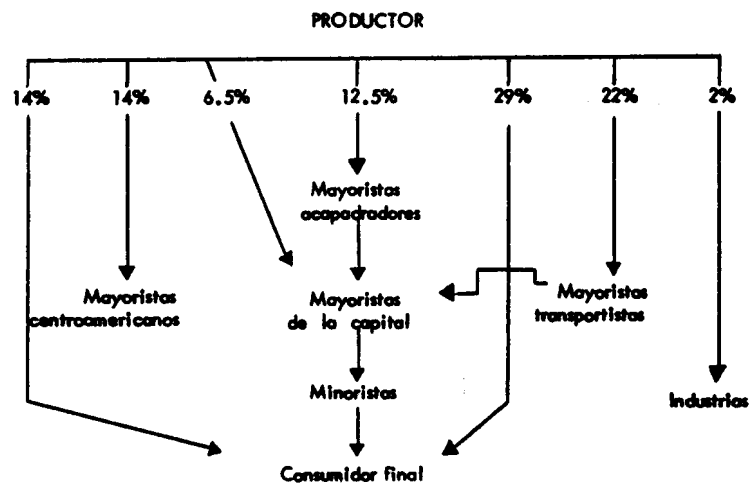
do, la venta ocurre en general en pequeños mercados de la capital y comerciantes ambulantes, o en los mercados locales donde se lleva a cabo la producción.

El producto se clasifica por los productores en la cosecha, para comercializarlo en categorías o clases: primera y segunda. Las terceras son para los mercados locales en las comunidades de producción (*).

El grado de organización del mercado es deficiente para una adecuada comercialización del producto. Si tomamos en cuenta que los sistemas de comercialización hacia los mercados de la capital, tradicionalmente han sido manejados por intermediarios con la consiguiente falta de eficiencia en todo el proceso. El efecto de la falta de eficiencia se manifiesta al final en los precios altos que paga el consumidor por adquirir productos que no presentan condiciones de buena calidad y en los bajos ingresos que obtienen los productores (17).

7. MECANISMO DE COMPRA

La distribución de la producción de manzana desde que es vendida por el productor hasta llegar a manos del consumidor final, en la actualidad se lleva a cabo siguiendo el esquema tradicional.



FUENTE: (15)

El análisis de la gráfica, indica que la producción de manzana es comercializada en un 84% a través de intermediarios y el 14% restante, es vendido directamente al consumidor.

Los mayoristas acaparadores, que comercializan el 12.5% de la producción y efectúan sus transacciones comerciales con anterioridad, es decir, el productor tiene necesidad de que le compren anticipadamente su cosecha, con lo que logran mejores precios, ya que ello les permite llegar a

(*) MENDEZ, V. Administrador Finca "Vista Bella", entrevista personal.

El análisis de la gráfica, indica que la producción de manzana es comercializada en un 84% a través de intermediarios y el 14% restante, es vendido directamente al consumidor.

Los mayoristas acaparadores, que comercializan el 12.5% de la producción y efectúan sus transacciones comerciales con anterioridad, es decir, el productor tiene necesidad de que le compren anticipadamente su cosecha, con lo que logran mejores precios, ya que ello les permite llegar a obligar al agricultor a ceder su producto a precios bajos (15). Los mayoristas transportistas, es otro grupo de comerciantes que también castigan el precio del agricultor, - ya que ingresan a las zonas menos accesibles, comprando el producto a los agricultores más alejados, con lo que logran pagar menores precios en sus compras (15).

B. EL ALMACENAMIENTO

Almacenamiento se refiere a la preservación de las mercaderías en sitios adecuados, a efecto de llevarlos al mercado en el momento más apropiado, (in corpore utilidad de tiempo).

1. IMPORTANCIA DEL ALMACENAMIENTO

Las pérdidas a que están expuestos los agricultores, son debidas a la falta de sistemas de almacenamiento que les permita conservar sus productos en la época de bastante producción y ofrecerlos al mercado en los momentos oportunos en que los precios les son favorables. Para mitigar estas pérdidas, el almacenamiento es una alternativa efectiva, por medio del cual se ofrecerá un producto de buena calidad al consumidor nacional.

2. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO

2.1 Variedad: La estabilidad de almacenaje depende sobre manera de las especies y variedades frutales, la más adecuada para el almacenaje es la fruta de pepitas, especialmente la manzana.

Las variedades de frutos blandos suelen ser poco adecuados y sólo - manteniendo determinadas condiciones, pueden almacenarse sin pérdidas de calidad durante un breve período de tiempo, algunas semanas.

2.2 Influencia del Biotopo y las Condiciones de Crecimiento.

El biotopo ejerce una influencia sobre la conservación de los frutos, los que proceden de regiones altas se pueden conservar mucho mejor que los de regiones bajas (20). Los suelos secos y ligeros y el clima cálido aceleran la madurez (21).

- 2.2.1 **Tamaño del fruto:** Los de tamaño excesivo, se conservan relativamente mal y por eso no se recomienda almacenar de este tipo de fruto. Se almacenan solamente aquellos frutos de tamaño medio teniendo en cuenta el tipo de variedad.
- 2.2.2 **Riego:** Un exceso de agua antes de la cosecha impide el desarrollo - de la madurez fisiológica (21), para proveer a los frutos el mayor contenido de agua se recomienda regar unas dos veces o tres, antes de la recolección, cada 8 días (11).
- 2.2.3 **Fitosanidad:** Los frutos que van a ser almacenados, deben estar libres de mordeduras o micosis. En el aire húmedo del almacén se propagarán rápidamente muchas enfermedades que conducen a la pudrición (21).
- 2.3 **Influencia del período de cosecha:** condición importante para que la fruta resista bien el almacenamiento, es la elección del momento idóneo para la cosecha. Si se cosecha temprano, existen pérdidas de peso, merma de la calidad (se forman menos sustancias colorantes y aromáticas), disminución de la resistencia al almacenaje; tendencia a encoger, tendencia a oscurecimiento de la cáscara. Si se cosecha demasiado tarde; existen desventajas: pérdida por caída de los frutos, disminución de la resistencia al almacenaje, aumento de la tendencia al oscurecimiento de la pulpa.
- 2.4 **Maduración:** Se ha comprobado que existe una estrecha relación entre la coloración del fruto y su grado de madurez (16), aunque es cierto que un fruto llegado al estado natural de su completo crecimiento puede ser desprendido - del árbol sin inconveniente alguno, no por ésto se puede afirmar que sea el momento de su maduración. La manzana se adapta a esta práctica, pero no maduran sino gradualmente después de la recolección (27,28). Por lo tanto, el desarrollo completo de la fruta no indica un estado absoluto de maduración sino el momento posible de recolección. Por ejemplo, si el fruto es consistente y la epidermis sea de color verde más intenso, puede desde ese momento ser separado de la planta madre y pasarlo a la bodega para ser conservado (28).

3. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Los sistemas de almacenamiento son:

3.1 ALMACEN NORMAL (= refrigerado con aire fresco)

La refrigeración se hace utilizando el aire fresco del exterior, el intercambio y movimiento de éste puede verificarse por medio del gradiente de temperaturas entre el interior y el exterior con ayuda de pozos de ventilación, o bien por medio de técnicas tales como aspiradores y ven-

tiladores (21).

3.2 ALMACEN FRIGORIFICO CON O SIN LAVADO DE AIRE

Se diferencia del normal principalmente por la utilización de máquinas refrigerantes para producir frío y a veces también por un mayor aislamiento de las paredes (21).

3.3 ALMACEN CON GAS (almacenamiento en atmósfera controlada)

El enfriamiento se realiza aquí también mecánicamente manteniendo al mismo tiempo un determinado nivel de oxígeno y anhídrido carbónico en el almacén hermético, para lo cual es necesario el llamado bloqueo gaseoso (aislamiento especial) (21).

3.4 ALMACEN DE CONGELACION

Mediante frío se congela el producto y se conservará así durante largo tiempo sin que apenas disminuya la calidad. Este procedimiento es de interés solamente para industrias elaboradoras (21).

3.5 ALMACENAMIENTO EN BODEGA RUSTICA *

Es un sistema de almacenamiento netamente guatemalteco, ensayado por primera vez en Labor Ovalle por el Instituto de Ciencia y Tecnología - Agrícolas (I.C.T.A.), Quetzaltenango. Funciona a base del frío nocturno, éste es introducido por medio de ventiladores que se encuentran en la parte inferior, cuyo objetivo es evacuar los gases y el calor generado en el interior de la bodega a través de respiraderos o chimeneas instaladas en el techo (*).

3.6 ATMOSFERA CONTROLADA *

Sistema relativamente simple: consiste en impedir que los frutos maduren envolviéndolos en saquitos o bolsas especiales de polietileno; estas bolsas se almacenan a temperaturas practicamente normales, por supuesto antes de la venta. El productor cuidará de abrir y perforar las bolsas, para que los frutos lleguen a la madurez, tanto desde el punto de

* Estos dos sistemas son los más adecuados para los fruticultores de nuestro medio. El segundo, debería ser probado para evaluar sus resultados.

(*) GUTIERREZ, G. Investigador asociado I, proyecto de frutales, Labor Ovalle, I.C.T.A. Quetzaltenango. Entrevista personal.

Exista gustativo como el de su presentación y color. Los intercambios - respiratorios entre el interior se efectúa a través del polietileno, sirviendo éste de catalizador. Una perforación adecuada del envoltorio contribuye todavía, según el producto conservado a equilibrar mejor la conservación.

El local donde se deben almacenar estos frutos en bolsas, debe tener 15° - 16° C., sin exceso de humedad y bien aireado. Colocar los saquitos en bandejas en una sola capa, para evitar el amontonamiento y facilitar la aireación.

Después de 10-15 días el envoltorio se pegará al fruto y entonces basta vigilar la temperatura y la higrometría del local para que no se produzcan condensaciones tan perjudiciales para la buena conservación (25).

4. PROCESOS FISIOLÓGICOS QUE OCURREN EN EL ALMACENAMIENTO

Los frutos son partes u órganos vegetales vivos, sujetos por lo tanto a fenómenos biológicos:

4.1 **TRANSPIRACION:** La fruta rica en agua cede parte de éste al medio ambiente, tanto más seco y caliente sea el aire.

La transpiración de los frutos almacenados se traduce en una pérdida de peso. Al perder agua la fruta se marchita y su presentación es perjudicada.

La intensidad de la transpiración varía según los siguientes factores: Especie y la variedad del fruto, que condicionan su riqueza en agua y la permeabilidad de sus tejidos. Higrometría de la temperatura ambiente: una atmósfera cercana a la saturación estará en equilibrio con la atmósfera de los estomas y tenderá a reducir las pérdidas de peso (25)

4.2 **RESPIRACION:** Al igual que la mayoría de los seres vivos, los frutos toman oxígeno del aire y exhalan gas carbónico, se trata de una verdadera combustión interna que desprende un calor que hay que absorber - cuando se pretende mantener frío los frutos almacenados.

La respiración es tanto más activa cuanto más elevada sea la temperatura. A 0° C, el calor desprendido por el fruto de manzana es de 200-400 kg/ca por tonelada al día.

4.3 **ACTIVIDAD DIASTASICA:** Se sabe que las diastasas son "catalizadores biológicos", es decir, que a dosis muy débiles activan las reacciones - químicas que tienen lugar dentro de las células vivas. La acción de las

diastasas, destruida en general por las temperaturas elevadas, se ve muy frenada por el frío.

4.4 MADURACION: El mismo autor, Ravel D'Eslapon (25), indica que la velocidad de maduración, que condiciona la duración de vida del fruto en el almacén depende de: Temperatura, contenido de CO_2 en el aire, presencia de etileno (C_2H_4) y el estado del fruto al recolectarlo.

5. CONDICIONES ESPECIALES DE ALMACENAMIENTO

Para lograr un buen almacenamiento de manzana es necesario tener muy en cuenta el ambiente propicio, para evitar mermas en calidad, y lograr conservarla por un tiempo largo.

Los agentes principales que influye en la maduración son: La temperatura, el aire, la luz, y la humedad relativa (28).

5.1 TEMPERATURA:

La acción de la temperatura en almacenamiento es de suma importancia para evitar la maduración. Porque en el almacén se lleva a cabo toda una combustión, la intensidad de los fenómenos está en función especialmente de la temperatura y el contenido en oxígeno de la atmósfera (6), como también de la humedad relativa y la luz (28).

Una temperatura algo elevada hace aumentar los cambios y las descomposiciones de materiales entre molécula y molécula y aligera la maduración de la fruta. Es necesario evitar las temperaturas extremadas y recordar que la maduración se verifica entre los 15° y 30°C ., mientras que debajo de 5°C . se detiene el proceso vegetativo, incluso las fermentaciones (28).

Las peras y manzanas si se les quiere retardar la maduración, es suficiente tenerlas a temperaturas de 8° a 10°C . (28).

El ministerio de Agricultura de los EE.UU. , determinó que el grado máximo de temperatura en la cual la manzana no se altera, es de 23°C . (28).

Estudios realizados en Guatemala, por medio del ministerio de Agricultura, la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), reporta que la temperatura en los frigoríficos, varían de acuerdo a la variedad, pero más corrientemente se utilizan 0°C . En variedades Jonathan y Waelthy se necesitan -1° a -2°C ., éstas son regularmente adecuadas

para gran mayoría de variedades, pero en otras pueden causar ennegrecimiento del corazón y otras perturbaciones (11).

5.2 HUMEDAD RELATIVA

Después de colocado el material en almacenamiento, es necesario tener mucho cuidado con la humedad del ambiente.

El objetivo de regular la humedad del aire, es para evitar el arrugamiento de los frutos, para ello se necesita mantener una humedad relativa de 80 a 95%, hay que tener en cuenta las necesidades de las distintas variedades (11,21,22,28). El porcentaje se estipula de acuerdo a la temperatura del local. Cuando la temperatura es de 0°C. y la ventilación es relativa, la humedad relativa debe ser de 85%, mientras que si el local es excesivamente ventilado aquella debe ser aumentada a 90 ó 95% (11). En la misma forma se indica que cuando la temperatura es superior a 0°C. la humedad debe aumentarse, puesto que se opera mayor pérdida de agua, la pulpa se endurece y la piel se agrieta (11).

En los almacenes normales con suelo de material poroso, por ejemplo la drillo, puede aumentarse regando frecuentemente (6,21).

Hay que tener mucha precaución porque el exceso de humedad, fomenta el desarrollo de ciertos hongos parásitos causantes de la podredumbre, (22,28).

5.3 COMPOSICION DEL AIRE

La fruta para madurar tiene necesidad de respirar como todas las partes de la planta. El oxígeno que absorbe sirve para acelerar la maduración; es muy evidente, que cuanto mayor sea la cantidad de oxígeno en contacto con la fruta, tanta más rápida será la fermentación. De aquí la necesidad de que la fruta esté siempre encerrada (28). La durabilidad de los frutos puede aumentar en una atmósfera pobre en oxígeno y enriquecida de anhídrido carbónico (21).

El oxígeno propicia la oxidación de los primeros componentes que se forman durante la maduración del fruto, dando como resultado un desprendimiento de agua, anhídrido carbónico y calor. Se trata en efecto, de una combustión lenta de las materias carbonatadas (28).

Es indudable, la composición del aire es vital, si se desea obtener un buen resultado en el almacenamiento. Es necesario pues, mantener una concentración apropiada de CO₂ para prolongar la vida en almacena-

miento de frutas, debido a la inhibición de la respiración que éste realiza (23).

5.4 ACCION DE LA LUZ

La luz es otro factor que interviene en la maduración del fruto en el almacén.

Al suprimir la luz se para la fotosíntesis y coopera por tanto, al empobrecimiento en oxígeno de la atmósfera, porque solamente en la oscuridad se realiza la función respiratoria. Igualmente es la que produce la transpiración (6).

Experimentos realizados por el doctor Soraver, demostraron que la oscuridad retarda la maduración o, mejor dicho, aquellos procesos que tienen necesidad del elemento agua (28).

6. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EN GUATEMALA

En nuestro país actualmente funcionan dos sistemas de almacenamiento de manzana; el sistema por refrigeración y el sistema recientemente ensayado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (I.C.T.A.) en Quetzaltenango, bodega rústica.

El sistema de cuarto refrigerado es usado en varios departamentos. Según estudios realizados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (I.C.T.A.) (13), se presenta el cuadro No. 4 donde se puede visualizar los departamentos que cuentan con este sistema de almacenamiento y la capacidad de éste.

6.1. CUADRO No. 4

CUARTOS REFRIGERADOS, CAPACIDAD Y UBICACION DEL ALMACENAMIENTO.

LOCALIDAD	QUINTALES	CAJAS DE 40 LIBRAS
Quetzaltenango	20,932	52,330
El Quiché	15,200	38,000
Guatemala	30,680	76,700
Sacatepéquez	3,600	9,000
Chimaltenango	1,200	3,000
TOTAL	71,612	179,030

FUENTE (13)

Se puede notar, que el departamento que más cantidad de manzana almacena, es el de Guatemala, luego le sigue el departamento de Quetzaltenango.

En base a otros estudios realizados por el Instituto Nacional de Comercialización Agrícola (INDECA) (17), se demuestra en el siguiente cuadro (No. 5), la capacidad de almacenamiento en cuartos refrigerados, el número de cuartos, el nombre del propietario, la ubicación y capacidad de los mismos.

6.2

CUADRO No. 5

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN CUARTOS REFRIGERADOS

No.	NOMBRE DEL PROPIETARIO	UBICACION DE LA FINCA	CAPACIDAD ALMACENAMIENTO
1.	Labor Xela	Km. 205 Carretera a San Marcos	8,000 cajas
2.	Labor La Chacra	Km. 205 Carretera A San Marcos	8,000 cajas
3.	Salvador Vizcaino	Granja El Caracol, 0 Av. 0-24, zona 7 Quetzaltenango	8,000 cajas
4.	Oscar Ovalle	Cantón Chitay, Quetzaltenango	5,000 cajas
5.	Leopoldo de León Ovalle	Municipio de Salcajá, Quetzaltenango	6,000 cajas
6.	Granja Montebello (Hns. Ovalle)	Cantón Santa Rita Salcajá, Quetzaltenango	18,000 cajas
7.	Tomás Morales	Cantón Chicué, lo. Chichicastenango El Quiché	6,000 cajas
8.	Carlos Detletseen	Aldea Siguilá, San Juan Ostuncalco Quetzaltenango	6,000 cajas
9.	Luis Alberto Ramírez Anzueto	Labor Las Ardenas Salcajá, Quetzaltenango	2,000 cajas
10.	Almacenes Paiz	Guatemala	20,000 cajas
11.	Bodegas Alquiladas por la Co- operativa de Chichicastenango	Chichicastenango	20,000 cajas
12.	Bodegas en construcción de la Cooperativa de Chichicastenango para el año 1984	Chichicastenango	12,000 cajas
13.	Bodegas Vidaurre	Guatemala, Ciudad	--- ---
		TOTAL:	138,000 cajas

FUENTE (17)

7. NUEVOS AVANCES EN SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

En Guatemala es importante resaltar nuevos avances, como la instalación de un sistema de refrigeración en la cooperativa agrícola integral "Los Manzaneros", R.L., Chichicastenango el Quiché. Y el ensayo de la "Bodega rústica", en Labor Ovalle I.C.T.A. Quetzaltenango

7.1 SISTEMA DE REFRIGERACION

Este sistema de almacenamiento no ha estado funcionando, le faltan algunos últimos detalles, ejemplo; la energía eléctrica y otros pormenores.

Este almacén funciona con aire refrigerado, tiene 4 compresores con capacidad cada uno de 7.5 HP de fuerza, 8 difusores, tuberías de cobre, líneas de gas líquido. Para succión posee una tubería de drenaje para los difusores en edificación. Posee además, cilindros de gas refrigerantes para enfriar el sistema. El piso construido de polietileno, una capa de duroport que sirve de aislante y por último la capa de concreto. (Datos de oficina de la cooperativa).

La instalación tiene una capacidad de 12,000 cajas de 40 libras c/u con un costo aproximado de Q.100,000.00 quetzales. Esta cooperativa ha venido alquilando almacén refrigerado en la capital.

El objetivo de esta cooperativa al instalar este sistema, es beneficiar a los fruticultores de nuestro medio (pequeños y medianos agricultores), de los departamentos que así lo deseen (*).

7.2 LA BODEGA RUSTICA

Este sistema nuevo de almacenamiento de manzana, está al alcance de los pequeños y medianos agricultores.

Fue diseñado y ensayado por el Instituto de Ciencia y Tecnología - Agrícola (I.C.T.A.), por medio del programa de frutales, en Quetzaltenango.

Esta bodega para su funcionamiento utiliza el frío ambiental nocturno, que es introducido a través de ventiladores que posee en la parte inferior, estos ventiladores o ventanas se cierran durante el día y se abren

(*) XILOJ, S.D. Presidente de la cooperativa integral "Los Manzaneros" R.L. Chichicastenango. Entrevista personal, abril/84.

durante la noche para dejar entrar el aire frío, el aire frío tiene la función de evacuar los gases y el calor generado en la bodega durante el día por la respiración del fruto, esto se lleva a cabo por chimeneas colocadas en la parte superior (en el techo). Sus paredes son de adobe, falso piso de tablas sencillas (lepas), puertas del mismo material que el piso falso, piso verdadero de tierra.

Para mantener la humedad relativa se riega frecuentemente el piso, la cual debe ser de 90%. La temperatura debe ser de 9° a 10°C. La capacidad del almacenamiento es de 66 quintales. Las dimensiones se podran apreciar en las figuras (No. 4a, 4b, 4c).

Este sistema de bodega rústica viene funcionando desde el año de 1981 hasta la fecha. Según ensayos efectuados, se ha logrado mantener el fruto durante 75 días en buenas condiciones.

Las variedades que se han almacenado en esta bodega han sido: La Winter Banana, la Juárez y la Jonathan.

El precio de venta ha sido de 0.70 centavos la libra (*).

El costo de la bodega, según cálculos realizados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), es de Q. 759,00 quetzales, con la siguiente observación de que los costos pueden variar dependiendo de la localidad donde sean construidas las bodegas. Asimismo pueden bajar los costos con la participación del agricultor en la construcción de la bodega y la disposición de algunos materiales en el lugar de construcción. (12)

C. REGULADORES DE CRECIMIENTO

1. DEFINICION

Los reguladores de crecimiento se definen como sustancias que en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de una u otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal (30) o reestablecen la fisiología normal cuando por disminuciones climáticas el vegetal no sintetiza las hormonas normales (26).

2. SUSTANCIAS QUIMICAS QUE RETARDAN LA MADUREZ Y LA SENESCENCIA DE FRUTOS.

(*) GUTIERREZ, C. Investigador asociado I, proyecto de frutales, Labor Ovalle, I.C.T.A., Quetzaltenango. Entrevista personal.

Estas sustancias forman parte del grupo de reguladores de crecimiento. El papel importante que desempeñan, es retrasar o inhibir la maduración y la senescencia de frutos.

Se ha demostrado que la senescencia natural conlleva una falla general de la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos. Cuando se retarda la senescencia mediante aplicación de sustancias exógenas del crecimiento, el retraso se debe ya sea al mantenimiento o a un aumento del ritmo de esa síntesis, lo que provoca que el producto tratado permanezca fresco por más tiempo (23,30). El efecto sobre la maduración ha sido indicado por una reducción en la tasa de respiración, retardación del período climatérico y demora en el cambio de color (23).

Entre los productos retardadores de la maduración y senescencia, sobresalen por sus efectos tan satisfactorios; dos: (GA₃) GIBERELINAS Y EL ALAR (ácido succínico -2,2-dimetilhidracida).

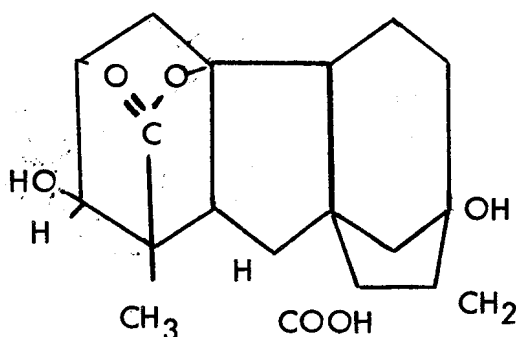
2.1 LAS GIBERELINAS

Comercialmente las giberelinas son conocidas por los siguientes nombres: Acido giberélico, Giberellin, Gib-tabs, A.G., A.G.3, Gibrel, Pro-Gib, Activol, etc. (1,2,30).

El ácido giberélico se originó en 1938 en Japón, su investigación extensiva se inició en 1955 (1).

Toxicidad: LD₅₀ 6300 mg/kg. (1)

Su baja toxicidad permite su uso en productos comestibles.



Fórmula estructural del ácido Giberélico (1,30).

Las giberelinas son compuestos químicos que pertenecen al grupo orgánico de los diterpenoides, ácidos alifáticos que normalmente presentan 4 anillos arreglados en un esqueleto de Gibano, como constituyente de su molécula (30).

APLICACION EN LA AGRICULTURA

El ácido giberélico es un producto que ha demostrado ser muy efectivo en retardar la maduración y senescencia de varios frutos aplicado en asperciones al árbol (1,2,5,30), y en postrecolección (23).

Las giberelinas, son muy utilizadas en la agricultura, retardando la maduración y la senescencia de la cáscara de muchas frutas, sobre todo en frutos cítricos (2,23,29,30). Tienen la ventaja de rejuvenecer los tejidos estimulando la síntesis de proteína en la cáscara principalmente en cítricos (2,30).

El uso más importante de estos productos se ha reportado de California, especialmente en la naranja "Navel", como también en limones y toronjas; cuyas aplicaciones han demostrado efectividad para retardar el envejecimiento de la cáscara y reducir desórdenes de la misma (manchas - en la cáscara, manchas de agua, superficie pegajosa, cáscara hinchada y rotura bajo presión) y para producir un patrón de cosecha más ordenado.

Se han usado aplicaciones de 5 a 20 ppm (2,30).

Es muy importante tener en cuenta la época de aplicación si se desea tener buenos resultados.

En California se han usado dos aplicaciones: éstas para naranja Navel, con el objetivo de retardar el envejecimiento de la cáscara y reducir alteraciones.

Rocío Temprano: Octubre/noviembre. Antes de cualquier cambio en color.

Se aplica a los árboles donde no se anticipa la cosecha antes del primero de marzo.

Se aplican 10 a 40 Gr/A (5 a 20 ppm) rociada en octubre antes de cualquier cambio en color - (2).

Rocío Tardío: Diciembre/enero, después de que se haya alcanzado un color mercadeable. Se aplica a los árboles donde la cosecha puede ocurrir antes del 1 de marzo (o no se sabe).

Se pueden usar las concentraciones de 10 a 40 Gr./A. (5 a 20 ppm) (2).

Los efectos de las aplicaciones pueden presentarse durante la cosecha siguiente (2,30).

Los efectos de las aplicaciones de giberelinas en prerecolección, - proporcionan un buen almacenamiento de los frutos a la temperatura ambiente (30).

Según Pantástico (23), reporta resultados de varios estudios realizados con la aplicación de ácido giberélico, en postrerecolección. Los resultados indican que este producto, ácido giberélico (GA₃), retarda en forma marcada la maduración de los tomates, las guayabas y los bananos. El efecto sobre la maduración fue indicado por una reducción - en la tasa de respiración, retardación del período climatérico y demora en el cambio de color.

Estos resultados en postrerecolección, como los que se han obtenido en prerecolección, pueden servir como base para inferir que aplicaciones en postrerecolección en manzana, puede dar muy buenos resultados, retardando así la maduración.

Para manejar este producto, hay que tener mucho cuidado.

- El uso debe ser lo más pronto posible después de haber sido mezclado, porque se vuelve inestable (1).
- La falta de humedad hace infectivo el producto.
- Su aplicación es más efectiva en plantas jóvenes que en plantas viejas.
- Y por último vale la pena aclarar que este producto es absorbido por la planta pero no es almacenado en ninguna de sus partes (1).

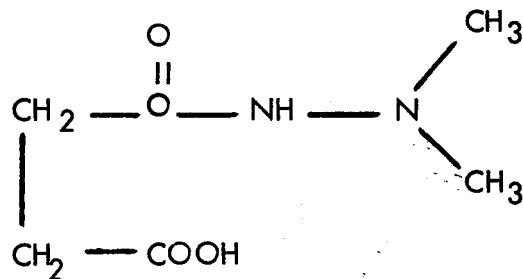
2.2 ALAR (ácido succínico -2,2-dimetilhidracida)

Este producto al igual que las giberelinas, se ha utilizado en la agricultura para retardar la maduración de la manzana, logrando con él retardar la época de la cosecha (5,29,30). Hasta la fecha se ha venido aplicando al fruto en el árbol, en cuanto a aplicaciones en almacenamiento no existen datos suficientes.

El ALAR, es un ácido orgánico usado como regulador de crecimiento, se originó en 1962 (1).

Toxicidad: LD₅₀ 8400 mg/kg.

Nombres comerciales: ALAR, SADH, B-995, Kylar, B 9 etc. (1,30).



Fórmula estructural del ALAR (1,30).

El Alar, pertenece al grupo de los ácidos succínicos. A diferencia de los demás retardadores de crecimiento vegetal, no contiene anillo de benceno, amonio, ni sustituto que sea pequeño, nucleofílico y no ionizable (30).

APLICACION EN LA AGRICULTURA

Experimentos realizados en muchos países, demuestran la efectividad de este producto como retardador de la maduración y de la senescencia del fruto de manzano.

En Canadá, se han llevado a cabo experimentos al respecto. En 1968, Looney asperjó ALAR a frutos de manzana de la variedad McIntosh, dos semanas después de la floración en concentraciones de 5 a 10000 ppm, la aplicación del compuesto en la mayor concentración, logró inhibir por completo la maduración. Se cosecharon los frutos y se colocaron en un local con etileno 100 ppm para lograr la maduración (30).

Dependiendo de la concentración de ALAR utilizado, se han obtenido retrasos en la cosecha que van de 2 a 4 semanas. En ocasiones se obtiene mejoramiento en color de los frutos durante el retraso (4,5,30).

Según Looney, el Alar retrasa la maduración suprimiendo cualquier acción dentro del fruto de los compuestos químicos del etileno, incluyendo la biosíntesis (30). Asimismo, Halevy (1967), apunta que los agentes retardadores del crecimiento vegetal, afectan quizás el metabolismo de las proteínas y ácido nucleico (30).

En Guatemala, experimento realizado en la finca "Labor Xela" del municipio de Quetzaltenango en 1983, se evaluó el comportamiento del regulador de crecimiento Alar (Daminozide 85%), en las dosis de: 1.4, 2.8 y 4.2 kilogramos por manzana sobre: a) el crecimiento vegetativo, b) coloración y maduración del fruto y c) rendimiento.

Las parcelas de los tratamientos en estudio contaban de seis árboles sin repeticiones, de la variedad Jonathan, en plena producción, los cuales tenían una edad de 10 años.

Las dosis fueron aplicadas a los 21 días de la plena floración. Las observaciones se realizaron a los 90 días de aplicados los tratamientos, sobre cada una de las parcelas de los tratamientos en estudio, en forma cualitativa, sobre el crecimiento vegetativo y coloración del fruto y en forma cuantitativa sobre la maduración y el rendimiento.

Los resultados obtenidos fueron: a) los tratamientos con Alar, no presentaron ninguna respuesta sobre el crecimiento vegetativo de la planta. b) incremento en coloración del fruto a medida que aumenta la dosis. c) aparentemente no presentó ningún efecto sobre el tiempo de maduración del fruto. d) se obtuvo un aumento en el rendimiento (4).

Las desventajas que presenta la utilización de Alar asperjado durante la floración son: Ciertos aplastamientos de la manzana, cuando se hacen aplicaciones a los 85 y 125 días después de la floración total, en concentraciones de 1000 ppm (30). Otra desventaja, es disminuir el tamaño del fruto, a medida que se incrementa el rendimiento, el fruto disminuye de tamaño (5,30), esta disminución del tamaño del fruto es debido a una disminución del número de células por fruto (30).

Ventajas del uso de Alar: retarda la maduración del fruto en el árbol, permite una mejor presentación, mejor color, mejor firmeza del fruto en el árbol, aumento significativo del rendimiento y consistencia del fruto (4,5,23,30).

COMO CONCLUSION: se puede decir que el uso de Alar es muy efectivo para retardar la maduración y senescencia del fruto de manzano. Su utilización es recomendable siempre y cuando se seleccione la época adecuada para su aplicación, para evitar las desventajas antes mencionadas.

Todos los experimentos realizados con este producto químico, se han llevado a cabo con aplicaciones en pre-recolección. Por los resultados tan asombrosos obtenidos, se puede asumir que pueda actuar en igual forma, si no, al menos en menor grado cuando se aplica al fruto en post-recolección, o sea en almacenamiento.

D. ANTECEDENTES EXPERIMENTALES EN GUATEMALA

En relación a almacenamiento de manzana, utilizando productos retardadores de la maduración y senescencia de los frutos, hasta la fecha no se ha rea

lizado ningún estudio. Por lo que la realización del presente trabajo, se fundamenta en base a los resultados obtenidos con aplicaciones de estos dos productos químicos en épocas de pre-recolección.

V. MATERIALES Y METODOS

A. MATERIAL EXPERIMENTAL

1. LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

La bodega rústica para el experimento se instaló en la aldea "Vista Bella", en el municipio de Tecpán Guatemala, del departamento de Chimaltenango, a una altitud de 2,286 metros sobre el nivel del mar. Ecológicamente, la zona está clasificada como Bosque húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB) (19). Según el Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.) (14), Tecpán se encuentra a 14° 45' 37" latitud norte y a 90° 59' 30" longitud oeste. Con una precipitación media mínima anual de 167 mm y una máxima anual de 1739 mm (18). Esta zona es muy propicia para el cultivo de frutales, especialmente manzana, como también otros cultivos, como maíz, trigo, haba y verduras.

La temperatura del lugar oscila entre 12 a 22° C.

2. MATERIAL EXPERIMENTAL

2.1 VARIETADES: Para el trabajo se utilizaron las variedades siguientes:

a) Winter Banana: Esta variedad se originó en el estado de Indiana, Estados Unidos de Norte América en 1876 (10), esta variedad es de color rojo parcial con zonas amarillas. Su rendimiento es excelente y por tal razón es la más cultivada en Guatemala (11). Es una de las más rendidoras (tres o más quintales por árbol). Empieza la floración a fines de enero y se extiende hasta principios de abril. La cosecha se inicia en agosto y finaliza en octubre.

b) Red Delicious: Se originó en el estado de Iowa Estados Unidos de Norte América en 1872 (10).

Esta variedad en comparación con la Jonathan es más tardía en brotación y floración, la cual empieza en los primeros días de marzo y durante el mes de abril y se cosecha según datos experimentales hasta los primeros días de octubre, extendiéndose la producción hasta principios de diciembre. Su rendimiento la coloca en el último lugar dentro de las variedades recomendadas; sin embargo, posee características de calidad excelentes.

2.2 PRODUCTOS EVALUADOS

Los reguladores del crecimiento vegetal sometidos a prueba fueron:

a) ALAR (ácido succínico 2, 2-dimetilhidracida al 85%), Polvo soluble (SP).

Dosis: 500 ppm = 58 Gr/100 litros de agua/qq de manzana.
1500 ppm = 156 Gr/100 lts. de agua/qq de manzana.

b) GA₃ (ácido giberélico al 10%)

Polvo soluble (SP).

Dosis: 25 ppm = 25 Gr/100 lts. de agua/qq de manzana.

50 ppm = 50 Gr/100 lts. de agua/qq de manzana.

PREPARACION DE LOS PRODUCTOS: Los productos se prepararon, di solviendo el producto químico con agua destilada a un volumen indica do en las dosis (100 litros). Se tuvo el cuidado de disolver bien el re- gulator de crecimiento. Se cuidó de mantener cubierto el recipiente - para evitar el escape de gases de las sustancias químicas, ya que estos productos reguladores de crecimiento se volatilizan inmediatamente si se deja por mucho tiempo sin protección el recipiente.

Para llevar a cabo la mezcla, se utilizaron toneles lavados cuida damente, para tener espacio suficiente para el manejo del material.

Los cálculos para determinar la cantidad de producto a utilizar se lleva ron a cabo así: Ejemplo:

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ mg}}{\text{Litro}} = \frac{500 \text{ ppm} \times \text{mg}}{\text{Ppm} \times \text{Litro}} = \frac{500 \text{ mg}}{\text{Litro}} \times 100 \text{ Lts.} = 50000 \text{ mg}$$

$$= 50 \text{ gr} \div 0.85 \text{ IA} = 58 \text{ gr del producto.}$$

IA = Ingrediente Activo.

2.3 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Para la realización del trabajo, se utilizó el sistema de almacena - miento rústico, que consiste en una bodega rústica diseñada por el Insti- tuto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (I.C.T.A.) por medio del pro- yecto de frutales, Labor Ovalle, Olinstepeque, Quetzaltenango.

Los materiales usados para su construcción son todos rústicos; pare - des de adobe, piso falso de madera (lepas), piso firme de tierra, puer- ta rústica. En la parte inferior posee ventanas para introducir el aire frío de la noche y expulsar el calor generado por el material almacena - do durante el día mediante chimeneas dispuestas en el techo. (ver figú - ras 1, 2, 3, 4a, 4b, 4c). En la construcción se introdujo un pequeño cambio en relación a los planos originales, que consistió en el uso de re - glas rústicas obtenidas labrando rollizos de 2.25 mts. de largo X 25 cms.

de diámetro, para el techo, logrando con este cambio los mismos resultados que se lograrían utilizando madera aserrada.

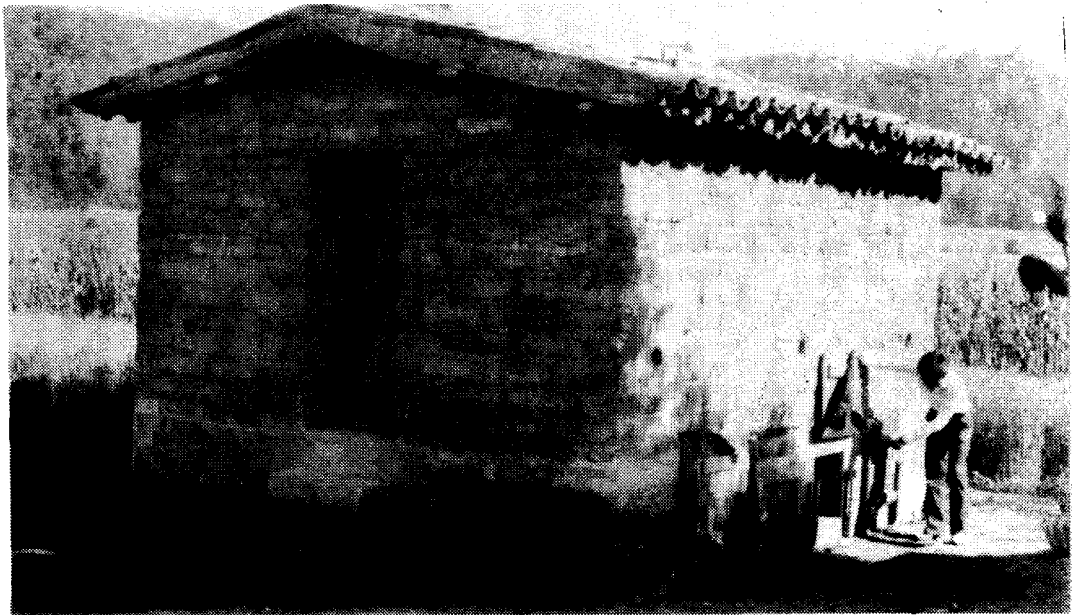


FIGURA No. 1 Bodega Rústica utilizada en el experimento.

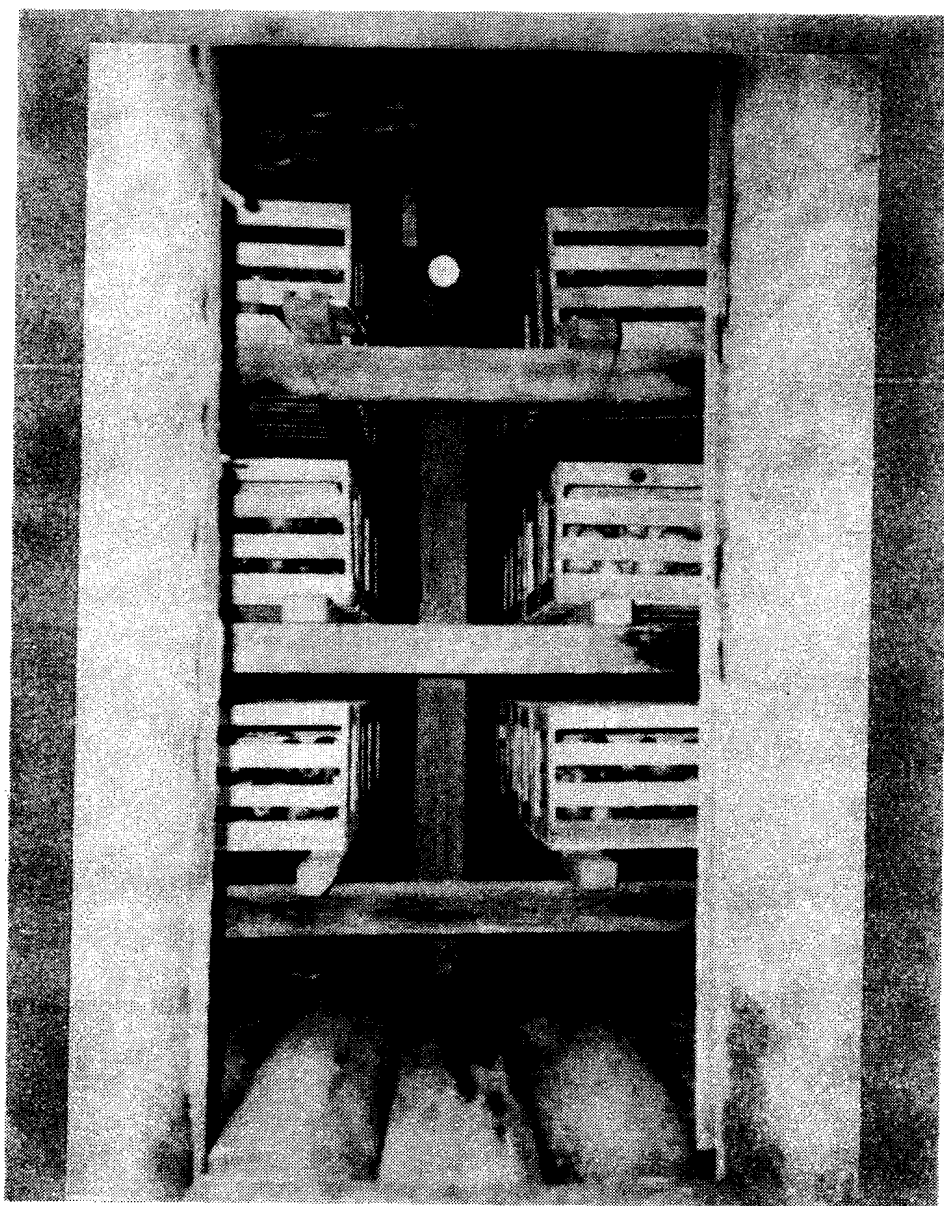


FIGURA No. 2 Colocación del material experimental en la bodega

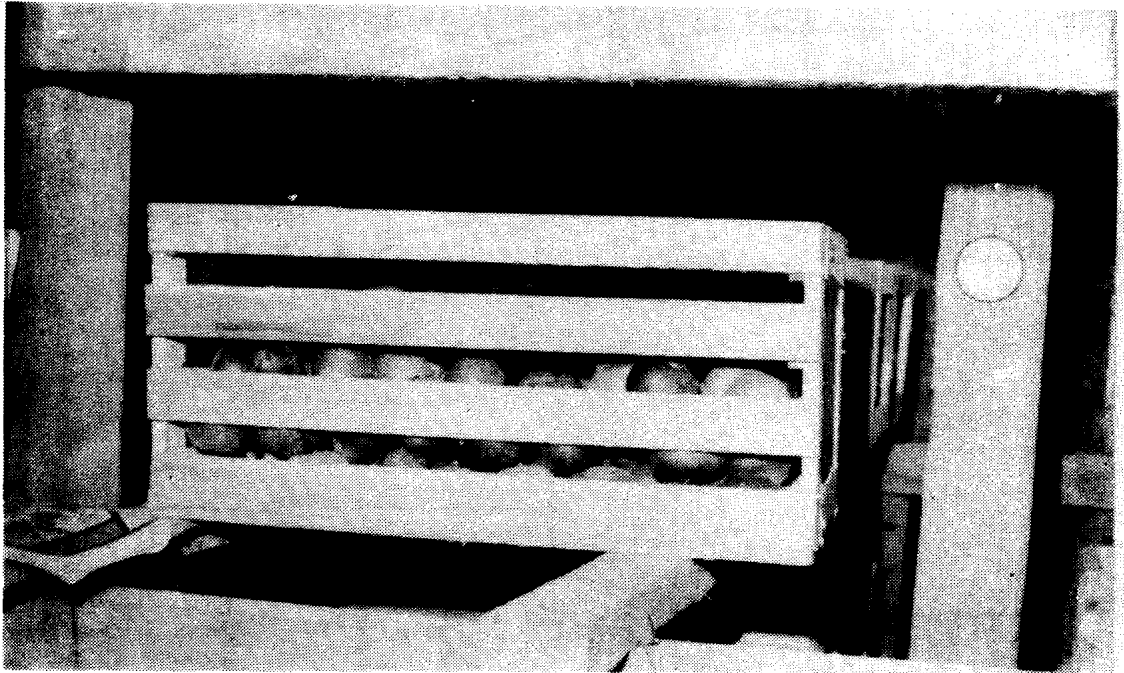
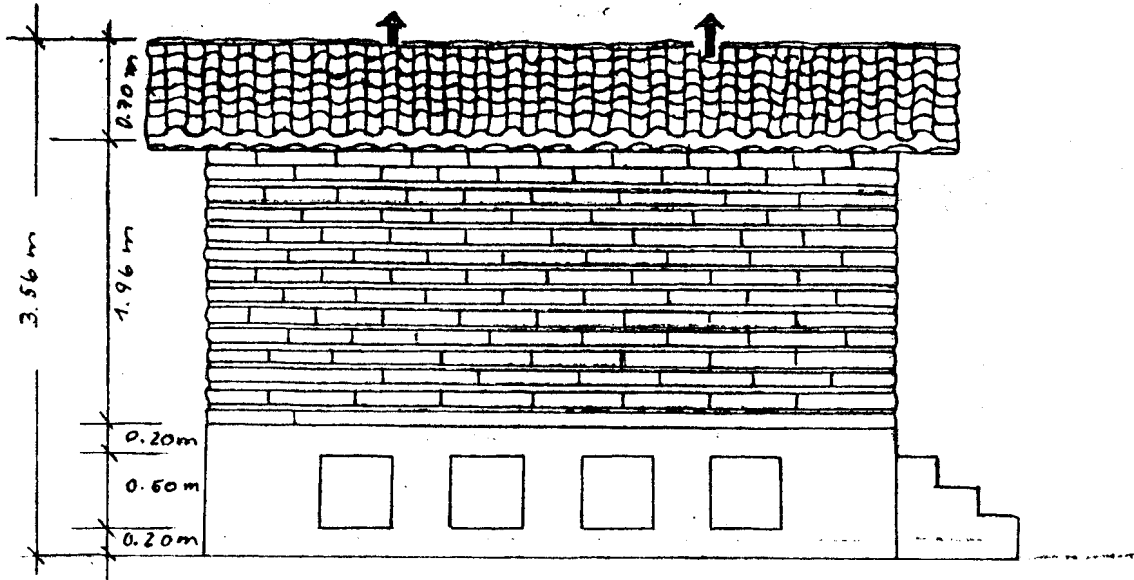


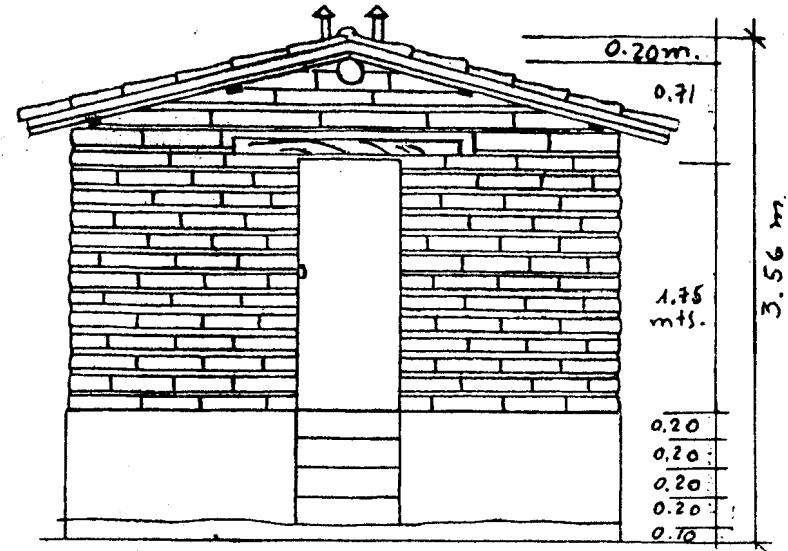
FIGURA No. 3 Unidad Experimental

FIGURA No. 4a Vista frontal y lateral de la bodega rústica.



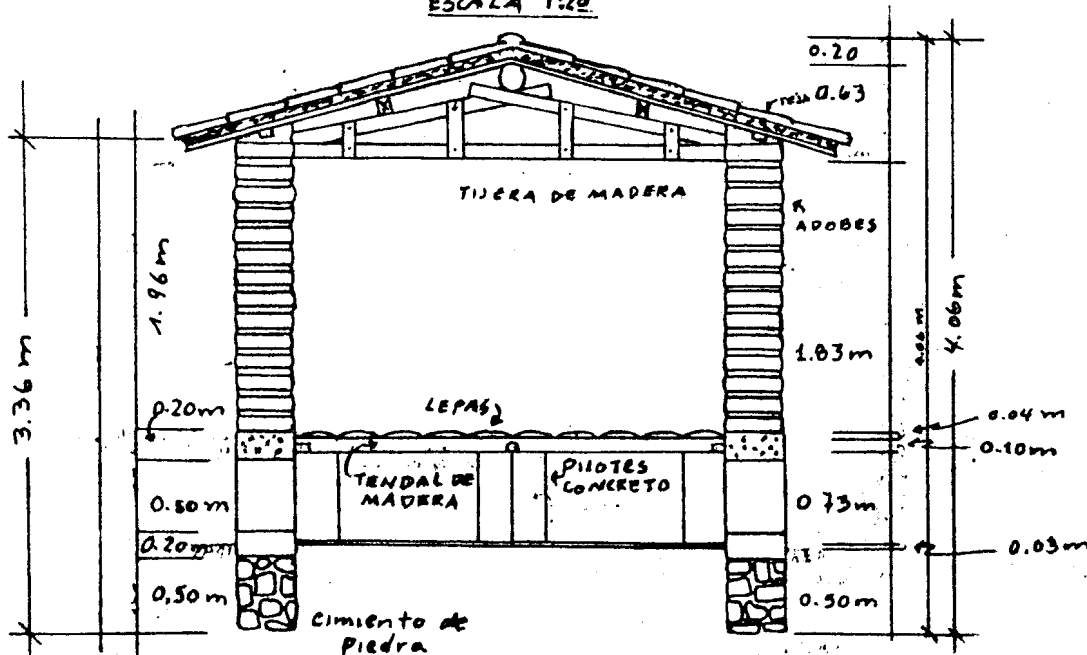
ELEVACION LATERAL

ESCALA 1:20



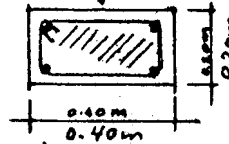
ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1:20



CORTE A-A ESCALA 1:20

4 ϕ 3/8" con est. @ 0.20 m

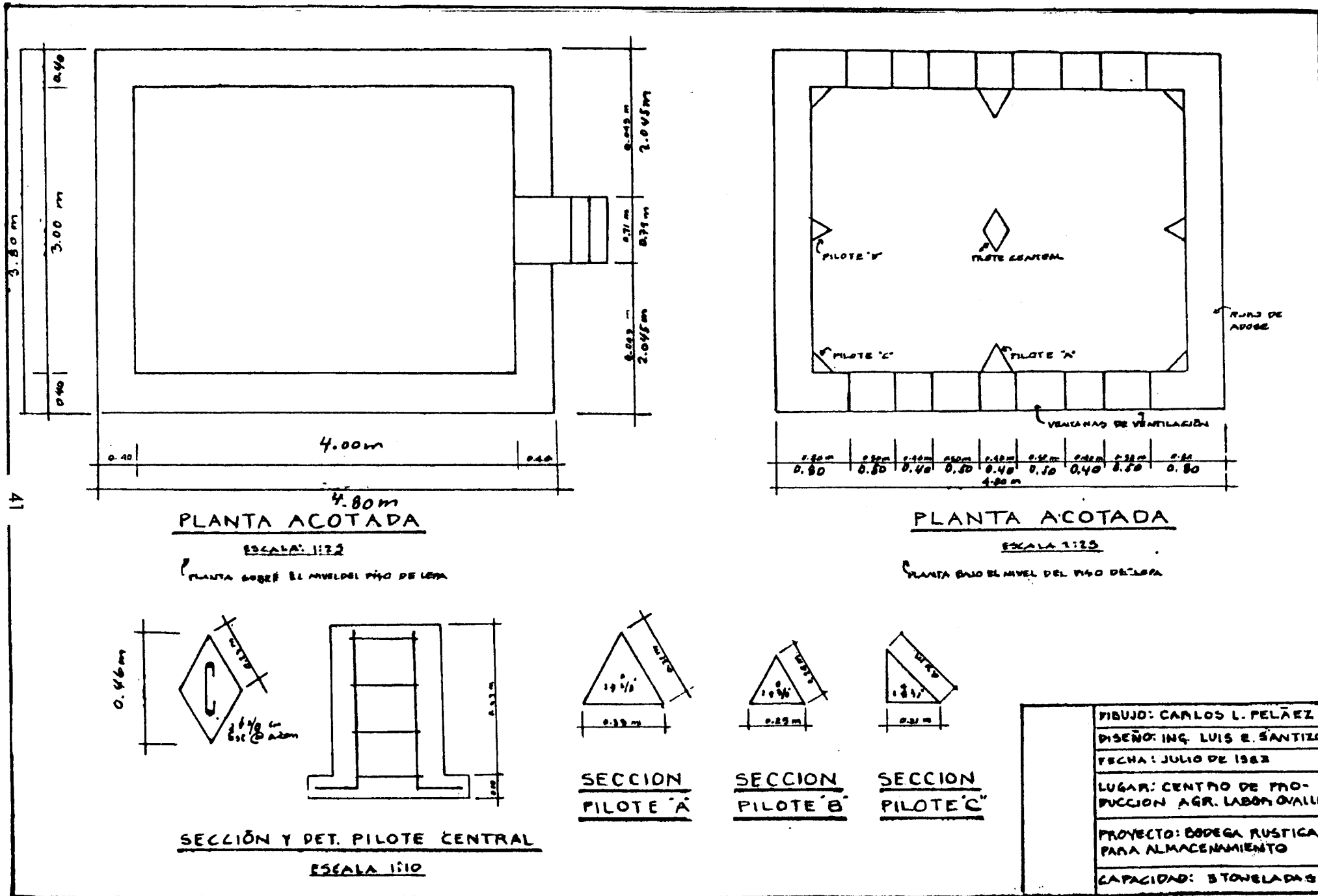


SECCION VIGA

ESCALA 1:10

DIBUJO: CARLOS L. PELÁEZ
DISEÑO: ING. LUIS E. SANTIZO
FECHA: JULIO DE 1985
LUGAR: CENTRO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA "LABOR OVALLE"
PROYECTO: BODEGA RÚSTICA PARA ALMACENAMIENTO DE MANZANA CAPACIDAD: 5 TONELADAS.

FIGURA No. 4b Detalle en planta de la bodega rústica.



PLANTA ACOTADA

ESCALA: 1:22

PLANTA SOBRE EL NIVEL DEL PISO DE LOMA

PLANTA ACOTADA

ESCALA 1:25

PLANTA BAJO EL NIVEL DEL PISO DE LOMA

SECCION Y DET. PILOTE CENTRAL

ESCALA 1:10

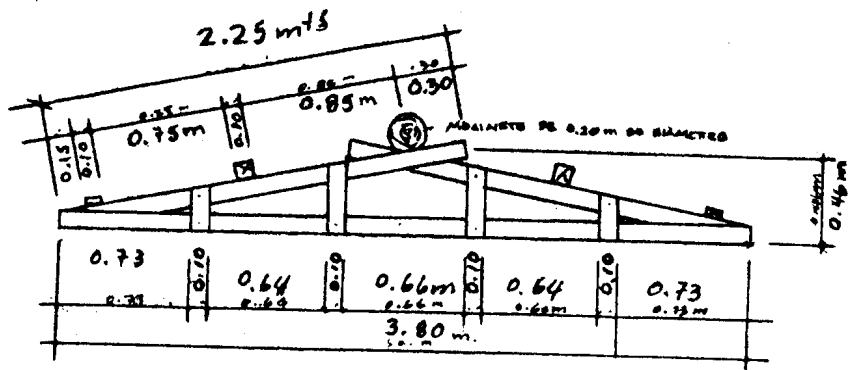
SECCION PILOTE A

SECCION PILOTE B

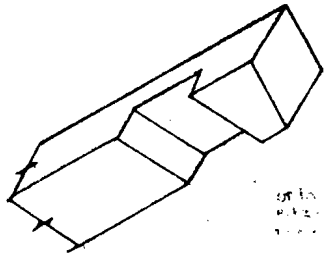
SECCION PILOTE C

FIGUJO: CARLOS L. PELÁEZ
DISEÑO: ING. LUIS E. SANTIZO
FECHA: JULIO DE 1983
LUGAR: CENTRO DE PRODUCCION AGR. LABOR OVALLE
PROYECTO: BODEGA RUSTICA PARA ALMACENAMIENTO
CAPACIDAD: 5 TONELADAS

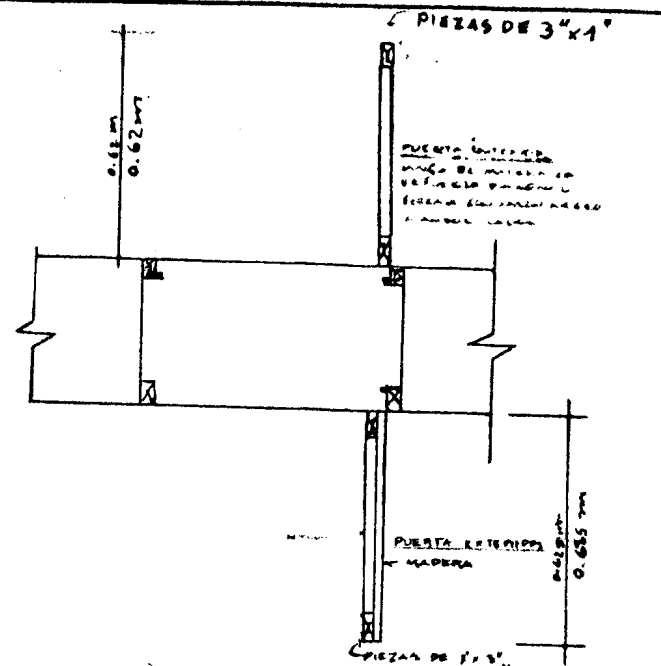
FIGURA No. 4c Detalle en planta de ventanas, puerta y vigas.



TIJERA ESCALA 1:20

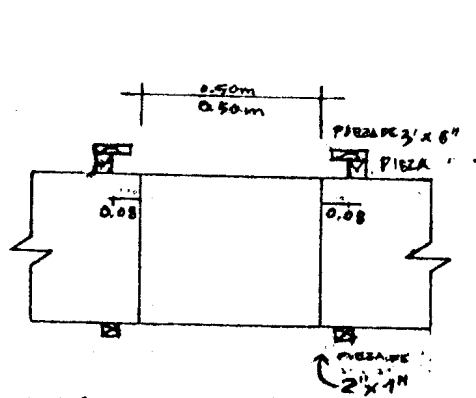
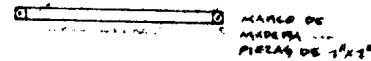


DETALLE SIN ESCALA



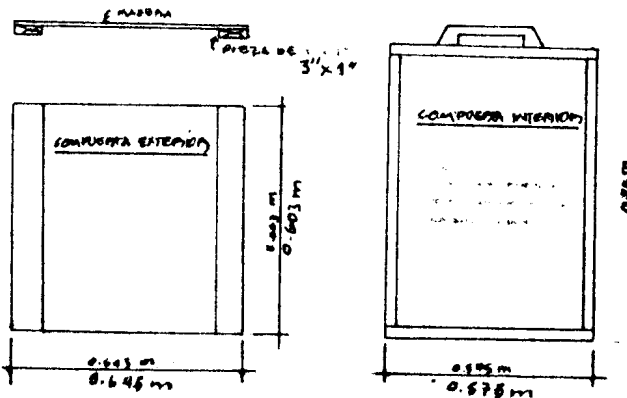
DETALLE EN PLANTA DE PUERTA

ESCALA 1:10



DETALLE EN PLANTA DE VENTANA DE VENTILACION

ESCALA 1:10



PLANTA Y ELEVACION DE COMPUERTAS EXTERIOR E INTERIOR

DIBUJO: CARLOS L. PELÁEZ DISEÑO: ING. LUIS E. SANCHEZ FECHA: JULIO DE 1963 LUGAR: CENTRO DE PRODUCCION AGRICOLA "LABOR OVALLE" PROYECTO: BODEGA RUSTICA PARA ALMACENAMIENTO DE MANZANA CAPACIDAD 3 TONELADAS
--

2.4 OTROS MATERIALES QUE SE UTILIZARON

Entre los otros materiales que se utilizaron para llevar a cabo el experimento están:

- a) Higro-termómetro: Se utilizó un Higrotermómetro de marca Gis-chard, forma de reloj, con capacidad de registrar la temperatura en grados centígrados ($^{\circ}$ C) y la humedad relativa en porcentaje (%).
- b) Sacarímetro: Se utilizó un sacarímetro de manejo manual para cuan-tificar el contenido de sacarosa en el material, en gra-dos Brix.
- c) Romana: Tipo báscula, para pesar el material, antes y despues - del experimento, en libras.
- d) Pesticida: Se utilizó AGALLOL, para prevenir enfermedades fungo-sas en los envases.
Se trataron las cajas antes de ser utilizadas en el trabajo. Se aplicó asperjado en las paredes de la bodega antes de introducirse el material a almacenarse.
- e) Cajas de madera: Las cajas que se utilizaron fueron de madera de pi-no, con las siguientes dimensiones: 61 cms. de largo X 35 cms. de ancho X 31 cms. de alto.
- f) Recipientes: Para mezclar los productos químicos: Se utilizaron toneles de metal, cubetas de plástico y baldes de metal y plástico.
- g) Material humano: El material humano, consistió en las personas que intervinieron en la realización del trabajo. Desde la cosecha, hasta la finalización del experimento.

B. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

1. DISEÑO EXPERIMENTAL

De acuerdo a la asesoría del centro de Estadística y Cómputo, se estable-cio el diseño más adecuado, siendo éste un diseño en Bloques al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones.

El modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = U + B_i + \alpha_j + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Variable respuesta
- U = Efecto de la media general
- B_i = Efecto del i -ésimo Bloque
- α_j = Efecto del j -ésimo tratamiento
- E_{ij} = Efecto del error experimental

2. TRATAMIENTOS EVALUADOS

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Winter Banana + ALAR + 500 ppm
2. Winter Banana + ALAR + 1500 ppm
3. Winter Banana + GA_3 + 25 ppm
4. Winter Banana + GA_3 + 50 ppm
5. Red Delicious + ALAR + 500 ppm
6. Red Delicious + ALAR + 1500 ppm
7. Red Delicious + GA_3 + 25 ppm
8. Red Delicious + GA_3 + 50 ppm
9. Testigo Red Delicious
10. Testigo Winter Banana

Los tratamientos Testigos no fueron tratados.

3. VARIABLES RESPUESTA

- a) Días a pudrición, hasta que se pudrió el 20% del número total de frutas de cada tratamiento.
- b) Pérdida de peso
- c) Grados Brix
- d) Porcentaje de pudrición (%), cada tres días.

4. MANEJO EXPERIMENTAL

Las manzanas fueron almacenadas el 22 de septiembre de 1984, estando en almacenamiento 85 días.

Las manzanas se seleccionaron con todos los cuidados necesarios, se sumergieron durante 15 minutos en las soluciones de los productos químicos, se secaron, se colocaron en las cajas y luego se colocaron todas las cajas al mismo tiempo en la bodega. Se seleccionaron las manzanas de mejor calidad y uniformidad en tamaño, medianas; se cuidó de meter aproximadamente el mismo número en cada caja. Para la variedad Red Delicious fueron 117 manzanas y para la variedad Winter Banana, 110 manzanas.

Las cajas se colocaron en tres estantes instaladas en la bodega (ver figura No. 2). No se tocaron al principio, sino hasta que se empezaron a hacer los chequeos de pudriciones cada tres días, cuando se determinó el grado de sacrosa en cada tratamiento, cuando se tomaron los pesos y para la comparación de color.

Las cajas tuvieron una capacidad de 35 libras, se utilizaron 30 cajas. Cada caja era un tratamiento. El número aproximado de manzana por cada caja fue: para la variedad Red Delicious 117 manzanas, constituyendo esta cantidad el 100%, el 20% se sacó en base a ésta. Siendo 23 manzanas. Para la variedad Winter Banana, el número de manzana en cada caja fue de 110, siendo éste el 100%, el 20% fue 22 manzanas.

Las dimensiones de las cajas fueron 61 cms. de largo, 35 cms de ancho y 31 cms. de alto (ver figura No. 3).

5. ANALISIS DE DATOS

Para lograr una adecuada interpretación de los datos obtenidos, se hicieron análisis de varianza para cada variable cuantitativa que se evaluó. Debido a la naturaleza de los datos se hizo necesario una transformación de los mismos. Para la transformación se utilizó la raíz cuadrada de X (\sqrt{X})

Los valores originales sin transformación, se presentan sin la palabra "transformado" en los cuadros de resultados. También fue necesario la utilización de análisis de correlación para determinar el grado de relación que pudiera existir entre la variable (X), número de pudrición, con la variable (Y) días a pudrición.

6. PRUEBA DE RESIDUALIDAD

Para comprobar la posibilidad de que los reguladores del crecimiento usados existieran en forma de residuos tóxicos en los frutos de manzana, se hizo una prueba biológica alimentando a grupos de ratones, éstos fueron proporcionados por la Dirección General de Servicios Pecuarios (DIGESEPE) por medio del departamento de Sanidad animal.

La edad de los ratones era de 45 días, los que fueron alimentados con manzanas provenientes de la bodega. La razón de utilizar ratones fue que dichos roedores, poseen un sistema digestivo similar al del humano.

Al finalizar la prueba biológica, ninguno de los ratones presentó síntoma de toxicidad.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Del estudio realizado se obtuvieron resultados que se presentarán a continuación:

CUADRO No. 6

DIAS A PUDRICION, CUANDO EL 20% DEL NUMERO TOTAL DE FRUTAS DE CADA TRATAMIENTO SE PUDRIO. TRANSFORMADO A \sqrt{X}

Tratamientos	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
1	8.43	8.60	9.11	26.14	8.71
2	8.77	9.27	8.43	26.47	8.82
3	9.11	9.11	9.27	27.49	9.16
4	8.24	8.43	8.06	24.73	8.24
5	9.27	9.11	8.94	27.33	9.11
6	8.60	8.94	8.43	25.97	8.66
7	9.27	9.27	9.11	27.66	9.22
8	8.60	8.25	8.43	25.27	8.42
9	8.94	8.60	8.77	26.32	8.77
10	9.27	9.27	9.11	27.66	9.22
TOTAL				265.06	
MEDIA GENERAL					8.84

CUADRO No. 7

ANALISIS DE VARIANZA, DIAS A PUDRICION TRANSFORMADO

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	P. t.	
					0.05	0.01
Bloque	2	0.08	0.04	0.8	4.30	9.92
Tratamientos	9	3.14	0.35	6.45	2.26	3.25
Error	18	0.97	0.05			
Total	29	4.19				

C.V. 3.0%

De los cuadros anteriores (No. 6 y 7) se establece, que al analizar los días de almacenamiento para cada tratamiento (tomando como base el 20% del número total de frutos podridos en cada tratamiento) estadísticamente sí existe diferencia altamente significativa entre tratamientos y no existe diferencia significativa entre bloques, lo que significa que no era necesario la utilización de un diseño de Bloques al azar, bastaba un diseño completamente al azar.

Utilizando prueba de Tukey, para determinar cuales eran los mejores tratamientos, se verificó que existían tres grupos como se muestra en el cuadro No. 8.

CUADRO No. 8

PRUEBA DE TUKEY PARA DIAS A PUDRICION TRANSFORMADO $A\sqrt{X}$

Tratamiento	Media de días a pudrición
10	9.22 a
7	9.22 a
3	9.16 a b
5	9.11 a b c
2	8.82 a b c
9	8.77 a b c
1	8.71 a b c
6	8.66 a b c
8	8.42 b c
4	8.24 c

En el cuadro No. 8, se puede apreciar la agrupación de los tratamientos. Existen tres grupos: el primer grupo, es el mejor por presentar el mayor número de días de almacenamiento, compuesto por los tratamientos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, y 10; sin embargo analizando medias entre el mismo grupo, se nota que el tratamiento número 7 que corresponde a la variedad Red Delicious + GA₃ a 25 ppm, presentó el mayor tiempo de almacenamiento, 85 días. Comparándolo con el tratamiento testigo de la misma variedad asignado por el número 9, se nota un incremento en el almacenamiento de 8 días.

Otro de los tratamientos del primer grupo que presentó mayor número de días de almacenamiento, fue el tratamiento número 10 que corresponde al testigo de la variedad Winter Banana, al igual que el tratamiento número 7, presentó 85 días de almacenamiento. Superando de esta forma a todos los tratamientos de la misma variedad, tratados con los reguladores del crecimiento.

El segundo grupo de tratamientos determinado por medio de la prueba de Tukey está com

puesto por los tratamientos 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9; el tercero por los tratamientos 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9.

Analizando las medias del último grupo, se puede ver que los tratamientos número 8 que corresponde a la variedad Red Delicious + GA₃ a 50 ppm y el número 4 que corresponde a la variedad Winter Banana + GA₃ a 50 ppm, fueron los que presentaron el menor tiempo de almacenamiento, 70 y 67 días respectivamente.

A continuación se presentan los cuadros (9 y 10) que muestran los resultados obtenidos al analizar los días a inicio de la pudrición de los frutos de manzana.

CUADRO No. 9

DIAS A INICIO DE PUDRICION TRANSFORMADO A \sqrt{X}

Tratamientos	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
1	6.16	6.16	7.07	19.40	6.47
2	6.16	7.07	6.63	19.87	6.62
3	6.63	6.16	7.28	20.08	6.69
4.	6.40	6.16	6.86	19.42	6.47
5	6.40	6.16	7.28	19.85	6.62
6	6.16	6.40	6.63	19.20	6.40
7	6.63	6.16	6.86	19.65	6.55
8	6.40	6.86	6.63	19.89	6.63
9	6.00	7.07	6.63	19.70	6.57
10	6.63	6.16	7.28	20.08	6.69
Total				197.15	
Media general					6.57

CUADRO No. 10

ANÁLISIS DE VARIANZA, PARA DÍAS A INICIO DE PUDRICIÓN TRANSFORMADO A \sqrt{X}

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{c.}	F _t	
					0.05	0.01
Bloque	2	1.81	0.905	6.96	4.30	9.22
Tratamiento	9	0.26	0.03	0.22	2.26	3.25
Error	18	2.39	0.13			
Total	29	4.46				

NS

C.V. 5.54%

En el análisis de varianza (cuadro No. 10) se establece que no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, lo que indica que el proceso de pudrición se inició en todos los tratamientos en la misma época.

Completando el estudio sobre la variable pudrición, se presentan los cuadros siguientes:

CUADRO No. 11
DÍAS QUE TARDO LA PUDRICIÓN, TRANSFORMADO A \sqrt{X}

Tratamientos	Repeticiones			Total	Medias
	I	II	III		
1	5.74	6.00	5.74	17.49	5.83
2	6.24	6.00	5.20	17.44	5.81
3	6.24	6.71	5.74	18.70	6.23
4	5.20	5.74	4.24	15.18	5.06
5	6.71	6.71	5.20	18.61	6.20
6	6.00	6.24	5.20	17.44	5.81
7	6.48	6.93	6.00	19.41	6.47
8	5.74	4.58	5.20	15.52	5.17
9	6.63	4.90	5.74	17.28	5.76
10	6.48	6.93	5.48	18.89	6.30
Total				175.96	
Media general					5.87

Este cuadro presenta los datos obtenidos sobre los días que tardó la pudrición, están transformados a \sqrt{X} para su fácil interpretación.

CUADRO No. 12

ANÁLISIS DE VARIANZA, PARA PERIODO QUE TARDO LA PUDRICION TRANSFORMADO A \sqrt{X}

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	FC.	Ft.	
					0.05	0.01
Bloque	2	3.65	1.83	7.32	4.30	9.92
Tratamiento	9	5.83	0.65	2.60	2.26	3.25
Error	18	4.46	0.25			
Total	29	13.93				

NS

C.V. 8.48%

Con este análisis de varianza, se completó el estudio sobre la variable pudrición. Este cuadro indica que estadísticamente no existe diferencia significativa entre tratamientos - al 1% de nivel de significancia; estos resultados determinan que el proceso de pudrición se llevó a cabo durante el mismo período de tiempo en todos los tratamientos.

Estos resultados se apoyan también en los obtenidos del análisis de regresión que se realizó para determinar la relación existente entre las variables $X =$ días de almacenamiento y $Y =$ cantidad de material podrido de cada tratamiento. (ver gráficas 5 y 6).

Con el objeto de determinar otra de las variables, contenido de sacarosa en el material almacenado, se realizaron dos análisis de varianza, uno al principio del experimento y el otro al finalizar el experimento.

A continuación se presentan los cuadros (No. 13 y 14) donde se cuantifican el grado de sacarosa en grados Brix al inicio del experimento.

CUADRO No. 13

GRADOS BRIX DE LOS FRUTOS DE MANZANA, AL INICIO DEL EXPERIMENTO

Tratamientos	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
1	13.00	12.00	11.50	36.50	12.17
2	12.50	12.00	11.50	36.00	12.00
3	12.00	11.50	13.50	37.00	12/33
4	12.90	11.00	13.00	26.90	12.30
5	12.00	13.00	15.50	40.50	13.50
6	13.00	10.80	12.00	35.80	11.93
7	12.00	13.50	12.00	37.50	12.50
8	11.50	12.50	12.00	36.00	12.00
9	12.00	10.90	14.00	36.90	12.30
10	12.00	12.00	12.00	36.00	12.00
Total				369.10	
Media general					12.30

CUADRO No. 14

ANALISIS DE VARIANZA GRADOS BRIX DE LOS FRUTOS DE MANZANA AL INICIO DEL EXPERIMENTO.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	FC.	Ft.	
					0.05	0.01
Bloque	2	3.04	1.52	1.42	4.30	9.92
Tratamiento	9	5.71	0.63	0.59	2.26	3.25
Error	18	19.20	1.07			
Total	29	27.95				

NS

C_v. 8,39%

En los cuadros anteriores (13 y 14) se observa que en relación a los grados Brix tomados a los frutos de manzana de las dos variedades y para cada tratamiento, al inicio del experimento, no existe diferencia significativa. Con base a estos resultados se puede inferir que todo el material fue almacenado en un mismo período de desarrollo fisiológico, conteniendo igual cantidad de sacarosa.

El segundo análisis de sacarosa, se llevó a cabo al final del experimento, los resultados obtenidos se pueden observar en los cuadros (No. 15 y 16).

CUADRO No. 15

GRADOS BRX DE LOS FRUTOS DE MANZANA, AL FINAL DEL EXPERIMENTO

Tratamiento	Repeticiones			Total	Medias
	I	II	III		
1	13.50	12.50	12.50	38.00	12.67
2	12.50	13.00	12.50	38.00	12.67
3	13.00	13.00	13.50	39.50	13.17
4	13.50	12.00	13.50	39.00	13.00
5	16.00	15.40	17.00	48.40	16.13
6	14.00	13.00	14.00	41.00	13.67
7	12.50	13.50	14.00	39.50	13.17
8	13.00	13.00	14.00	40.00	13.33
9	15.00	13.00	15.20	43.20	14.40
10	12.50	13.00	13.00	38.50	12.83
Total				405.10	
Media general					13.50

CUADRO No. 16

ANALISIS DE VARIANZA, GRADOS BRIX DE LOS FRUTOS DE MANZANA AL FINAL DEL EXPERIMENTO.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	FC.	Ft.	
					0.05	0.01
Bloque	2	3.07	1.53	4.02	4.30	9.92
Tratamiento	9	30.32	3.37	8.84	2.26	3.25
Error	18	6.86	0.38			
Total	29	40.25				

C.V. 4.57%

Como se puede apreciar, los resultados de este análisis indican que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos. Según estos resultados, es necesario la utilización de la prueba de Tukey para hacer distinción de los mejores tratamientos.

En el siguiente cuadro (No. 17) se puede notar la prueba de Tukey.

CUADRO No. 17

PRUEBA DE TUKEY PARA GRADOS BRIX DE LOS FRUTOS DE MANZANA AL FINAL DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Media de grados Brix
5	16.13 a
9	14.40 a b
6	13.67 b
8	13.33 b
3	13.17 b
7	13.17 b
4	13.00 b
10	12.83 b
1	12.67 b
2	12.67 b

Del análisis utilizando la prueba de Tukey se determinó la existencia de dos grupos: el primero compuesto por los tratamientos 5 y 9 que presentan el mayor contenido de sacarosa; sin embargo el tratamiento 5 supera al 9 en dos grados Brix, considerándose por ésto, como el mejor tratamiento.

El segundo grupo compuesto por los tratamientos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10; se establece que estadísticamente todas las medias de estos tratamientos, son iguales.

Los resultados presentados en los cuadros (No. 18 y 19), se refieren a la pérdida de peso del material almacenado.

CUADRO No. 18

PERDIDA DE PESO (en libras) DE LOS FRUTOS DE MANZANA, AL FINAL DEL EX-
PERIMENTO. (Peso que presentaron los tratamientos al final del trabajo. Los pesos
iniciales fueron 35 libras)

Tratamientos	Repeticiones			Total	Media
	I	II	III		
1	33.50	34.00	33.50	102.00	34.00
2	34.50	34.00	34.50	103.00	34.33
3	33.00	34.00	34.00	101.00	33.67
4	34.50	34.50	33.00	102.00	34.00
5	34.00	34.50	34.50	103.00	34.33
6	34.50	34.00	34.50	103.00	34.33
7	34.00	34.50	34.50	103.00	34.33
8	34.00	33.50	33.50	101.00	33.67
9	34.50	34.50	34.00	103.00	34.33
10	34.00	34.00	34.50	102.50	34.17

CUADRO No. 19

ANALISIS DE VARIANZA, PERDIDA DE PESO AL FINAL DEL TRABAJO

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft.	
					0.05	0.01
Bloque	2	0.07	0.04	0.16	4.30	9.92
Tratamiento	9	2.01	0.22	1.07	2.26	3.25
Error	18	3.77	0.21			
Total	29	5.84				

NS

C.V. 1.34%

Analizando los resultados obtenidos en los cuadros anteriores, se determina que no hay diferencia significativa entre tratamientos, esto quiere decir que la pérdida de peso que sufrió el material almacenado fue igual estadísticamente para todos los tratamientos. La pérdida de peso según el análisis de varianza que se muestra en el cuadro No. 19, fue de 2.5% por cada tratamiento de 35 libras, significando una pérdida en peso de 1 libra por cada 35 libras, por lo tanto en un quintal se perderá aproximadamente 3 libras.

Tomando en cuenta que la comercialización del producto es importante, se debe tener en cuenta la calidad y el aspecto del fruto que se presentará al consumidor. Por ello, se llevaron a cabo las siguientes evaluaciones.

Evaluaciones de coloración de los tratamientos, éstas se efectuaron visualmente, en base a la siguiente escala:

- 1 = mala coloración
- 2 = regular coloración
- 3 = buena coloración
- 4 = muy buena coloración

Las observaciones realizadas sobre los tratamientos indican, que la variedad Winter Banana, no presentó variación en coloración cuando se compararon los lotes tratados, con los lotes testigos, Todos los tratamientos alcanzaron la máxima coloración, 4, según la escala mencionada.

Los tratamientos de la variedad Red Delicious sí presentaron algunos cambios en la coloración, sobre saliendo el tratamiento número 7, con una coloración máxima (4) según la escala utilizada, considerándose este tratamiento como el mejor.

Con una coloración de (3) según la escala, están los tratamientos: 5, 8, 9. Y por último, el tratamiento número 6 (ALAR a 1500 ppm) presentó una regular coloración.

La evaluación de aroma se llevó a cabo en base a una escala que se utilizó para distinguir la intensidad del mismo.

- 0 - ausencia de aroma
- 1 = presencia de leve aroma
- 2 = presencia de regular aroma
- 3 = presencia de máximo aroma

Cada día se fue anotando la intensidad del aroma existente en la bodega. Al analizar estos datos se notó que los tratamientos en general presentaron el máximo aroma durante el período de tiempo de 60 a 70 días, según la escala, fue (3). Luego se observó que el aroma fue disminuyendo.

Según análisis de regresión realizado para determinar la relación que existió entre las variables (X) días de almacenamiento y la variable (Y) cantidad de frutos podridos. (Ver gráficas 5 y 6). Se observa que el comportamiento es similar para todos los tratamientos, según las curvas, se adecúa al modelo de regresión cuadrático $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$. Se concluye que todos los tratamientos siguieron la misma relación durante el período de almacenamiento.

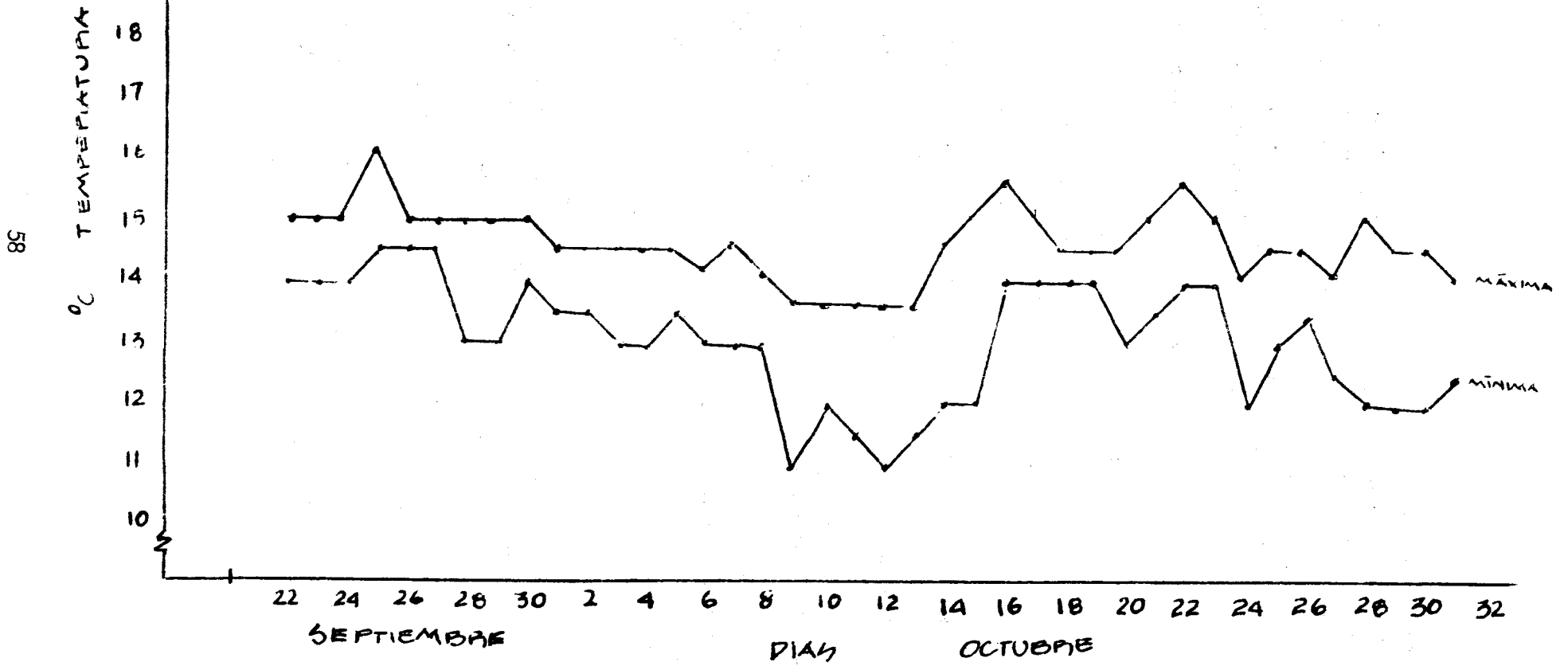
Según las gráficas, la mayor intensidad de pudrición se presentó de los 62 a 80 días.

En la prueba biológica para probar la existencia de residuos tóxicos, después de los 65 días de la aplicación de los productos químicos, no se presentaron indicios de toxicidad en ninguno de los ratones que fueron alimentos con manzanas tratados con los retardadores de la maduración, comparándose con los alimentos con manzanas testigo, comportándose igual.

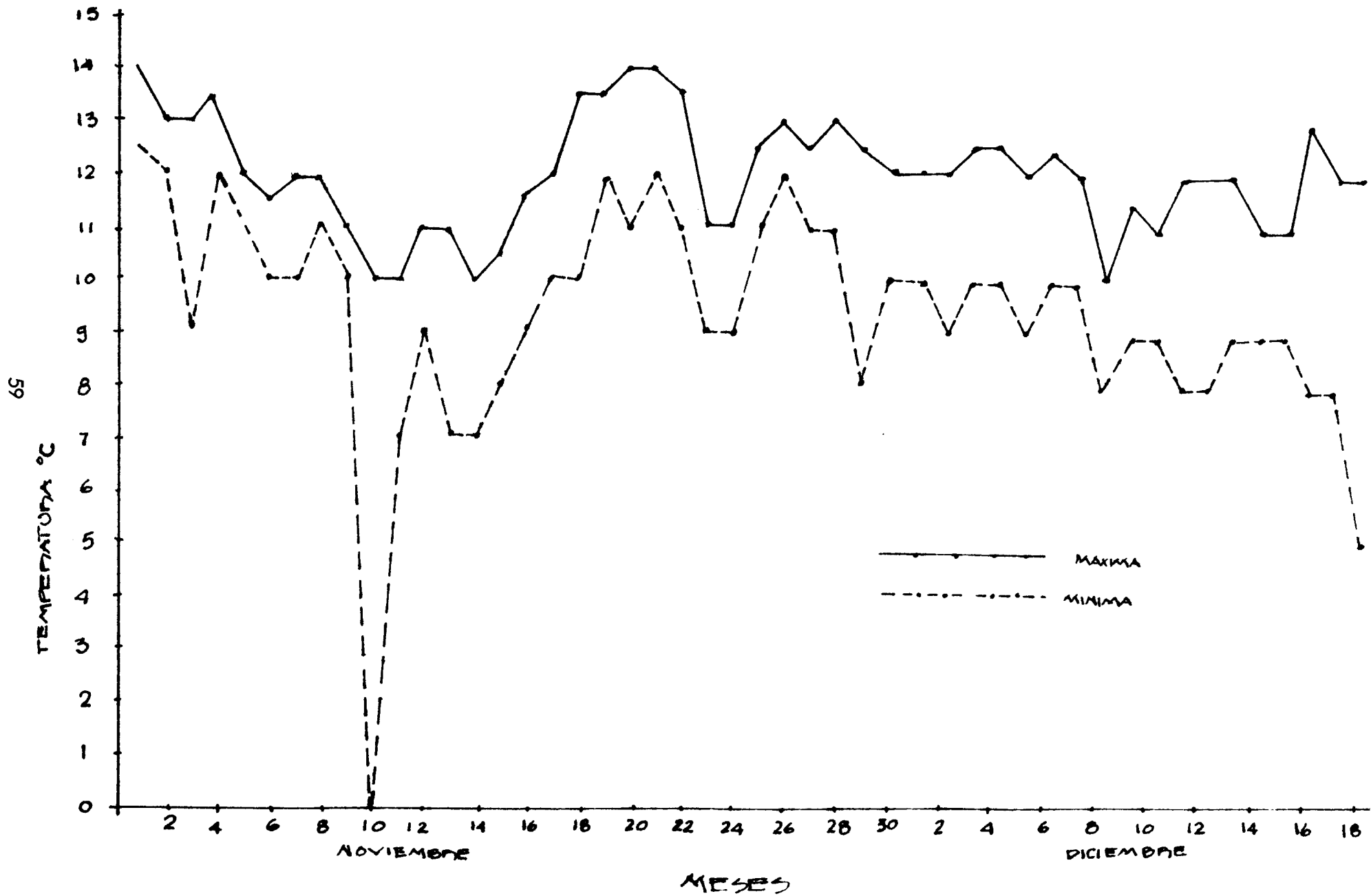
Al finalizar el trabajo, se tomaron en cuenta los precios de este producto en el mercado.

Durante el mes de septiembre la manzana costaba Q.30.00 quetzales el quintal, al finalizar el trabajo durante el mes de diciembre el precio era de Q.80.00 quetzales el quintal, lográndose con el almacenamiento una ganancia del 110%.

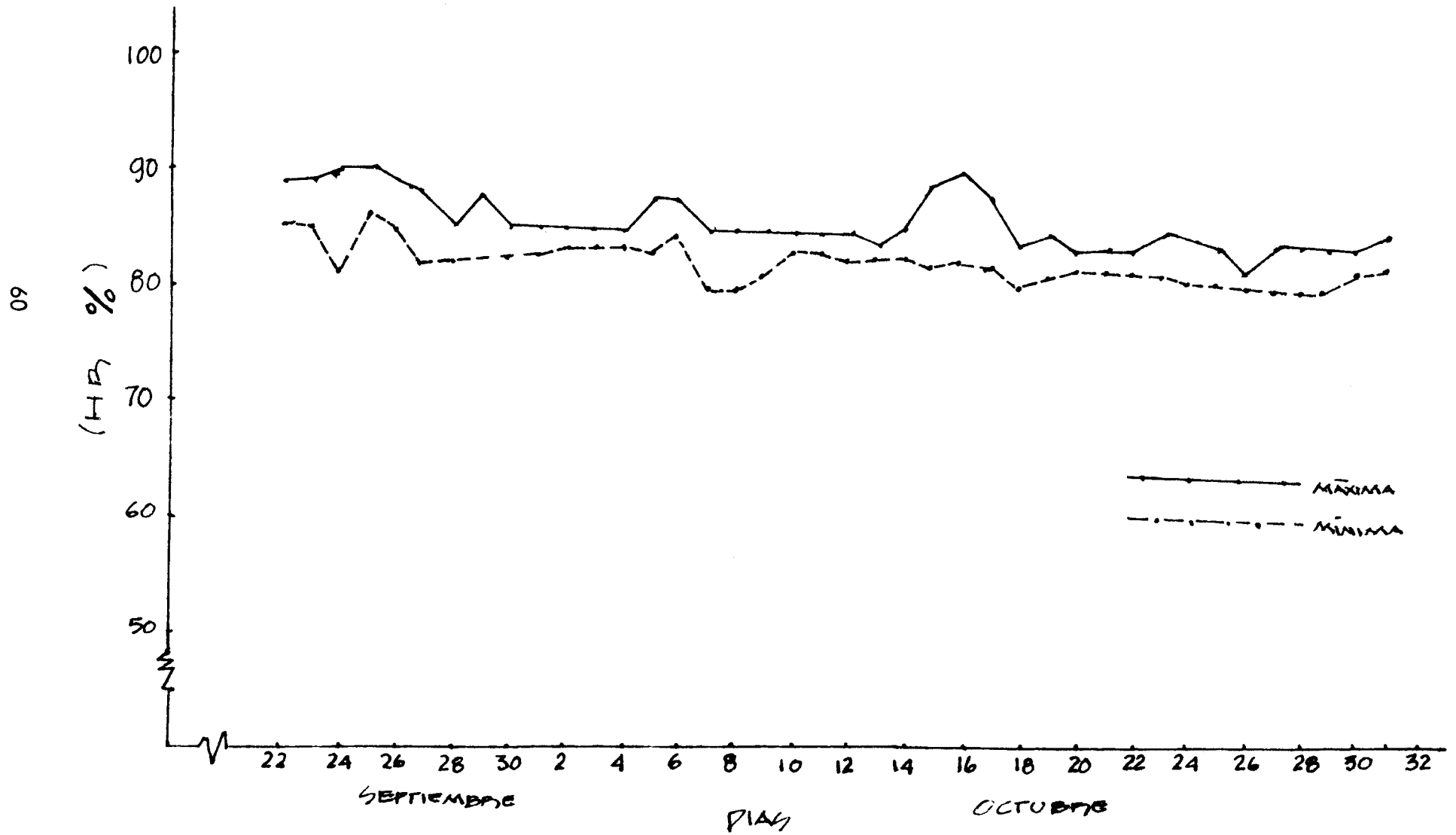
GRAFICA No. 1 Temperaturas máximas y mínimas, registradas en la bodega durante el tiempo de almacenamiento. Meses de septiembre y octubre 1984



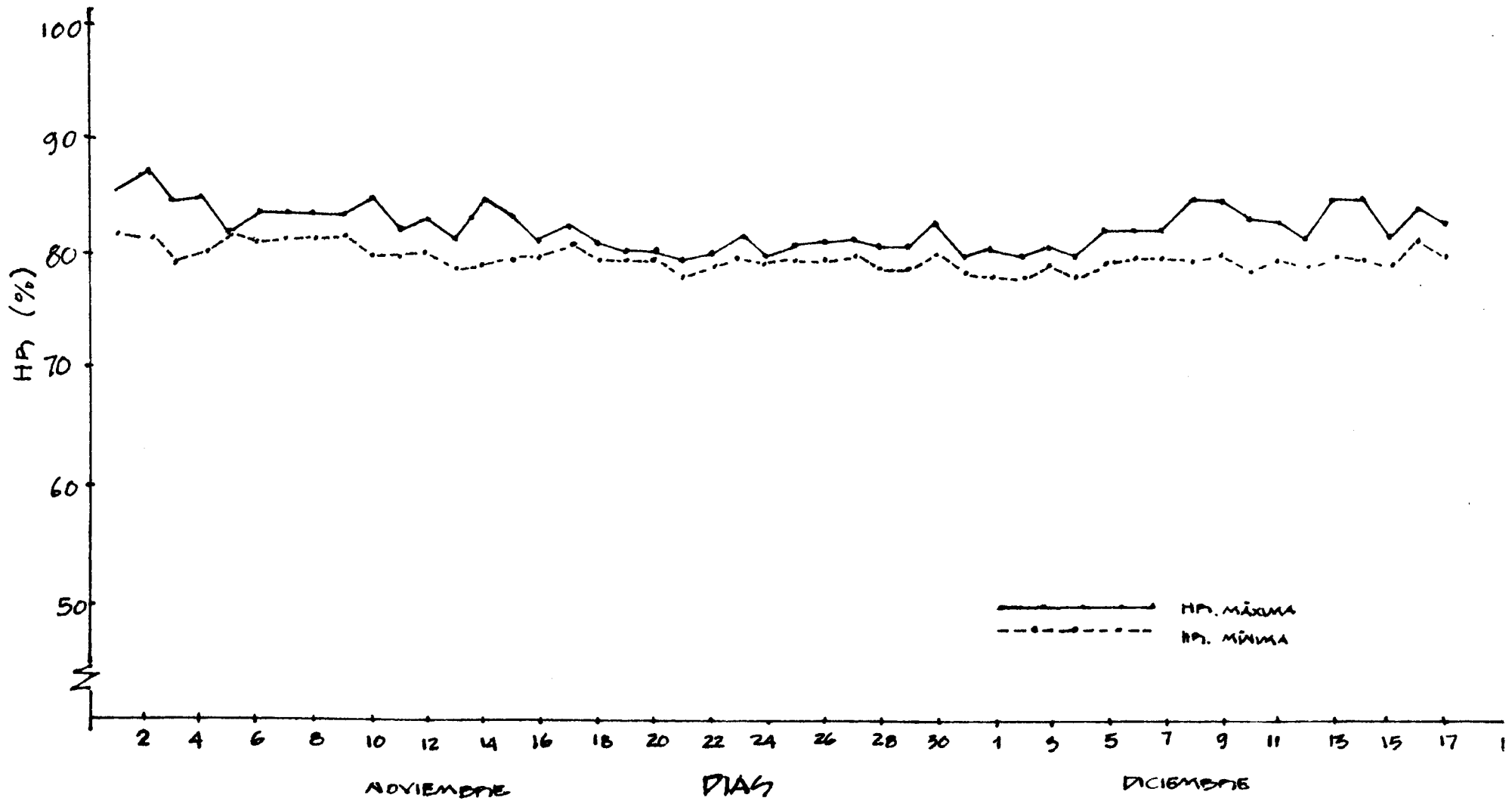
GRAFICA No. 2 Temperaturas máximas y mínimas registradas durante el tiempo de almacenamiento. Meses noviembre y diciembre.



GRAFICA No. 3 Humedad relativa máximas y mínimas registradas durante el tiempo de almacenamiento en la bodega rústica. Septiembre y Octubre.

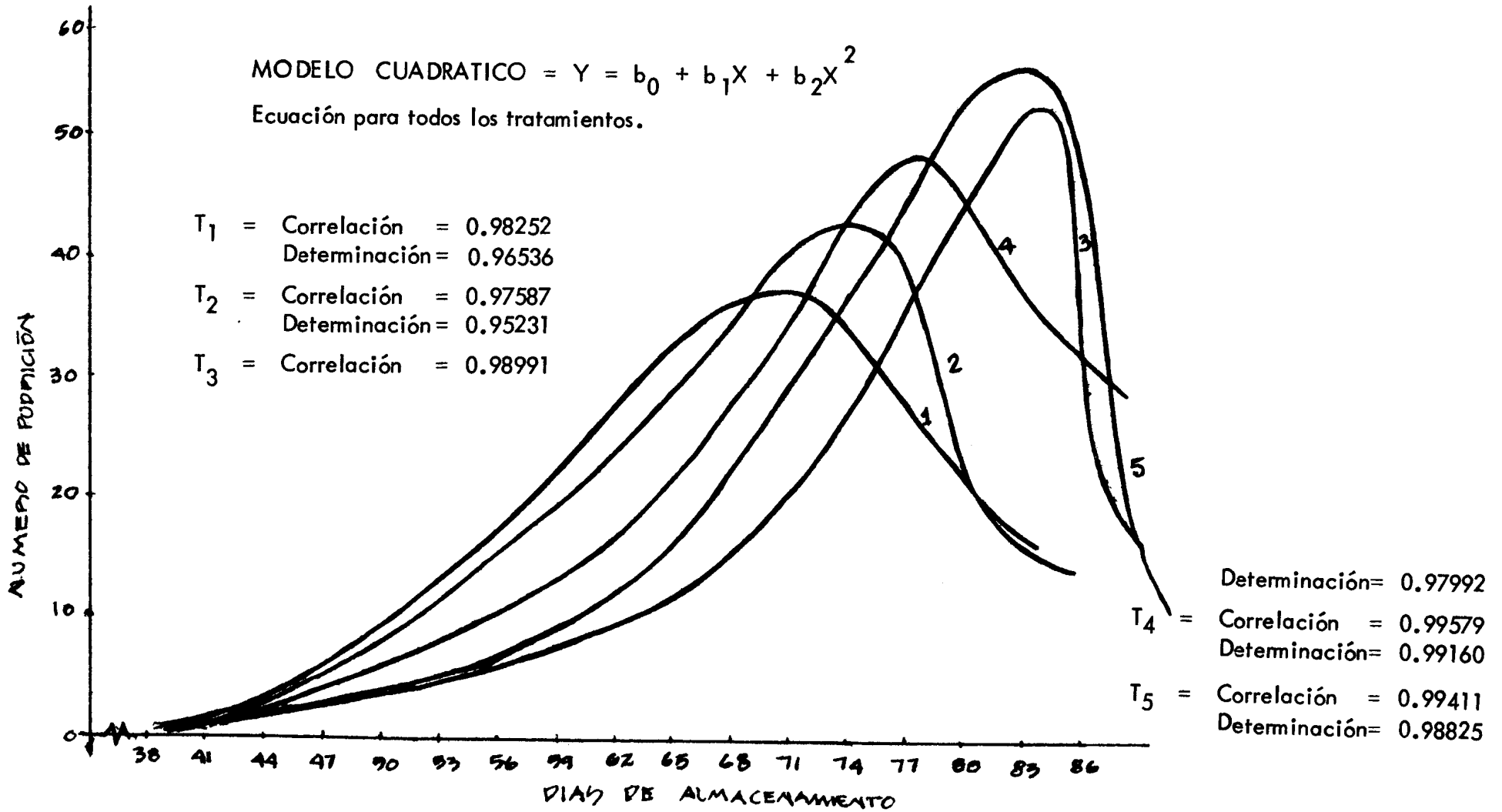


GRAFICA No. 4 Humedad relativa máximas y mínimas durante los meses de noviembre y diciembre en la bodega.



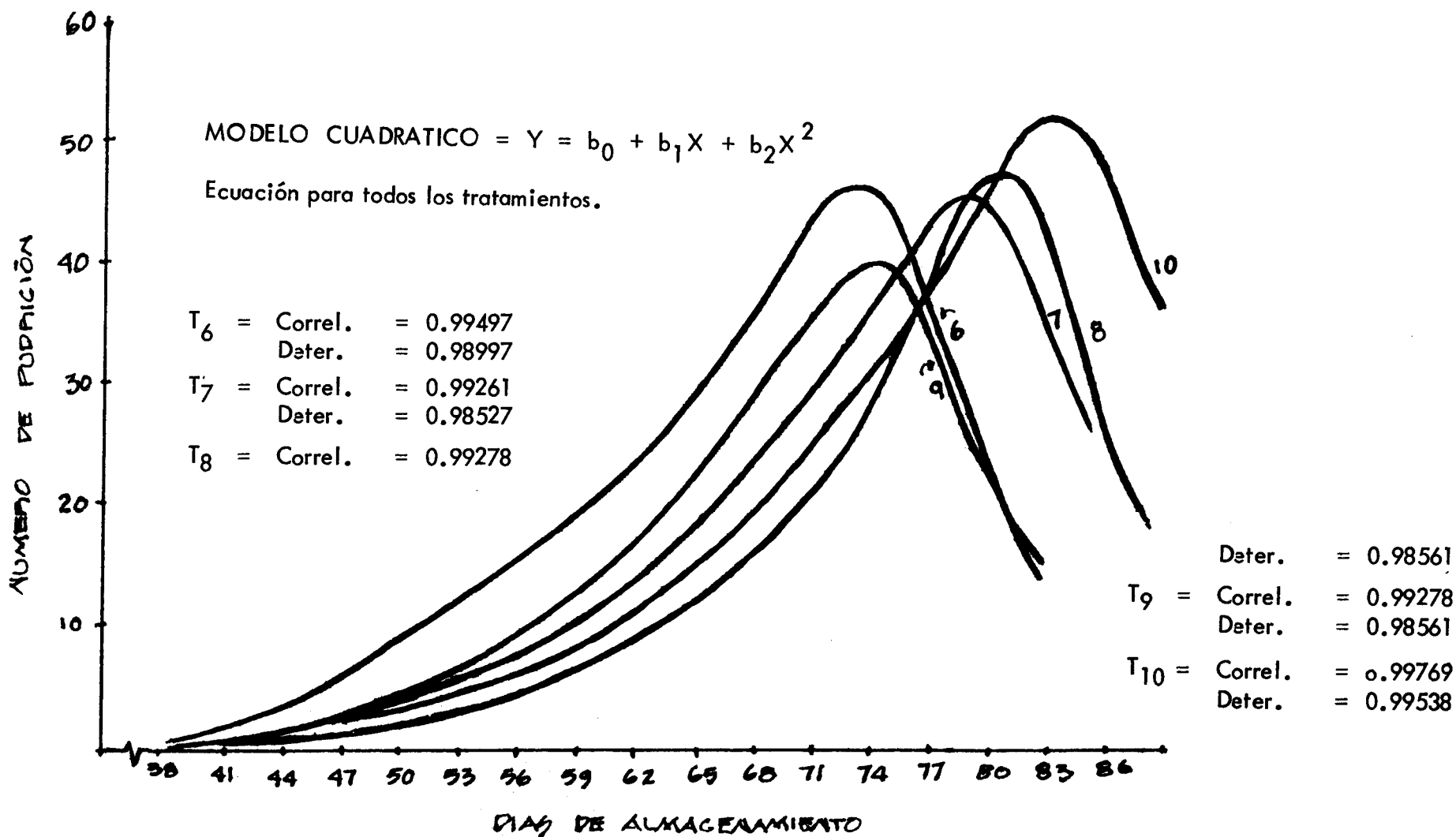
GRAFICA No. 5 Curvas de comportamiento que presentó el material almacenado, curvas que indican el proceso de pudrición de los tratamientos.

62



GRAFICA No. 6 Curvas de comportamiento que presentó el material almacenado, curvas que indican el proceso de pudrición de los tratamientos.

89



VII. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos y en base a los objetivos planteados en este trabajo, se concluye lo siguiente:

1. De los dos reguladores del crecimiento retardadores de la maduración y de la senescencia de frutos, evaluados en almacenamiento de manzana bajo condiciones de bodega rústica, el GA₃ (ácido giberélico 10%), aplicado a una dosis de 25 ppm, presentó mayor efectividad en retardar la maduración, aplicando a la variedad Red Delicious, a la vez, produjo buena coloración en los lotes tratados de la misma variedad.
2. La aplicación de GA₃ (ácido giberélico 10%) a una dosis de 50 ppm, produjo una ligera aceleración de la maduración en las dos variedades.
3. El ALAR, (ácido succinico 2, 2-dimetilhidracida 85%) aplicado a una dosis de 500 ppm, produjo mayor grado de sacarosa aplicado a la variedad Red Delicious, siendo este resultado efectivo.
4. La variedad Winter Banana, no presentó mayores cambios (no hubo significancia) al ser tratada con los dos reguladores del crecimiento, retardadores de la maduración y de la senescencia de frutos.
5. La eficiencia en la conservación y el tiempo de almacenamiento, se vió incrementado en 8 días con la aplicación de reguladores de crecimiento, en la variedad Red Delicious.
6. La variedad Winter Banana, no presentó ningún incremento de tiempo de almacenamiento con la aplicación de los productos reguladores del crecimiento.
7. La variedad Red Delicious, presentó cambios en coloración con la aplicación de los dos reguladores del crecimiento, sobre saliendo el tratamiento número 7 (GA₃ a 25 ppm), con una coloración máxima.
8. Con el almacenamiento se logró un incremento de precio en un 110%.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar evaluando estos reguladores del crecimiento, retardadores - de la maduración y de la senescencia de frutos, en la forma y dosis utilizados en este estudio, en condiciones climáticas diferentes, para determinar sus efectos, al cambio de las condiciones.
2. Se recomienda almacenar manzana de la variedad Winter Banana, sin aplicación de GA₃ y de Alar productos reguladores del crecimiento que actúan como retardadores - de la maduración y senescencia de frutos; ya que éstos no producen ningún efecto en cuanto a prolongar el tiempo de almacenamiento.
3. Se recomienda el uso de Alar y GA₃ en la variedad Red Delicious al almacenar frutos de manzana a dosis GA₃ 25 ppm y Alar 500 ppm.
4. Los resultados de este experimento se recomiendan para el área de Chimaltenango, Sacatepéquez, Sololá. Aparte de los lugares recomendados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. AGRICULTURAL CHEMICAL; fumigants, growth regulators, repellents, and rodenticides. New York, Thomson Publications, 1981. pp. 39-44
2. AGROQUIMICAS DE GUATEMALA. Crecimiento planeado, ganancia planeada; Pro-Gib (ácido giberélico). Guatemala, 1983. 11 p.
3. AREVALO E., B. Fruticultura; deciduos de Guatemala. Guatemala, Landivar, 1979. pp. 8-10
4. AVELAR Y FORMUCASA DE GUATEMALA. Estudio sobre comportamiento de tres dosis de ALAR en manzana. Guatemala, 1983. 2 p.
5. BEAULIEU G. et. al. Reguladores de crecimiento. Barcelona, España, Oikos-Tau, 1973. 246 p.
6. COUNTAUCEAU, M. Fruticultura. Barcelona, España, Ediciones de Occidente, - 1965. pp. 517-530
7. EFFERSON, N. J. Comercialización de frutas y hortalizas. Agricultura de las Américas (Estados Unidos) 31 (10): 10, 47-48, 50. 1982.
8. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Interrelaciones de la demanda de las principales frutas. Roma, 1968. 27 p.
9. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Cultivo nacional de manzana. Censos 1978/79. Guatemala, 1981. pp. 303-309
10. _____ DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRICOLA. Cultivo de manzana en el altiplano de Guatemala. Guatemala, 1970. 46 p. (Boletín Técnico No. 27)
11. _____ DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. Frutales. Guatemala, 1979. 117 p.
12. _____ INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Planos y costos de la bodega rústica. Labor Ovalle, Quetzaltenango. Guatemala, - 1983. 5 p. (inédito)
13. _____ Producción nacional y regional de frutales (manzana, peras, ciruelas, melocotones y duraznos); capacidad de almacenamiento en cuartos refrigerados. Guatemala, 1983. 24 p.

14. _____ . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Diccionario geográfico - de Guatemala. Guatemala, 1982. v. 4, p. 47
15. _____ . INSTITUTO NACIONAL DE COMERCIALIZACION AGRICOLA. Algunos aspectos sobre la producción y comercialización de manzana. Guatemala, 1974. 36 p.
16. _____ . Precios promedios mensuales y anuales al por mayor de frutas. Guatemala, 1983. 3 p. (inédito).
17. _____ . Consideraciones sobre producción y comercialización de hortalizas y frutales del altiplano occidental con fines de exportación. Guatemala, 1984. 62 p.
18. _____ . OBSERVATORIO METEOROLOGICO NACIONAL. Datos de precipitaciones del municipio de Tecpán Guatemala; 1977-1983. s.n.t.
19. HOLDRIDGE, L. R. Ecología; basada en zonas de vida. Traducido por Humberto Jiménez. San José, Costa Rica. IICA, 1982. p. 215
20. JUSCAFRESA, B. Como ganar dinero con el cultivo de árboles frutales (pera, manzano, melocotonero). España, SERTEBI, 1974. 211 p.
21. KRAMER, S. Fruticultura. México, Continental, 1982. 276 p.
22. LAMORCA, F. Los árboles frutales. España, De Vecchi, 1979. 225 p.
23. PANTASTICO, ER. B. Fisiología de la post-recolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. México, Continental, 1979. 663 p.
24. PROPUESTA DE una estrategia para el fomento y desarrollo de fruticultura decidua de Guatemala. Agronomía (Guatemala) 4(28): 16-18. 1981.
25. RAVEL D'ESLAPON, G. Nuevo tratado de fruticultura. 2a. ed. España, Blume, 1978. pp. 168-202
26. ROJAS, G. M. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitoreguladores. México, Limusa, 1980. 116 p.
27. SCHNEIDER, G. W. Cultivo de árboles frutales. México, Continental, 1961. 433 p.
28. TAMARO, D. Tratado de fruticultura. 2a. ed. Barcelona, España, Gustavo Gili, 1979. 921 p.

29. U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Efecto de plaguicidad en la fisiologia de frutos y hortalizas. México, Limusa, 1978. v. 6, 130 p.
30. WEAVER, R. J. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Trillas, 1976. 622 p.

X. APENDICE

NOTA

Los "Diseños" de la bodega rústica utilizados en este trabajo, fueron proporcionados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Labor Ovalle Quetzaltenango. Estos diseños fueron realizados por el Ingeniero Agrónomo Luis Enrique Santizo Flores.

Los diseños originales se encuentran en la Institución.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

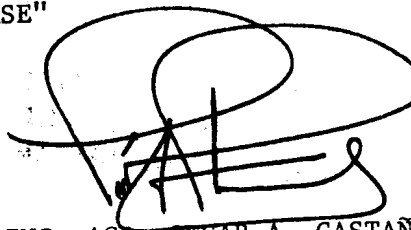
Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....
.....

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O