



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

**"Uso de Etileno en la Maduración Homogénea de
Plátano, Previamente Tratado con Emulsiones de
Cera de Candelilla"**

CUAUHTEMOC BARRIOS GARCIA

QUIMICO

México, D. F.

1977
~~1977~~



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS 1937
N. ~~45~~ 45
FECHA _____
PROG. _____



NUESTRA CIENCIA,

COMPARADA CON LA REALIDAD, ES PRIMITIVA

E INFANTIL, SIN EMBARGO,

ES LO MAS PRECIOSO

QUE TENEMOS.

Alberto Einstein.

PRESIDENTE: GUADALUPE VELEZ PRATT
VOCAL: ALFONSO ROMO DE VIVAR.
SECRETARIO: GABRIEL SIADE BARQUET.
1er. SUPLENTE: CARLOS ROMO MEDRANO.
2do. SUPLENTE: INES FUENTES NORIEGA.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
FACULTAD DE QUIMICA, UNAM.

SUSTENTANTE:

CUAUHTEMOC BARRIOS GARCIA.

ASESOR DEL TEMA:

DR. GABRIEL SIADE BARQUET.

A G R A D E C I M I E N T O S

El presente trabajo fué elaborado bajo la dirección del Dr. Gabriel Siade Barquet y el asesoramiento de la Srita. Q. Esperanza Pedraza García, a quienes agradezco el apoyo que me brindaron en la realización de este estudio.

El presente trabajo se realizó con ayuda económica del CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA y de la COMISION DE LAS ZONAS ARIDAS, a quienes quiero hacer patente mi agradecimiento.

Al equipo de investigación de cera de "CANDELILLA".

- M. en C. Eduardo Marambio Dennett.
- Q. Sergio Chatelaín Mercado.
- I.Q. Dagoberto Castillo Animas.
- M. en C. Clara Pelayo Zaldivar.
- I.A. Epifanio Palomera Ruezga.
- Q. Nicolás Alfaro Vidaur.
- M. en C. Jaime Medina Oropeza.

Y a todos aquellos cuyos nombres se escapan a esta lista extendiendo mi gratitud.

A MIS PADRES:

Señor Salvador Barrios Tepalcapa
Señora Benita García Avila.

A Mis Maestros
y Compañeros.

A la Srita. Química
Esperanza Pedraza García.

I N D I C E

OBJETIVO

CAPITULO I

A. <u>INTRODUCCION.</u>	3
-------------------------	---

CAPITULO II

METODOS DE CONSERVACION DE FRUTOS FRESCOS

A. <u>Introducción</u>	5
B. <u>Refrigeración</u>	5
1. Calor liberado	5
2. Temperatura de las Camaras de Almacenamiento	6
3. Humedad de las Camaras de Almacenamiento	6
4. La Refrigeración y la Cadena del Frio	6
C. <u>Atmosfera Controlada.</u>	11
1. Efectos Bioquímicos de Bajas Concentraciones de Oxígeno	11
2. Efectos Bioquímicos de Altas Concentraciones de Bióxido de Carbono	12
3. Comportamiento del Fruto Después de su Almacenamiento bajo Atmósfera controlada	13
D. <u>Almacenamiento Hipobárico</u>	15

E. <u>Uso de Cubrientes</u>	18
1. Cera de Candelilla.	19

CAPITULO III

FACTORES EN EL DESARROLLO DE LOS FRUTOS Y CONCEPTO DE CLIMATERIO

A. <u>Factores de Pre y Postcosecha que Influyen de Manera Directa en la Calidad de los Frutos.</u>	22
1. Factores Ambientales y Culturales	23
2. Indice de Cosecha	25
B. <u>Definición de Climaterio</u>	27
1. Generalidades Sobre Frutos Climatéricos y no Climatéricos a la Acción del Etileno	30

CAPITULO IV

MADURACION DEL PLATANO

A. <u>Introducción</u>	33
B. <u>Condiciones de la Maduración.</u>	35
1. Las Fases de la Maduración del Plátano "Gross Michel"	35
C. <u>Introducción de la Maduración</u>	36
1. Metodos de Aplicación del Etileno	39
2. Un Modelo de Activación del Etileno	40

CAPITULO V

EXPERIMENTAL

A. <u>Materiales y Métodos</u>	42
1. Fundamento de los métodos	44
1. Acido L. ascórbico	44
2. Azúcares reductores	46
3. Azúcares totales	47
4. Almidón	47
5. Extracción y determinación de sustancias pécticas totales en frutas	47
2. Experimentos Típicos	49
1. Acido ascórbico	49
2. Azúcares totales	50
3. Almidón	51
4. Substancias pécticas	52
B. <u>Descripción de Experimentos</u>	54
1. Experimento I	54
2. Experimento II	59
3. Experimento III	69
4. Experimento IV	77
C. <u>Resultados</u>	97

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

O B J E T I V O

El presente trabajo tiene el proposito de ayudar a resolver los problemas nacionales empleando los medios disponibles, es una alternativa a la solución de la pérdida de gran cantidad de plátano no comercializado por sobreproducción.

El plátano ocupa el tercer lugar en la producción nacional de frutas (1975)⁸

Sup. Cosecha	Producción	Valor de la producción
(Ha)	(Ton)	(\$)
74,785	1,197,484	1,197,484,000

México ocupa el 5° lugar en la producción mundial de plátano (1974), con 1,097 954,000 toneladas⁸

El plátano se cultiva en los siguientes estados del país:

Colima	San Luis Potosí
Veracruz	Morelos
Oaxaca	Edo. de México.
Tabasco	Hidalgo
Chiapas	Yucatán
Michoacan	Campeche
Guadalajara	Tamaulipas
Guerrero	Chihuahua
Nayarit	Quintana Roo
Sinaloa	Zacatecas
Puebla	Queretaro

Siendo los principales productores: Colima, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Nayarit, Guerrero, y Oaxaca los cuales representan el 83% de la superficie total y el 93% del volumen y valor de la producción total.

Las cifras anteriores muestran la enorme cantidad de plátano que produce el país y que gran parte de ella no encuentra mercado. Experimentar técnicas ya establecidas y adecuarlas mediante un método que prolongue la vida de almacen de frutos en estado fresco, mientras encuentran mercado; es ayudar a la economía de la fruticultura mexicana.

En estudios anteriores a este trabajo²¹ se observó que los cubrientes de cera de candelilla aplicada a plátano aumentan la vida de almacenamiento pero acentúan la irregularidad de la maduración que ya de por sí se observa en -- plátano no encerado, debido a que no todo el plátano presenta el mismo grado de madurez cuando se cosecha. Un tratamiento posterior con etileno induciría y uniformizaría -- el proceso bioquímico y fisiológico de la maduración.

El objetivo es pues, determinar las condiciones óptimas para la maduración de plátano, previamente tratados -- con cubrientes de cera de candelilla mediante la aplicación de etileno a una concentración adecuada.

CAPITULO I

A. INTRODUCCION

La alimentación es una de las necesidades fundamentales en la vida del hombre.

El suelo, la luz y agua son fuentes que generan grandes cantidades de alimento en base a técnicas racionales aplicadas a la explotación de tierras y de la subsecuente industrialización de sus productos.

Los frutos, siendo productos perecederos, comienzan a descomponerse poco después de su recolección (Esquema II); de su demanda en los mercados nacionales y de exportación surgió la necesidad de buscar alternativas para controlar "algunos" de los procesos biológicos-bioquímicos, y de ésta manera conservar los frutos por más tiempo en vida de - postcosecha, para que sean consumidos, en el momento y en el lugar en que sean requeridos.

Hoy en día el suministro moderno de alimentos "frescos" de mayor calidad involucra las investigaciones del - hombre de ciencia en los fenómenos naturales y la subse- - ciente aplicación tecnológica de sus descubrimientos. El uso inteligente que haga de los recursos vegetales se puede concretar a un modelo social como el presente:

$$\text{Nivel de vida} = \frac{\text{Recursos} \times \text{Tecnología}}{\text{Población}}$$

Del anterior modelo se observa que el uso adecuado - de los recursos y la aplicación tecnológica en base a estu dios de los mismos redundará en beneficio del desarrollo - económico y cultural de la sociedad.

CAPITULO II

METODOS DE CONSERVACION DE FRUTOS FRESCOS

A. Introducción.

La tecnología moderna ha desarrollado técnicas para prolongar la vida de postcosecha de hortalizas y frutas en estado fresco, tales como: refrigeración, atmosfera controlada, almacenamiento hipobárico, aplicación de reguladores (fitohormonas), uso de cubrientes, etc.; los cuales pueden emplearse sólo o combinados.

B. Refrigeración.

B. 1 Calor Liberado.-

En el almacenamiento las frutas continúan con sus procesos fisiológicos, por lo que la energía liberada por las reacciones bio-oxidativas en forma de calor debe tenerse presente⁹. En plátano el calor desprendido varía dependiendo del clón, grado de madurez y temperatura del almacén (tabla A). Para poder establecer el requerimiento de frío o carga de refrigeración en una bodega de frutas es imprescindible tener información sobre: temperatura inicial del almacén, calor desprendido, calor específico del fruto, punto de congelación, temperatura óptima de vida de almacén y la cantidad de fruta que va a ser puesta en el almacén.

B. 2. Temperatura de las camaras de almacenamiento.

El control de la temperatura en las bodegas es muy importante pues si existen variaciones pueden ocurrir daños por sobreenfriamiento; además las fluctuaciones en la temperatura tienden a provocar la condensación de la humedad sobre los frutos (esto favorece la proliferación de hongos). Para mantener este parámetro en el intervalo deseado es indispensable trabajar en almacenes dotados de controles relativamente sensible. En plátano la temperatura requerida es de 11.7-15.5°C (tabla A).

B. 3. Humedad de las cámaras de almacenamiento.

El % de humedad en el aire está relacionado directamente con el mantenimiento de la calidad de los frutos y el tiempo de su vida de almacén.

Si el aire está seco el marchitamiento de los frutos es mayor y si está muy humedo se favorecerá la pudrición, con mayor propensión si la temperatura es alta.

La humedad relativa requerida para el almacenamiento del plátano es de 85-90%, (tabla A). El uso de equipo moderno hace más exacto el control de la humedad.

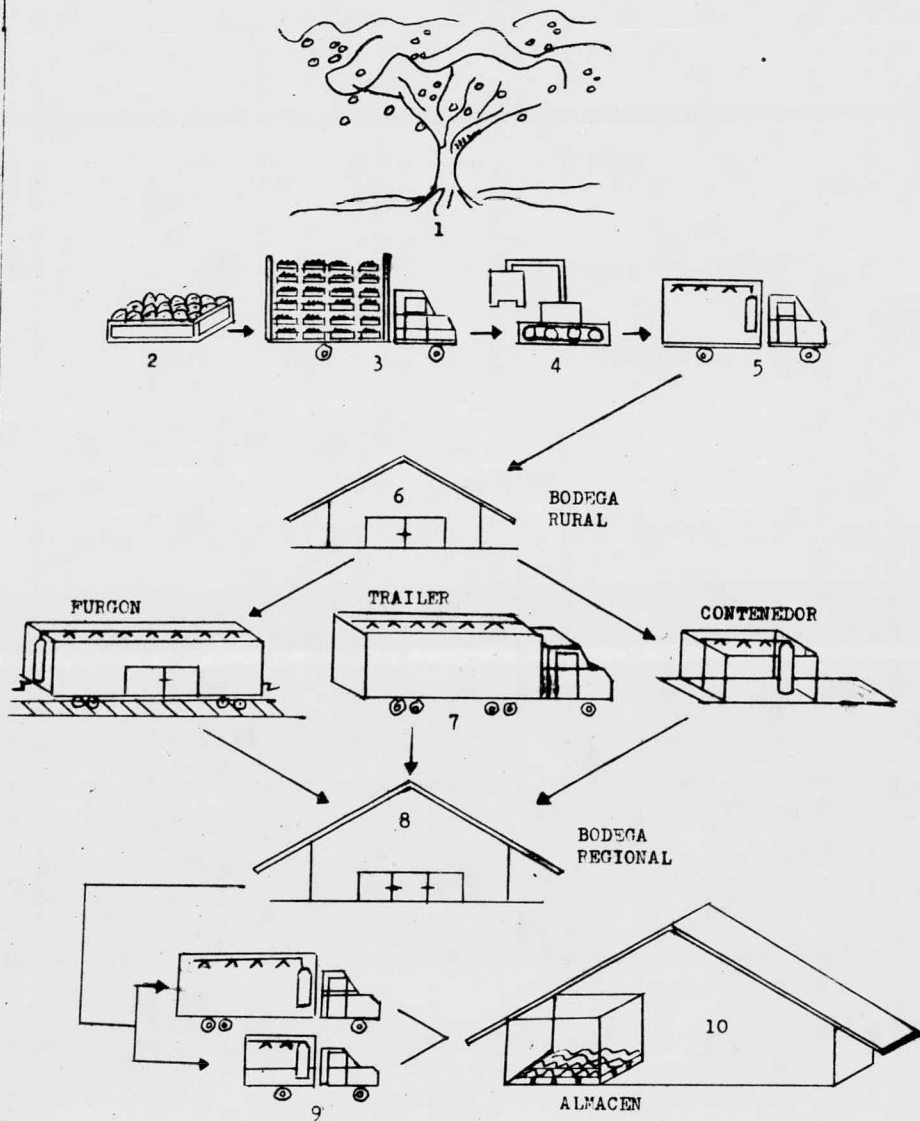
B.4. La refrigeración y la cadena del frío.

Es el almacenamiento y transporte de alimentos en ba a un sistema de refrigeración que implica la existencia de cámaras frigoríficas en las zonas rurales y urbanas (esque

ma I), y de equipo de transporte con refrigeración que -
permite retrasar los procesos bioquímicos del producto y -
la proliferación de microorganismos patógenos¹.

La refrigeración también reduce el ritmo respiratorio
y por consecuencia retarda la aparición del climaterio - -
(tabla A y gráfica 1).

ESQUEMA I
LA CADENA DEL FRIO¹



(Tomado de la revista NATURALEZA Diciembre 1970)

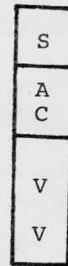
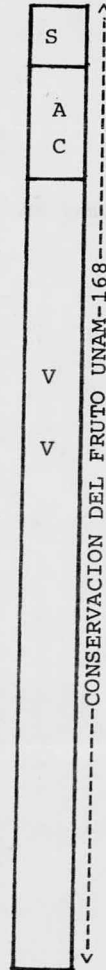
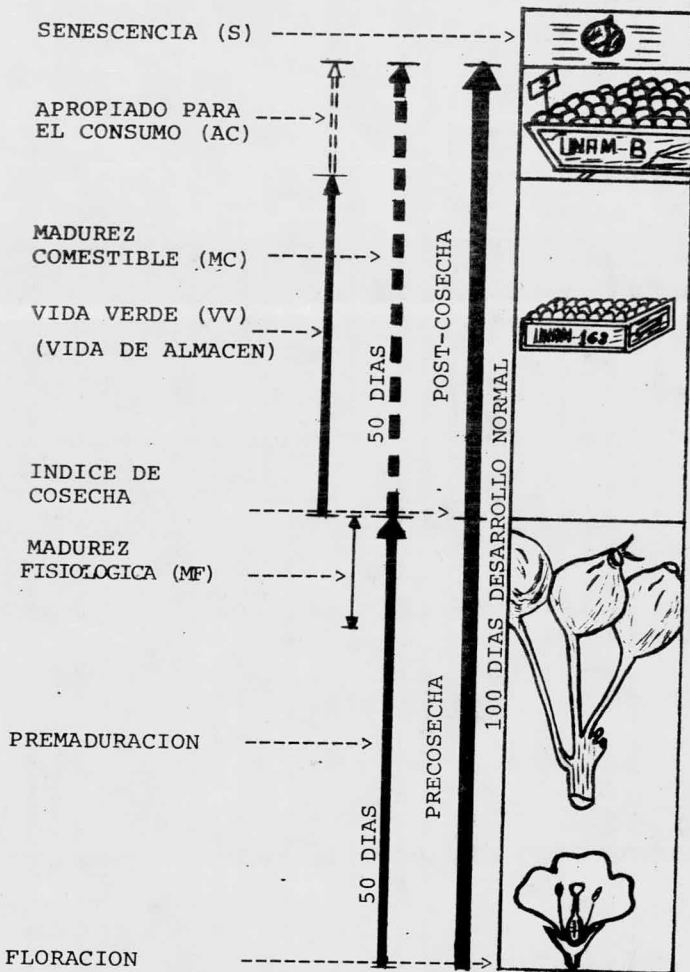
TABLA A

CONDICIONES RECOMENDADAS PARA LA REFRIGERACION²²

FRUTAS (ESTADO DE MADUREZ)	TEMPERATURA (°C)	H. R. (%)	VIDA DE ALMACEN (SEMANAS)	CALOR LIBERADO BTU/Ton. Día	PERDIDA DE PESO (%)
Plátano					
Lacatan, sazón	12.8-15.5	85-90	4	5,280-6,600	6.2
Lacatan, maduro	12.8	85-90	1.5	9,282	
Latundan, sazón	14.4-15.5	85-90	3-4	5,500-6,600	5.8
Latundan, maduro	12.8-14.4	85-90	1		
Cavendish, sazón	12.8-14.4	85-90	3-4	6,600	5.2
Cavendish, maduro	12.8	85-90	1.5	11, 200	
Plantain, sazón	10	85-90	5	3,960	6.0
Plantain, maduro	7.2-10	85-90	1.5		
Naranja Valencia	4.45-5.65	88-92	5-6	2,545	12.0
Manzana Custard	5.0	85-90	6		
Aguacate West Indian	12.8	85-90	2	10, 400	6.3
Guayaba	10	85-90	2-5	7,040-7,700	14.0
Papaya, sazona	10	85-90	3-4	2,500	5.8
Papaya, madura	8.35	85-90	2-3		
Zapote cambiante	19.4-26.2	85.90	2.5	3,300-5,500	12.0
Zapote, maduro	0.1.15	85-90	2		

ESQUEMA II

DESARROLLO DE LOS FRUTOS, MODELO PARA 100 DIAS



INDUCCION DE LA MA-
DURACION DEL FRUTO C_2H_4

Cuauhtémoc Barrios G.
1977

C. Atmósfera controlada.

Durante mucho tiempo se han venido almacenando los - frutos bajo aire de composición normal y se ha observado - que la temperatura y ciertos gases afectan la velocidad - de respiración. Investigaciones fisiológicas² indican que el almacenamiento bajo atmósferas con menor concentración de oxígeno y mayor de bióxido de carbono, ofrecen múlti- - ples ventajas. En esta técnica los frutos se almacenan en un medio atmosférico cuya composición y concentración di- - fiere de la del aire en: O_2 , CO_2 y N_2 . En las atmósferas controladas se pueden considerar también la adición de sus- - tancias gaseosas como: CO , C_2H_4 , C_2H_2 , etc., pero tradicio- - nalmente sólo se refieren a:

1. Mayor concentración de nitrógeno (N_2).
2. Mayor concentración de bióxido de carbono (CO_2)²²
3. Menor concentración de oxígeno (O_2).

El fin primordial del almacenamiento en atmósfera -- controlada es aumentar la vida de almacenamiento de los - frutos al reducir la velocidad de respiración y por conse- - cuencia la madurez comestible.

C.1. Efectos bioquímicos de bajas concentraciones de oxígeno (O_2)

1. La maduración se retarda y por consecuencia la vi- - da de almacenamiento se prolonga.
2. La desaparición de la clorofila se retarda.
3. La producción endógena de etileno se inhibe.
4. La proporción de ácidos grasos insaturados cambia.

5. La degradación de compuestos pécticos insolubles no es tan rápida como en condiciones normales.

C.2. Efectos bioquímicos de altas concentraciones de bióxido de Carbono.

Cuando la cantidad de bióxido de carbono en el almacén aumenta, la concentración en los espacios intercelulares del fruto también se incrementa. Este fenómeno es reversible; altas concentraciones de CO_2 en la célula generalmente producen los siguientes cambios:

1. Disminución de reacciones sintéticas de la maduración (pigmentos y proteínas).
2. Inhibición de la actividad de algunas enzimas - (deshidrogenasa succínica, citocromo oxidasa, etc.)
3. Disminución en producción de volátiles.
4. Modificación del metabolismo de ácidos orgánicos, especialmente acumulación de ácido succínico.
5. Lentitud del desdoblamiento de sustancias pécticas.
6. Inhibición de síntesis de clorofila.
7. Alteración de la proporción de algunos azúcares.

El CO_2 puede retardar la germinación de esporas y el crecimiento de algunos hongos, pero en cuartos donde el vapor de agua se condensa hay desarrollo de hongos aún cuando el CO_2 se encuentre en exceso, de ahí que se recomienda el uso de fungicidas.

C. 3. Comportamiento del Fruto Después de su Almacenamiento Bajo Atmósfera Controlada.

Un alto contenido de CO_2 y/o bajo de O_2 pueden -- originar desviaciones en el metabolismo normal, tal que -- puede originar daño al tejido de la fruta. Cuando los -- productos de sacan del medio atmosférico de almacenamiento al aire, se inicia una serie de cambios abruptos; la firmeza disminuye, la respiración aumenta y puede originar un encafecimiento del tejido (plátano). Si el almacenamiento ha sido largo el amarillamiento es a veces lento y difícil (plátano).

Cuando las condiciones atmosféricas son óptimas, las características organolépticas son mejores, que después del almacenamiento en refrigeración²².

REQUERIMIENTOS Y VENTAJAS DE ALMACENAMIENTO EN ATMOSFERA CONTROLADA EN FRUTOS²²

FRUTOS	TEMPERATURA °C	% O ₂	%CO ₂	VIDA DE ALMACEN (semanas)	OBSERVACIONES	REFERENCIA
Aguacate	10	1	9	8	Lula (Florida)	Hatton, T. T.
Plátano	16	2	6-8	3	Lakatan (Fili- pinas).	Swock, R. M.
Naranja	1	15	0	12	"Valencia"	Chase, W.C.
Mango	6-7	5	7.5	4-5	Sin ventaja (Filipinas)	Hatton, T.T.
Aguacate	5-7	3-5	3-5	2-3	Fuerte	Biale, J. B.

D. Almacenamiento hipobárico.

Esta técnica de almacenamiento hace uso del vacío parcial o presión subatmosférica. Al reducir la presión de los gases en el almacén se reduce también la presión parcial del oxígeno (concentración de O_2) en el interior del fruto y se favorece la difusión del etileno en los tejidos de la fruta al exterior, eliminándose por el proceso de "vacío", y por lo tanto impidiendo su acumulación (fisiológicamente activa).

Otra ventaja de esta técnica es que puede reducir daños por frío en frutos con o sin climaterio (gráfica 1). Lo anterior trae como consecuencia el aumento de la vida de almacenamiento por ejemplo plátano "Valery" almacenado con esta técnica tiene una vida de 90 a 100 días (tabla - C) ^{4, 23, 24, 25}

La implantación tecnológica de un sistema con esta técnica se encuentra todavía en un estado incipiente, ya que las instalaciones y costos de su funcionamiento es muy caro.

DAÑO POR FRIO EN
% DE AREA DE SUPERFICIE

LIMONES: 4 SEMANAS A 40°F (5°C)



TORONJA: 7 SEMANAS A 40°F (5°C)



GRAFICA 1³²

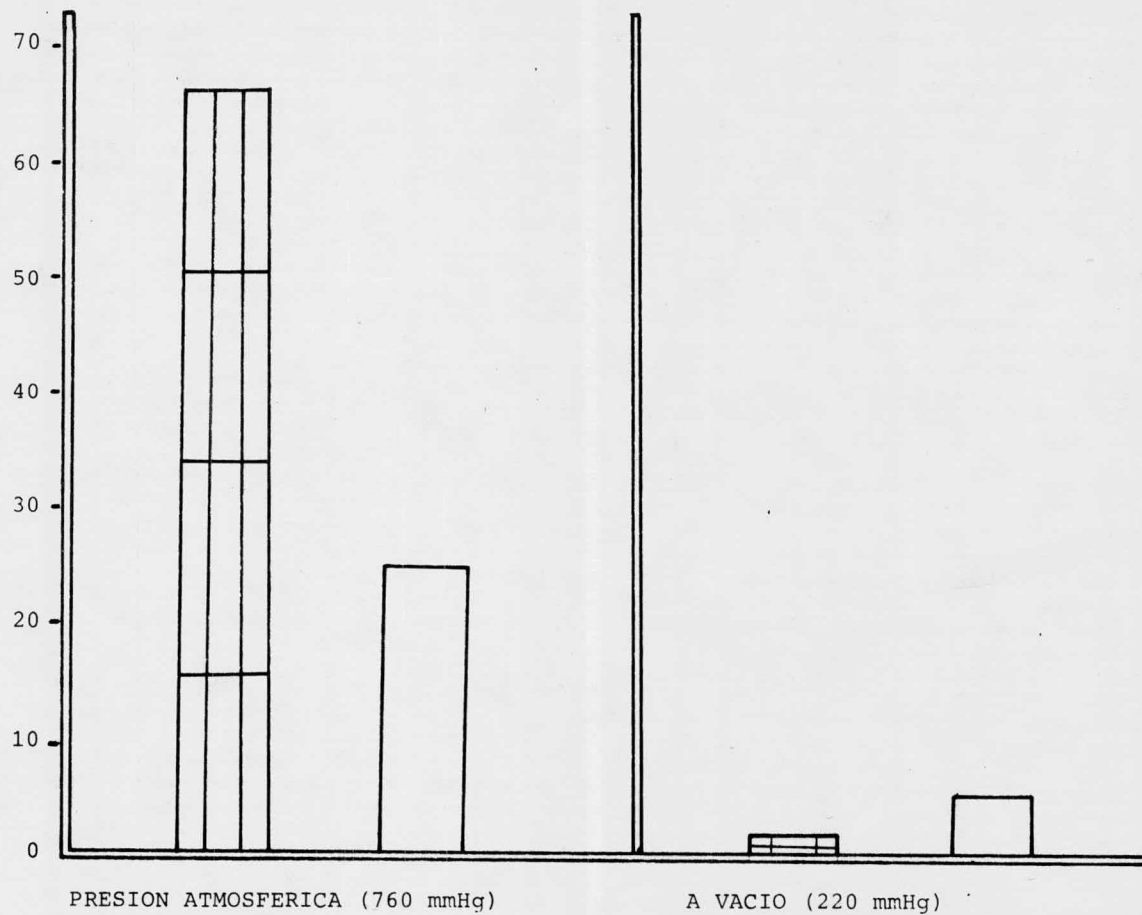


TABLA C

COMPARACION DE LA VIDA DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACION,
ATMOSFERA CONTROLADA Y ALMACENAMIENTO HIPOBARICO (días)^{3 2}

EN FRUTOS Y HORTALIZAS	REFRIGERACION	ATMOSFERA CONTROLADA	ALMACENAMIENTO HIPOBARICO
Fresa	5-7	10-12	21-28
Pimiento verde	16-18	35	50
Pepino	10-14	21	41
Haba, pole	10-13	20	30
Jitomate	14-21	60	60-100
Plátano, Valery	10-14	21	90-150
Aguacte, Lula	23-30	60	90-100
Manzanas en general	60-90	120-200	300
Pera, Bartlett	45-60	120-180	300

E. Uso de cubrientes.

Las frutas y hortalizas tales como: naranjas, coles, etc; presentan una cubierta de cera natural como un medio de protección contra organismos.

Hoy en día el hombre de ciencia imitando a la naturaleza está desarrollando el uso de cubrientes, como un método para prolongar la vida de almacén de frutas frescas a temperatura ambiente²².

Varias formulaciones de ceras han sido desarrolladas y probadas experimentalmente³⁴, así tenemos: emulsiones de cera de carnaúba, petronauba "C" candelilla¹⁹, etc.

Entre los métodos de aplicación de emulsiones de ceras se tienen: espumantes, aspersión y por inmersión²².

Entre los componentes más típicos para su preparación se tienen: parafinas, polietileno, acetato de vinilo, resinas, cera de carnaúba y cera de candelilla - - (Euphorbia cerifera alc.).

La composición aproximada de la cera de candelilla refinada es:

	%
Hidrocarburos	50-51
Esteres de ácidos grasos y alcoholes	28-29
Aldehidos, libres, esteroides y resinas neutras	12-14
Acidos libres	7.9
Materia mineral	0.7
Materia volátil	0.1-1

El encerado en frutos puede considerarse como un aditivo alimenticio, ya que sus características caen dentro de la definición dada por la FAO⁴ son sustancias nutritivas añadidas intencionalmente al alimento, generalmente en pequeñas cantidades para mejorar su apariencia, sabor, textura o propiedades de almacenamiento⁹.

E. 1. Cera de candelilla.-

La aplicación de ceras como películas protectoras para prolongar la vida de almacenamiento de cítricos se remonta al siglo XII-XIII, cuando los chinos sumergían naranjas en cera fundida; sin embargo, fué hasta los años treinta de nuestro siglo cuando esta técnica se utilizó como práctica común. Los productos comerciales que se utilizan para cubrir los frutos hoy en día son: Britex, - - Seevadar, Favorsal, Tag y formulaciones a base de cera de candelilla entre las principales.

En el caso de las emulsiones de cera de candelilla se ha encontrado en numerosos experimentos con diversas frutas, incluyendo plátano, que su aplicación ofrece las siguientes ventajas:

- 1.- No altera la composición química de la fruta, ni sus características organolépticas.
- 2.- Prolonga la vida de almacenamiento.
- 3.- Reduce la pérdida fisiológica de peso cuando menos en un 50%.
- 4.- Es competitiva y, en ocasiones superior, a otros productos comerciales.

En el caso específico del plátano, el recubrimiento puede hacerse por racimos enteros, por "manos" o por dedos individuales²¹.

TRATAMIENTO DE LA FRUTA

Racimo	Cortada en "manos"
Lavado	Desmanillado
Secado	Selección de "manos"
Encerado	Lavado
Secado	Secado
	Encerado
	Secado
	Empaque en cajas

Además este método ofrece las siguientes características:

1. Economía de tratamiento
2. Bajo costo de equipo
3. Secado rápido y
4. Mejora la apariencia.

CAPITULO III

FACTORES EN EL DESARROLLO DE LOS FRUTOS Y CONCEPTO DE CLIMATERIO

A. Factores de pre y postcosecha que influyen de manera directa en la calidad de los frutos.

Hay algo que recordar acerca de la tierra, y es que se parece a un banco; recibes lo que depositas. Devuelve a la tierra lo que le quitaste el año pasado y ella siempre te hará otro préstamo³.

En los primeros estadios del desarrollo de los frutos las células constan sobre todo de protoplasma, con el alargamiento celular aparecen vacuolas, se acumulan en la célula carbohidratos y otras muchas sustancias sintetizadas en las hojas; algunos frutales como la manzana, el plátano y el dátil acumulan carbohidratos; otros como el aguacate y la aceituna son típicamente almacenadores de grasas; los ácidos predominantes son el málico (manzana y pera), el cítrico (limón) o el tartárico (uvas). En todos los frutos es bajo el contenido proteico, desde el 1.7% del peso fresco del fruto en el aguacate al 0.3% en la manzana².

El desarrollo de un fruto de óptima calidad sólo es posible cuando se consideran los factores ambientales y -- culturales, mismos que se reflejan en la vida útil de las

frutas durante el almacenamiento (esquema II).

A. 1. Factores ambientales y culturales.

Factores ambientales

1. Temperatura
2. Humedad relativa
3. Luz (corta o larga longitud de onda)
4. Textura de suelo
5. Aire
6. Altitud
7. Precipitación pluvial

Factores culturales

1. Nutrición mineral
2. Manejo del suelo
3. Porta injerto o patrón
4. Poda
5. Aclareo
6. Aspersión de productos químicos
7. Riego
8. Densidad de población
9. Drenaje

Los anteriores factores se reflejan en²²:

1. Tiempo de almacenamiento
2. Respiración
3. Transpiración
4. Composición química
5. Apariencia externa
6. Estructura anatómica
7. Cualidades de sabor
8. Susceptibilidad a enfermedades

Por lo que los cultivos frutícolas bien planeados producirán frutos de excelente calidad para las transacciones comerciales internas y externas del país. Lo anterior no quiere decir que un cultivo no planificado no producirá, por supuesto que sí será rentable, pero no en las condiciones óptimas.

A.2. Índice de cosecha.

La importancia de tener factores de cosecha (índices) que aseguran grados de maduración es imprescindible - para llevar productos de calidad al mercado.

Así, para determinar el grado de desarrollo de los frutos se tratan de establecer normas para precisar el -- tiempo adecuado de cosecha. Por lo general al cosechar el fruto debe presentar una plenitud de madurez fisiológica, definida como la capacidad que un fruto debe presentar para que madure adecuadamente. Una recolección prematura -- da lugar a una calidad pobre³³, mientras que una tardía -- puede aumentar la susceptibilidad a las enfermedades fungosas, bacterianas, etc. y acortar la vida de almacén del fruto. Mientras que el estado de madurez comestible, es -- el período terminal de la maduración durante el cual la fruta adquiere su desarrollo total y máxima calidad estética.

La determinación de la madurez fisiológica y algunos estados de la madurez comestible es donde surgen dificultades para determinar estados de madurez, ya que aparentemente no hay cambios evidentes de color o firmeza. De ahí la importancia de considerar varios factores para que aseguren grados de calidad comestible y fisiológica, tales como:

1. Observación visual de la piel y plenitud de la fruta.
2. Métodos físicos: firmeza (penetrómetro), gravedad específica, cuantificación de sólidos, etc.

3. Análisis químico: ácidos, relación sólidos/ácidos, contenido de almidón, etc.
4. Cómputo: días, después de antesis.
5. Método fisiológico: respiración.

En plátano la práctica estandar parece ser "angularidad y plenitud o llenura de los dedos, así algunas compañías emplean términos como²⁷:

"3/4": Fruta con aproximadamente la mitad de su tamaño máximo y con ángulos bien definidos.

"3/4 llena": Fruta con angularidad menos prominente.

"Llena": Los ángulos han desaparecido virtualmente.

Esta nomenclatura de estados de sazonamiento (índices) presenta dos desventajas²²:

1. No hay acuerdo en la terminología usada.
2. El término llenura de dedos puede ser útil para un clón, pero inadecuado para otro.

Las limitaciones generales de todos los índices de madurez son debidos a:

1. Nutrición (carencia o abundancia de nutrientes).
2. Tamaño de la fruta.
3. Variedad y efectos estacionales.
4. Posición en el árbol.
5. Tipo de suelo.
6. Humedad.
7. Poda.

A pesar de las anteriores limitaciones es posible -- combinar varios factores para asegurar el tiempo adecuado de cosecha.

B. Definición de climaterio

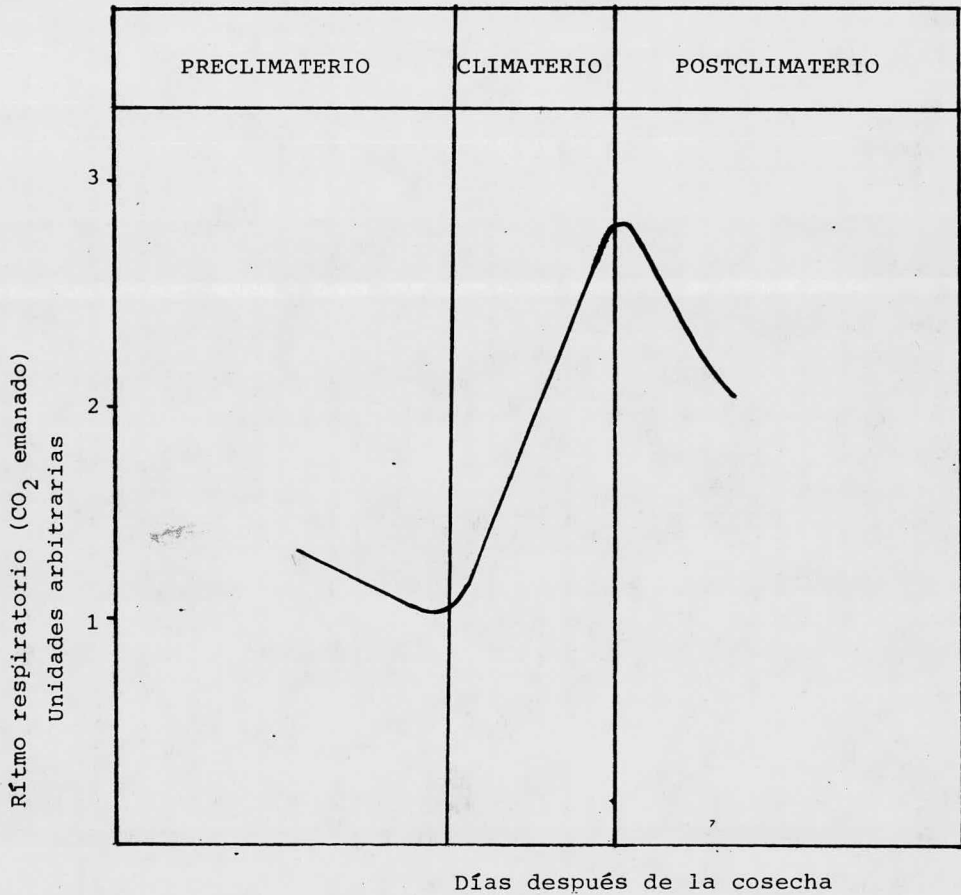
En base al patrón respiratorio que muestran los frutos durante la etapa final del proceso fisiológico de la maduración se han clasificado en climatéricos y no climatéricos.

La curva de la respiración²⁷ durante la maduración del plátano adquiere una forma característica al igual que en multitud de frutos (Gráfica II) y los valores bajos de producción de anhídrido carbónico en el estado de sazónamiento, aumenta drásticamente hasta su punto máximo al aparecer las primeras señales visibles de la maduración comestible, para mas tarde decrecer. A dicho máximo se le denomina pico climatérico.

Cuando el plátano o bien cualquier otro fruto, se cosecha su declinar respiratorio continúa hasta alcanzar un mínimo; diferenciándose el plátano de frutos tales como la toronja y uvas en que en el primero se origina una repentina y marcada activación respiratoria, llamada "climaterio". Hay frutas que presentan el climaterio en el árbol pero en forma menor acentuada que en vida de almacén. Es un hecho que en el mismo grado de madurez una fruta en el árbol presenta su maduración comestible más lenta que una desligada.

La curva de la respiración durante la maduración del plátano, asume una forma característica al igual que en multitud de frutas²⁷.

GRAFICA II



Otra forma de considerar el comportamiento respiratorio de los frutos en vida de postcosecha es la de Iwata y Col. (1969), quienes propusieron tres tipos de patrones respiratorios de frutas, a saber²²:

1. Disminución gradual.- La velocidad de respiración decrece gradualmente después de la cosecha, ej. toronja.
2. Elevación temporal.- La velocidad de respiración aumenta temporalmente y el completo estado de madurez comestible ocurre después del pico respiratorio, ej. plátano, jitomate, mango, - - aguacate, etc. (G.III: C).
3. Pico tardío.- La máxima velocidad respiratoria coincide con el estado sobremaduro o sea que la madurez comestible se alcanza antes del pico, ej. fresa, durazno, etc.

Los cambios bioquímicos asociados con la maduración comestible pueden ser los mismos para frutos climatéricos y no climatéricos, pero sólo el tiempo y respuesta de los eventos es diferente (G III: A y B). En el primer caso el etileno es sólo eficaz cuando se aplica en la fase preclimática y no altera en los frutos la naturaleza de sus - constituyentes principales; la respuesta se produce con - concentraciones de 0.2-1 ppm⁵.

En cambio, en los frutos no climatéricos la respuesta puede estimularse en cualquier momento de la vida

del fruto desprendido, siendo tanto mayor el estímulo -- cuanto mayor sea la concentración de etileno que actue dentro de una amplia gama de concentraciones (G.III:A). En base a lo anterior el climaterio puede considerarse como la fase en la vida de los frutos que separa las --- etapas de desarrollo y sazোনamiento de la senescencia²; durante el se producen marcados cambios en la resistencia a las enfermedades, características celulares y - - reacciones metabólicas, todos los cuales conducen a la senescencia y putrefacción. Otra forma de visualizar el climaterio es verlo como el fin natural de un período de síntesis activa y el comienzo de la senescencia de la fruta²².

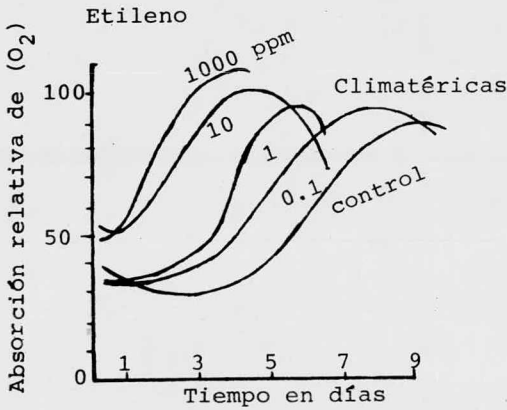
B.1. Generalidades sobre frutos climatéricos y no climatéricos a la acción del etileno.

La respuesta de las frutas a la acción del etileno es otra forma de saber si son climatéricos o nó; los frutos climatéricos sólo responden en la etapa preclimatéricas y las no climatéricas en cualquier grado de madurez de vida de almacenamiento (Gráfica III-A y III-B).

Climatéricas.

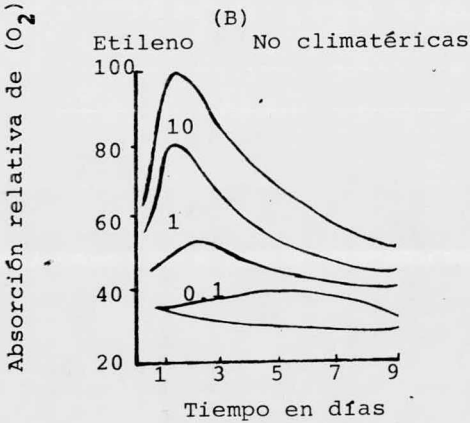
1. Sólo responden en estado preclimatérico.
2. Se vuelven insensibles después del comienzo de la elevación climatérica.
3. El etileno provoca la maduración, estimula el intercambio respiratorio y cataliza el comienzo de la actividad climatérica.

(A)



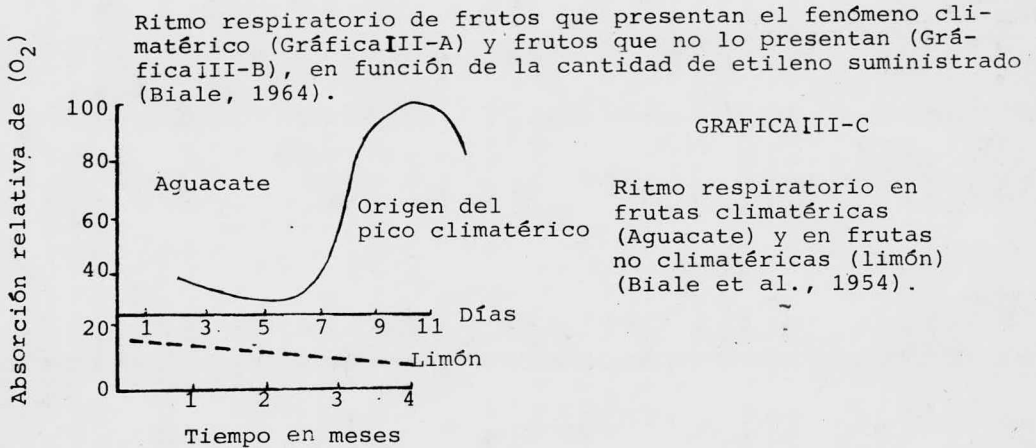
GRAFICA III-A

Desplazamiento en tiempo del patrón respiratorio dependiendo de la concentración del etileno aplicado.



GRAFICA III-B

Elevación respiratoria en forma proporcional a la concentración del etileno suministrado.



GRAFICA III-C

Ritmo respiratorio en frutas climatéricas (Aguacate) y en frutas no climatéricas (limón) (Biale et al., 1954).

No climatéricas.

1. Responden al etileno en cualquier estado de postcosecha.
2. Promueve la lenta utilización de los azúcares solubles en vez de la hidrólisis de los carbo--hidratos insolubles.

CAPITULO IV

MADURACION DEL PLATANO

A. Introducción.

Las técnicas de la maduración de plátano se han -- ido transformando a la luz de nuevas observaciones. Así - en algunos países tropicales para madurar plátano de consumo local, lo que hacen es colgar los racimos a la sombra. En las montañas de Padua y Nueva Caledonia, los racimos - los maduran enterrándolos en lodo (Massal y Barran, 1956). En la región de Mawokota (Africa Oriental) mezclan las variedades "mbidde y gonja" y los suspenden en una red sobre un fuego lento. En cambio en la India, según Von Loesecke 1950, la maduración artificial es practicada en gran escala, exponiendo la fruta a humo y calor en una bodega cerrada con un tiempo de exposición que varía de 1-7 días²⁷.

Con las técnicas modernas se controla la temperatura, la humedad y la atmósfera que son muy importantes, para estimular la maduración comercial.

Las condiciones de la maduración comercial en los Estados Unidos, Inglaterra y Australia se resumen en la tabla (E).

MADUFACION COMERCIAL DE LOS PLATANOS(27)

DATOS DE VON LOESEECKE (1950), FURLONG (com.pers), YOUNG y Col. (1932)

	ESTADOS UNIDOS			GRAN BRETAÑA		AUSTRALIA	
	Indice de respiración			Clon		Estación	
	Rápido	Mediano	Lento	"Gros Michel"	Grupo Cavendish	Verano	
Comenzando con fruta sazona	21°C, a humedad relativa 90-95, sin ventilación por 24 horas	-	-	21°C, alta humedad relativa por 1-2 días	22°C, alta humedad relativa por 1-2 días	No se usan altas temperaturas inicialmente; las temperaturas de la fruta de 22°C o más, se consideran potencialmente deletéreas	
Fruta sazona y pintoneada	20°C a H.F. 90-95, sin ventilación hasta pintonear; etileno 1/1000, 2-3 días a intervalo de 12-24 hrs.	17.7°C a H.F. 90-95, sin ventilar hasta pintonear; etileno como antes	Fruta delgada 15.5°C; llena 14.5°C a H.R. 90-95, 3-4 cambios de aire por hora hasta pintonear; etileno	18°C por 4.6 días, reducida a 13.3°C si debe retenerse la fruta; etileno según necesidad		20-21°C, H.F. 85 gas hulla 1/1.000 dos veces al día	19°C, H.R. 85 gas de hulla 3/1.000 dos veces al día
Acabado	10-15.5°C, H.P. 80-885, 3-4 cambios de aire por hora envasada en cajas y distribuida en estado sazona			Cortada bien pintona y distribuida en cajas		No se saca del local hasta estar medio pintona; si el tiempo está bien caluroso o bien frío, más tarde aún; la fruta que empieza a pintonear puede ser demorada 3 días manteniéndola a 13-15.5°C	
Clones: Estados Unidos, "Gros Michel" de América tropical; "Gran bretaña", "Gros Michel", "la catán" y "Robusta" Antillanos, "Gros Michel" de Africa occidental, Dwarf Cavendish "Brasileno y Canario; Australia, "Dwar Cavendish", "Giant Cavendish, etc. Obsérvese que en Estados Unidos y Gran Bretaña toda la fruta está en racimos; en australia, casi toda en cajas.							
N O T A: pintona (con manchas amarillas)							

B. Condiciones de la maduración.

1. Usar temperaturas de 18-20°C para iniciar la maduración con no más de un día; nunca estar por encima de los 25°C, ya que ocasiona la maduración sin transformación completa de el almidón en azúcares.
2. Se debe procurar que las humedades estén próximas a la saturación, hasta que la fruta cambie de color (oportunidad en que se reduce un poco, para disminuir el avance de la infección fungosa).
3. La inducción de la madurez comestible, como última etapa del plátano en vida de almacén requiere que sea rápida y uniforme, para tener las cámaras ocupadas en un mínimo de tiempo.

B. 1. Las fases de la maduración del plátano "Gros Michel"²⁷

Fuente: Loesecke, H. V. Bananas. Nueva York (1950).

El plátano no maduro es verde oscuro y las primeras señales visibles del cambio se aprecian en el color de la cascara y en la textura de la pulpa, la cascara adquiere un color verde perceptiblemente más claro, la pulpa se ablanda y cambia de un color blanco a un color ligeramente cremoso. El ablandamiento de la pulpa avanza hacia afuera desde el corazón, y desde la punta floral hasta el pedicelo, pudiéndose percibir al tacto desde una etapa muy temprana como una ligera blandura de la fruta, de la que en éste caso se dice que está "borracha". El

verde claro de la cáscara pasa a un verde amarillo pálido y en este estado toda la pulpa se ha ablandado perceptiblemente. En la fase siguiente, la fruta es color amarillo intenso, habiendo desaparecido ya toda traza de verde, excepto en el ápice y en el pedúnculo. El ápice verde -- persiste incluso cuando ha amarillado totalmente; a medida que desaparece el color verde de las puntas, el color amarillo se oscurece un tanto, diciéndose de la fruta -- que posee madurez comestible. La pulpa en este estado es de textura suave y de color amarillo. Posteriormente se vuelve acuosa y en la cáscara ocurren alteraciones en su mayor parte causadas por infección fungosa. Las primeras señales de estos cambios consisten en manchas pardas, que finalmente coalescen hasta que la cáscara se torna toda - ella parda, estado en el cual la pulpa se puede comer, pero está demasiado acuosa para que resulte realmente agradable. Por último la cáscara adquiere un color pardo oscuro y la intensa proliferación de hongos es evidente.

La anterior descripción se refiere a las frutas exportadas bajo refrigeración y maduras comercialmente. Tal fruta por lo común tiene un olor mucho más atrayente que el de la que ha madurado bajo condiciones tropicales.

C. Inducción de la maduración

Etileno, hormona de la maduración. La investigación de diversas sustancias químicas para inducir y uniformar la maduración, marca un estado de desarrollo comercial-frutícola innovador puesto que su aplicación ha resuelto necesidades básicas de calidad.

En base a los experimentos se ha postulado que la mejor sustancia para inducir la maduración es sin duda el etileno. El etileno es sólo una de las muchas sustancias volátiles involucradas en la maduración de frutos, con una concentración activa de 0.2-1 ppm para catalizar dicho evento¹³; en orden de actividad se encuentran las sustancias: etileno > propileno > acetileno o monóxido de carbono > buteno (isómero no especificado). Por otra parte los alcanos, alquenos halogenados y muchas otras sustancias carecen de actividad⁶.

Actividad biológica del etileno y otras sustancias.

TABLA F

Substancia	Ka relativo a etileno
Etileno	1
Propileno	130
Cloruro de vinilo	2,370
Monóxido de carbono	2,900
Fluoruro de vinilo	7,100
Acetileno	12,500
Aleno	14,000
Metil acetileno	45,500
1-buteno	140,000
Bromuro de vinilo	220,000
Etil acetileno	765,000
Vinil metil éter	1,175,000
Butadieno	1,200,000

En la tabla anterior "Ka" es la molaridad requerida en solución para la "media/máxima" de actividad biológica. Se evaluó para etileno a 24°C en la presencia de una concentración indefinida de oxígeno.

Otros investigadores también encontraron que el etileno es muy específico, siendo de 500 a 500,000 veces más potente¹³.

Actividad biológica del etileno y otros compuestos afines¹³.

Determinación realizada por el método de crecimiento en chícharo etiolado (a).

TABLA G

Compuesto	Ka relativo a etileno (b,b)	ppm en fase gaseosa con actividad media/máxima
Etileno	1	0.1
Propileno	130	10
Monóxido de carbono	2,370	270
Acetileno	2,900	280
Aleno	7,100	2,900
Metil acetileno	12,500	800

(a) Burg y Burg (1967).

(b,b) Es la constante de "Michaelis-Menten" para etileno a 24°C. El valor fué de 0.62 nM en la presencia de una concentración no cuantificada de oxígeno.

Los mismos gases fueron probados para su efectividad en "maduración estimulativa" de plátano verde. De estos resultados y de los reportados por Crocker, et al. se concluyó que cada uno de los anteriores compuestos provocan inhibición del crecimiento en chícharo etiolado¹³.

C. 1. Métodos de aplicación del etileno³²

1. Una sola inyección de 200-250 ppm durante 6-8 horas (12 ton.)
2. En forma intermitente de 20-30 ppm durante 24-48 horas (12 ton.)
3. Usar recipientes de plástico de polietileno con una concentración ya específica.

C.2. Un modelo de activación del etileno⁶.

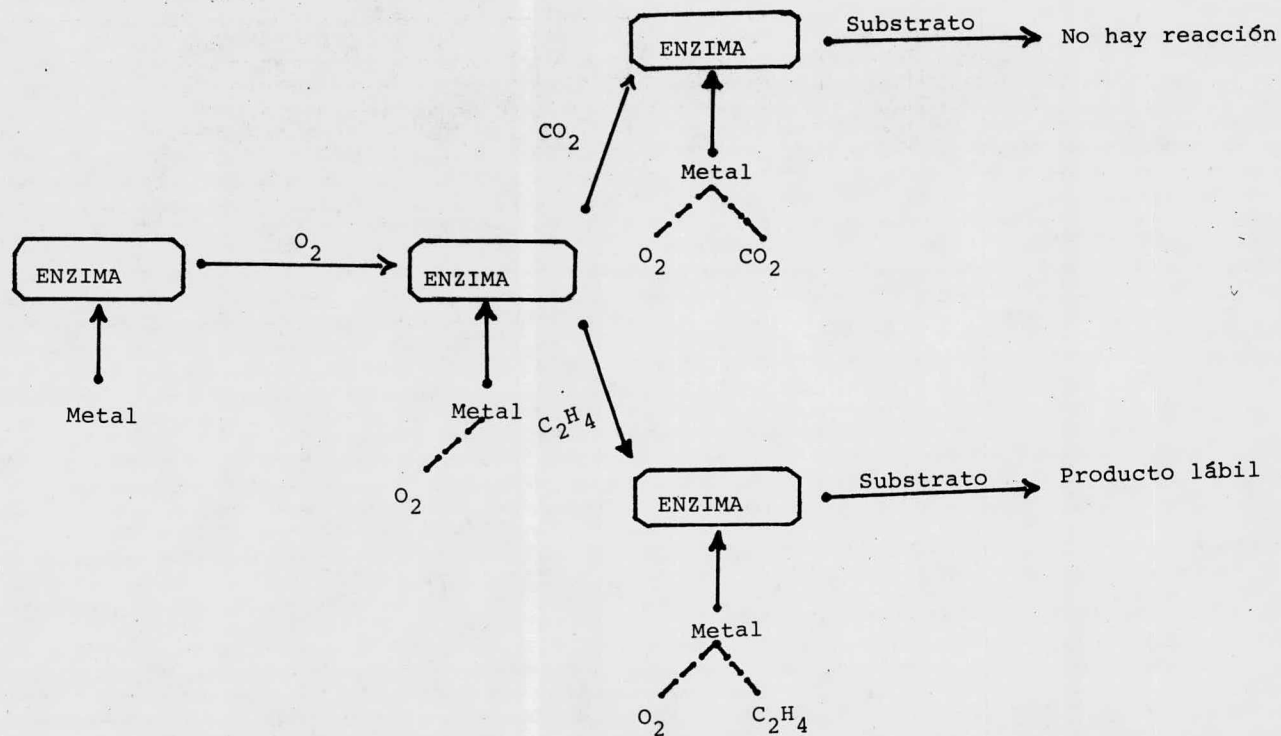


Diagrama que muestra el sitio activo del receptor electrofílico para etileno.

La formación de complejos "metal-olefinas" son muy característicos, un ejemplo es el complejo de plata formado con varias olefinas. Esto y otras observaciones sugieren que el etileno puede unirse a un sitio electrofílico (receptor metálico). Otras sustancias presentan activación similar a la que presenta el etileno: acetileno, cianamidas, bióxido de carbono y algunas moléculas aromáticas.

Cuando esta idea se aplicó a las sustancias de la tabla (G), se presentó una correlación en cada serie homóloga en función de la actividad biológica y la estabilidad del complejo de plata formado. Finalmente los estudios cinéticos demuestran que el oxígeno y el etileno atacan al mismo receptor, lo que es un indicio muy fuerte para pensar que éste sitio contiene al metal y en consecuencia, para que una enzima sea capaz de abastecerse de oxígeno, debe ser de un receptor electrofílico que puede ser hierro o cobre.

Hay otras sustancias químicas que presentan propiedades estimulativas en la maduración tales como: el ácido 2,4 dicloro fenoxiacético (2,4-D), el 2,4,5-T., el NAA, el MCPA y algunas de sus sales.

En el uso de estas sustancias hay discrepancias -- por parte de los investigadores, ya que algunas reportan inducción o otros retraso de la maduración^{6,7,13,26}.

CAPITULO V

EXPERIMENTAL

A. Materiales y métodos.

Cubrientes desarrollados a base de cera de candelilla han resultado ser eficientes en la conservación de plátano en condiciones ambientales.

En los 4 experimentos que se realizaron se empleó plátano de la variedad "Enano-gigante" con un índice de madurez de "3/4 lleno".

Los métodos analíticos en este estudio fueron tomas del AOAC²⁰; y el modelo matemático para las pruebas organolépticas del libro "Methods for Sensory Evaluation of Food"¹⁶.

Con la finalidad de conocer el comportamiento de los frutos con cubrientes de candelilla a la acción del etileno, se realizaron análisis químicos, físicos y organolépticos en esta investigación, los cuales nos dan una idea del grado de madurez y calidad de la fruta, así como un parámetro de los cambios que se efectúan en vida de -- postcosecha.

Metodología.- El tratamiento puede hacerse por inmersión en una emulsión a base de cera de candelilla o por aspersión de la misma.

En el caso de nuestro estudio, el recubrimiento - puede hacerse por racimos enteros, por "manos" o por - -- "dedos" individuales.

En el caso de "manos" la técnica es como sigue:

1. Desmanillado o separación de las "manos" del racimo.
2. Selección de la fruta: Se separan todos los frutos que presenten defectos.
3. Lavado en agua corriente, para eliminar residuos florales, hojas, resinas, etc.
4. Secado con aire.
5. Recubrimiento de los frutos por inmersión - - (20 seg.) en una emulsión a base de cera de candelilla a la que se adicionaron de 500 a 600 - ppm de TBZ (Tiabendazol).
6. Secado de aire.
7. Empaque. Se envasan en cajas de madera forradas con papel, o bien en cajas de cartón reforzadas y forradas de la misma manera.

8. Almacenamiento a temperatura ambiente.

9. Aplicación de etileno a diferentes concentra- -
ciones y a diferentes etapas del período de al-
macenamiento.

Es de gran importancia que la película de cera sea uniforme y de espesor adecuado, ya que una capa demasiado gruesa puede ocasionar la muerte del fruto por asfixia y - una cubierta muy delgada no ofrecería un control sobre la pérdida fisiológica de peso.

El mismo día que se cortó el plátano se aplicó la metodología del encerado ya mencionado.

A. 1. Fundamento de los métodos.

En la toma de la muestra de cada tratamiento se hizo un muestreo de 2 sublotes y de cada sublote se hicieron determinaciones por triplicado.

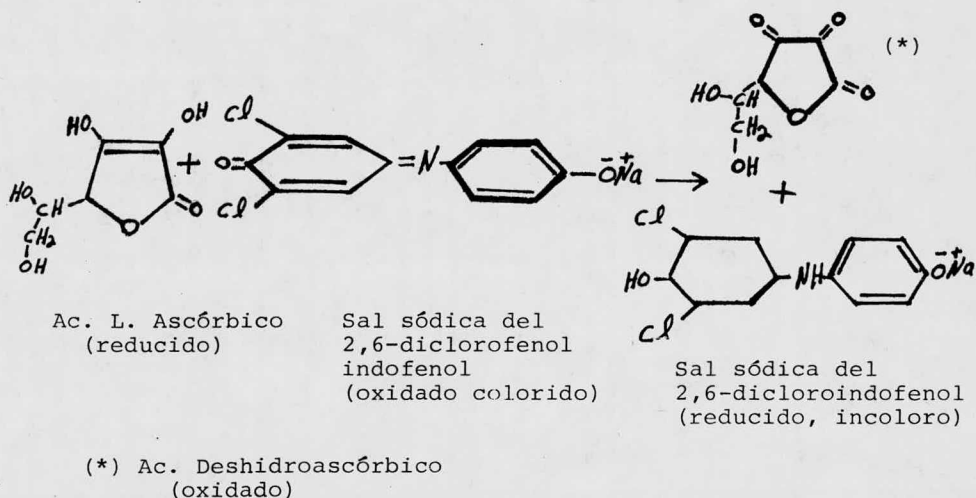
Con el propósito de observar la influencia de los cubrientes en el comportamiento de las frutas se hicieron análisis químicos, cuyo objetivo y fundamento se enuncian enseguida.

A.1.1. Acido L. Ascórbico.

La valoración de ésta vitamina debe efectuarse lo

más rápido posible después de haber preparado el extracto del plátano, pues en presencia de oxígeno se oxida por catálisis enzimática y no enzimática; así en el primer caso intervienen: ácido ascórbico oxidasa, fenolasa, citocromo oxidasa y peroxidasa; y en el segundo sales de cobre y hierro¹³.

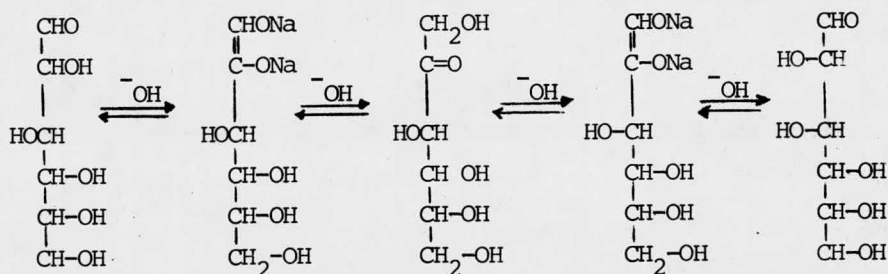
Se determinó por el método del 2,6-dicloro fenol indofenol²⁰ en el cual el ácido se extrae y titula en presencia de una solución de ácido acético-ácido metafosfórico que presenta un medio ácido adecuado para la reacción y que además evita la autooxidación del ácido ascórbico a PH. alto. Con estas condiciones la vitamina reduce al indicador oxidorreductor colorido 2,6-diclorofenolindofenol volviendolo incoloro, en el punto de equivalencia, el exceso de reactivo titulante colorido sin reducir imparte a la solución un color rosa pálido en medio ácido.



A.1.2. Azúcares Reductores.

Su cuantificación incluye principalmente fructuosa y glucosa. Se empleo el método de Lane-Eynon²⁰, con ésta técnica sólo se oxidan los azúcares en caliente por los -- iones cúpricos contenidos en solución alcalina y el punto final de la reacción se valora por la desaparición del color del indicador azul de metileno. Conociendo el volumen de la solución estandar de sacarosa invertida necesaria para reducir los iones cúpricos contenidos en un volumen constante de solución alcalina se determina la concentración de azúcares reductores de la solución problema.

La oxidación de los azúcares se lleva a cabo por medio del complejo Cu^{2+} -ácido tartárico formado en medio alcalino, es común de los aldehidos y, por consiguiente, de las aldosas (glucosa); sin embargo a las cetosas -- (fructuosas) reacciones de la misma manera. Este comportamiento anómalo se explica a que en medio alcalino se verifica un equilibrio de aldosas y cetosas, según la trasposición de Lobry de Bruyn, siendo eliminadas las primeras -- de la mezcla en equilibrio por acción del agente oxidante; así ambos azúcares conducen en la práctica a los mismos -- productos de reacción.



La reacción entre los azúcares y el complejo de Cu^{2+} no es estequiométrica, una explicación sería la presencia de reacciones secundarias irreversibles, por ejemplo la formación de ácidos sacarínicos estables frente a los álcalis y que no pueden ser atacados por el complejo de Cu^{2+} ; sin embargo, la reacción entre estos fenómenos secundarios y la reacción de oxidación es constante para cada azúcar, de tal forma que se obtienen índices de cobre reproducibles¹⁵.

A.1.3 Azúcares Totales.

Se valoran de la misma forma que los reductores (glucosa y fructuosa), previa hidrólisis en medio ácido de la sacarosa resultando productos de reacción estequiométrica de glucosa y fructuosa.

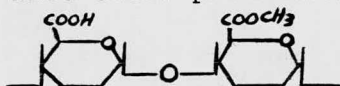
A.1.4 Almidón.

Su cuantificación es similar a la de los azúcares totales sólo que la hidrólisis en medio ácido es más drástica.

A.1.5 Extracción y Determinación de Substancias Péclicas Totales en Frutas.

Las substancias péclicas son poligalacturónidos cuyos monómeros están unidos por enlaces α 1-4 con cadenas

no ramificadas. Los radicales (-COOH) del ácido galacturónico están parcialmente esterificados con (MeOH)



Ácido pectínico o bien pueden estar libres.

Las pectinas se extraen con alcohol etílico al 95% y se lava la pulpa con alcohol etílico al 75%. Los cationes divalentes se secuestran con solución de verceno (EDTA) sal disódica al 0.5% se lleva a un PH de 11.5 y se desesterifica la pectina y pectinatos. Se acidula la mezcla a PH de 5.0-5.5 y se añade pectinasa. Se afora a 250 ml. y filtra se toman alícuotas para análisis colorimétricos a - - 520 nm; agregando ácido sulfúrico y 1.0 ml. de carbazol al 0.15% a la sustancia a determinar.

A.2. Experimentos Típicos

A.2.1. Acido Ascórbico. Experimento IV

Del tratamiento UNAM-168 con 22 días de vida de al macén (cortados-tratados) se efectuó un muestreo de todo el lote y se tomo una muestra la que se dividió en dos sub lotes y de cada sublote se hicieron determinaciones analíticas por triplicado.

La toma de la muestra fué de 100 g. para cada sublote de plátano (pulpa) la que posteriormente se homogeneizó con solución extractiva (HPO_3HOAC) en una licuadora, el contenido se vertió a un matraz aforado de 250 ml. que posteriormente se aforó con la solución extractiva de ácido metafosfórico-ácido acético, enseguida se filtró y del filtrado se tomó una alícuota de 25 ml. a la que se le añadió 5 ml. de solución extractiva. Enseguida se valoró la concentración de la vitamina con el 2,6-diclorofenolindofenol hasta la aparición del color rosa, en este caso el consumo de indofenol fué de 6.2 ml. Por cada determinación se tituló un blanco para corregir la valoración del ácido ascórbico el cual fué de 0.1 ml. y de ésta manera obtener el consumo real de la solución de indofenol en cada determinación. El estandar fué de 17.9 ml. de solución de indofenol y el factor para éste estandar resultó de 0.1123 de esta manera se tiene que:

$$\text{mg}/100 \text{ g.} = \frac{(6.2-0.1) \times 0.1123 \times 250 \times 100}{100 \times 25} = 6.738$$

B.2.2. Azúcares Totales. Experimento IV

Del lote de plátano con cubriente UNAM-191 y con 22 días de vida de almacén se tomó una muestra la que se dividió en dos sublotes y de cada sublotte se efectuaron determinaciones analíticas por triplicado, para obtener resultados analíticos-estadísticos representativos del lote a estudio.

La toma de la muestra de plátano (pulpa) fué de 125 g. para cada sublotte la que se homogeneizó con solución de sulfito de sodio al 0.03% (antioxidante) en una licuadora, el homogenado se vertió a un matraz aforado de - 500 ml. y en el se precipitaron los sólidos con solución de subacetato de plomo el exceso se elimina con una solución de bicarbonato de sodio, el contenido se afora a 500 ml. y del se tomó una alícuota de 75 ml. (es variable según el grado de madurez del plátano) a la que se le agregó 10 ml. de HCl 1:1 y se llevó a baño maría por 20 minutos a -- una temperatura de 70°C después se neutralizó usando como indicador fenoftaleína, se aforó a 100 ml. y se valoró en presencia de azul de metileno y solución de felhing en caliente, el punto final de la reacción se determinó por la desaparición del color del indicador y aparición del precipitado de cobre reducido.

El volumen de solución de azúcar problema consumida en este ejemplo fué de 30 ml. Conociendo el volumen de la solución estandar de sacarosa invertida que en este caso fué de 27.2 ml. y que da un factor de 0.0544 se determino la concentración de azúcares totales de la muestra pro-

blema

$$\text{Conc. \%} = \frac{0.0544 \times 500 \times 100 \times 100}{125 \times 75 \times 30} = 0.966$$

A.2.3. Almidón. Experimento IV

El lote de plátano encerado UNAM-191 y con 22 días de vida de almacén se muestreó y se tomó una muestra que se dividió en dos sublotes y de cada sublote se hicieron determinaciones analíticas por triplicado.

Se tomó una muestra de 50 g. de pulpa de plátano - por cada sublote la que se homogeneizó, el homogenado se -- vertió a un matraz de bola de 200 ml. al que se le adicio nó 10 ml. de HCl concentrado, enseguida se llevo a reflujo por 4 horas. El contenido se vació en un vaso de precipitado de 500 ml. y se neutralizó (NaOH 1N) empleando un potenciómetro, después se acidula con una gota de ácido acético para facilitar la precipitación de los sólidos añadiendo subacetato de plomo, el exceso se precipita con -- NaHCO_3 , se filtra y el filtrado se lleva a un matraz afora do de 500 ml., se agrega una gota de fenoftaleína y se neu traliza (NaOH 0.1N), se diluye a 500 ml. y se toma una alf cuota de 15 ml. (es variable según el grado de madurez del plátano) y se afora a 100 ml., la titulación se verifica de igual manera que la de los azúcares totales.

El volumen de solución de almidón problema consumi do en esta determinación fué de 20.5 ml. con un estandar de 27.2 ml. de sacarosa invertida y que da un factor de -

0.0544 por lo que la concentración de almidón problema fué de

$$\text{Conc. \%} = \frac{0.0544 \times 500 \times 100 \times 100}{50 \times 15 \times 20.5} = 17.691$$

A.2.4 Sustancias Péclicas. Experimento III

Del lote con el cubriente UNAM-187 y con 12 días de almacenamiento se tomó una muestra y se dividió en dos sublotos y de cada sublote se hicieron determinaciones analíticas por triplicado. Se tomó una muestra de 50. g. de pulpa de plátano para cada sublote y se homogeneizó con alcohol etílico al 95% en una licuadora, el homogenado se filtró y se lavó la pulpa por tres veces con alcohol etílico al 75%. Se llevó la pulpa lavada húmeda a un recipiente de 250 ml.; se secuestró a los cationes divalentes con solución de verceno al 0.5%, se ajustó al PH a 11.5 y se procedió a desesterificar la pectina y pectinatos a 25°C por 30 minutos. Se acidifica la mezcla a PH de 5.0-5.5 con ácido acético, se agrega 0.1 g. de pectinasa y se agita por una hora, se diluye a 250 ml. y filtra (se descargan los primeros mililitros del filtrado) se toma una alícuota de 7 ml. y se aforan a 100 ml. de los cuales se toma una alícuota de 1 ml. para análisis.

Determinación colorimétrica de ácido anhidrourónico.

Se midieron 12 ml. de H_2SO_4 Conc. en un tubo de 25 x 200 mm., se enfrió al tubo y su contenido a 3°C en un baño de hielo, se añadió un ml. de sustancia problema; se

mezcló perfectamente y se volvió a recolocar el tubo en el baño de hielo enfriándose por debajo de 5°C, después se ca lentó el tubo por 10 minutos en un baño de agua hirviendo, se enfría a 20°C y se agrega 1.0 ml. de carbazol a 0.15% mezclándose completamente y se deja a temperatura ambiente por 25[±] 5 minutos. Se determina la intensidad a 520 nm y se usa una curva estandar para obtener la concentración de la substancia problema y en nuestro caso fué de - - - 6214µg/50 g.

B. Descripción de experimentos.

B.1. Experimento I: Este experimento se inició el día 20 de septiembre de 1976 y terminó el 9 de octubre del mismo año.

LOTES DE PLATANO A ESTUDIO: Testigo (T) y encerado (UNAM-168).

En la primera fase de este estudio se hizo recubrimiento de plátano con cera de candelilla y maduración a diferentes etapas de almacenamiento usando etileno, para inducir y homogeneizar la maduración comestible en los lotes de plátano ya mencionados. Se utilizaron 500 Kg. de plátano "Enano-gigante 3/4 lleno", la mitad se enceró y la demás se dejó como testigo (la toma de la muestra fué por duplicado).

PLAN DE TRABAJO

Encerado	+ 15 días de almacenamiento	+ etileno
Testigo	"	"
Encerado	+ 20	"
Testigo	"	"
Encerado	+ 30	"
Testigo	"	"

La fruta se recolectó en Tecomán, Colima ya que -- este estado es uno de los principales productores de plátano en la república.

La fruta se almacenó a temperatura ambiente ($19 \pm 1^{\circ}\text{C}$) con una humedad relativa de 95-100%.

El encerado se hizo de modo usual:

1. "Desmanillado"
2. Selección de las "manos"
3. Lavado con agua corriente.
4. Secado con aire.
5. Encerado por inmersión (se adicionaron 500 ppm de TBZ).
6. Secado con aire y
7. Empaque.

El empaque se hizo en cajas de cartón reforzadas - y forradas con papel. De esta manera se traslado a la Ciudad de México.

Las determinaciones que se hicieron en este experimento fueron de almidón, azúcares totales, substancias -- pécticas solubles, ácido ascórbico, PH, acidez titulable y análisis físicos como % de vendibles, pérdida fisiológica de peso, estado de madurez y apariencia.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA I

EXPERIMENTO I PECTINAS

TRATAMIENTO	DIAS DE CORTADOS-TRATADOS Conc. (Mg/50 g)			
	Días	1	8	15
TESTIGO	-	5250	3750	
TESTIGO-Et.	-	5937	3775	
UNAM-168	-	3625	3525	

TABLA H

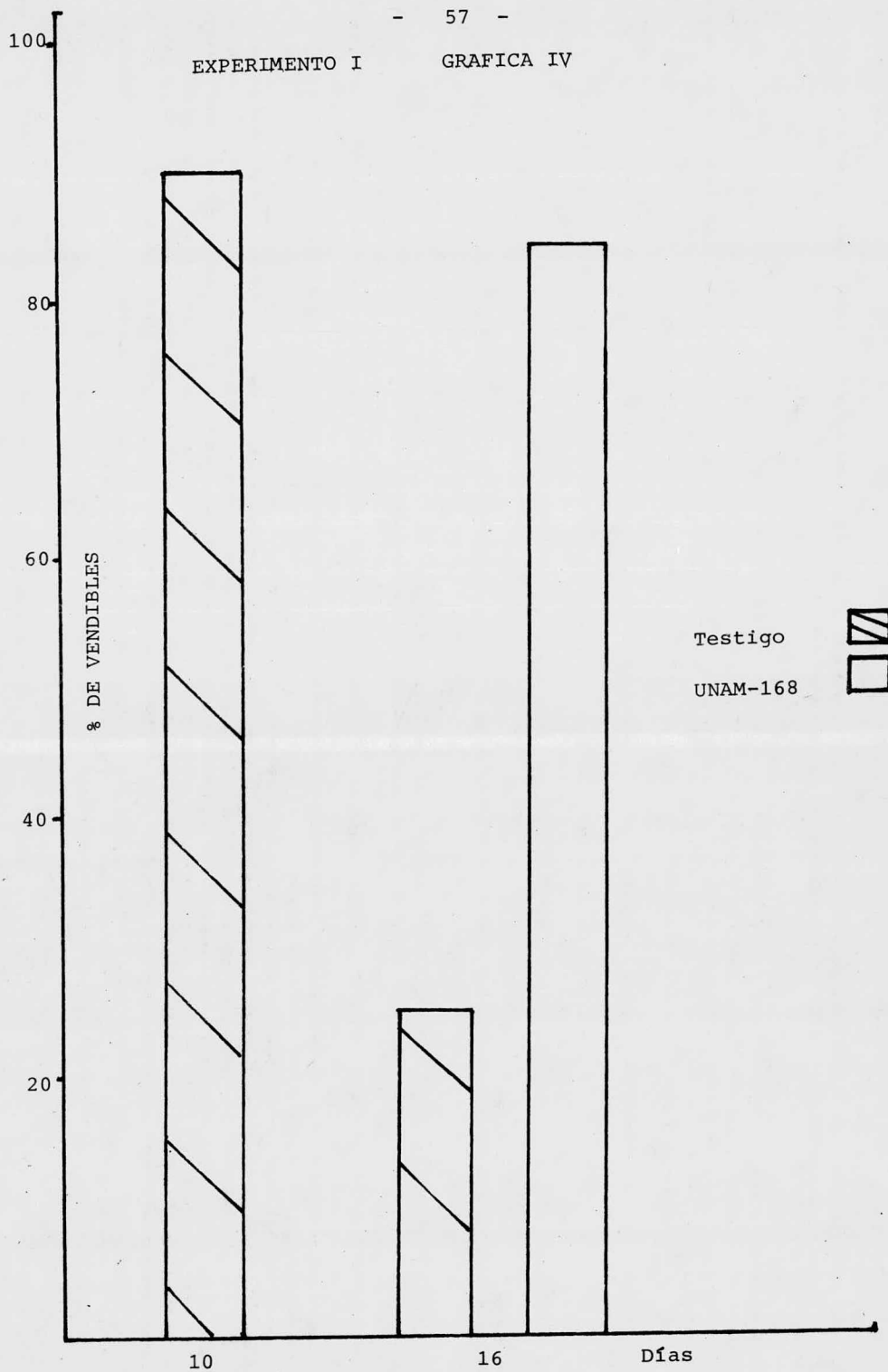
EXPERIMENTO I ACIDEZ

TRATAMIENTO	ACIDEZ	DIAS DE CORTADOS-TRATADOS			
		1	8	15	20
TESTIGO	PH	-	5.4	5	-
	A.T.	-	0.32	0.5	-
	PH	-	5.3	5	-
UNAM-168	A.T.	-	0.45	0.82	-
	PH	-	5.2	4.8	4.8
UNAM-168 Et.	A.T.	-	0.45	0.99	0.6164
	PH	-	-	4.8	-
TESTIGO Et.	A.T.	-	-	0.99	-

A.T.: Acidez titulable, % ácido málico (g/100 g de pulpa)

EXPERIMENTO I

GRAFICA IV



B. 1. EXPERIMENTO I. Estado de Madurez y Apariencia.

Al iniciarse el experimento se introdujo plátano a la cámara de maduración por 24 horas, 1200 ppm y después se le aplicó cubriente de candelilla (UNAM-168). Después de tres días se observó que no presentaban buena apariencia, apreciándose manchas amarillas con ligero -matiz verde en toda el área de los "dedos" (primer grado de maduración en las cámaras).

A los 14 días de almacenamiento se trató de inducir la maduración de una parte de los lotes de plátano encerado y testigo mediante aplicación de etileno 1200 ppm durante 3 días, pero las frutas no presentaron cambios notables en el color, se veían aún más verdes que las que no recibieron ningún tratamiento de etileno. - Aproximadamente una hora después de sacados de la cámara las superficies externas de los dedos presentaron manchas de color café oscuro, debido tal vez a que la atmósfera de la cámara "saturada" de manos, generó una atmósfera adversa (efectos tóxicos) como: alto contenido de CO_2 y bajo de O_2 , condiciones que provocarían desviaciones del metabolismo normal.

A los 18 días se les trató de nuevo con etileno por 24 horas además de un nuevo lote de plátano encerado y a los 21 días se observó que el lote tratado con etileno por segunda vez presentó manchas café oscuro: en la parte cóncava de los dedos de las manos el color era amarillo, propio de un fruto ya comestible, y el nuevo lote que se introdujo a la cámara de maduración presentó un índice de color 6, color de la piel "completamente amarillo" y textura suave³⁴.

A los 21 días de almacenamiento se volvió a introducir plátano encerado por 24 hrs, en la cámara de maduración: el plátano maduró homogéneamente.

La variación de la pérdida fisiológica de peso es Mayor en el lote testigo, tal como lo muestran los siguientes resultados:

	%
T	4.1
UNAM-168	3.47

a los 14 días de tratados.

En lo que respecta a % de vendibles a los 16 días de tratados:

T	26.79
UNAM-168	85.72

B.2. EXPERIMENTO II: Se enceró el día 6 de octubre de 1976 y se dió por terminado el 10 de noviembre del mismo año.

LOTES DE PLATANO: UNAM-168 y testigo (T).

En este experimento se repitió el plan de trabajo del experimento I.

Se esta usando plátano de la variedad "Enano-gigante" ya que su cultivo se está intensificando en nuestro país (la fruta se recolectó en Tecomán, Colima). La fruta se almacenó a temperatura ambiente ($19^{\pm} 1^{\circ}\text{C}$) con -

una humedad relativa de 95-100% El encerado se hizo de modo usual:

1. "Desmanillado"
2. Selección de las "manos"
3. Lavado con agua corriente.
4. Secado con aire.
5. Encerado por inmersión (se adicionaron 500 ppm de TBZ).
6. Secado con aire y
7. Empaque.

El empaque se hizo en cajas de cartón reforzadas y forradas con papel. De esta manera se traslado a la Ciudad de México.

Las determinaciones que se efectuaron en este estudio fueron de almidón, azúcares, ácido ascórbico, PH y acidez titulable; además de % de vendibles, pérdida fisiológica de peso y estado de madurez-apariencia.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

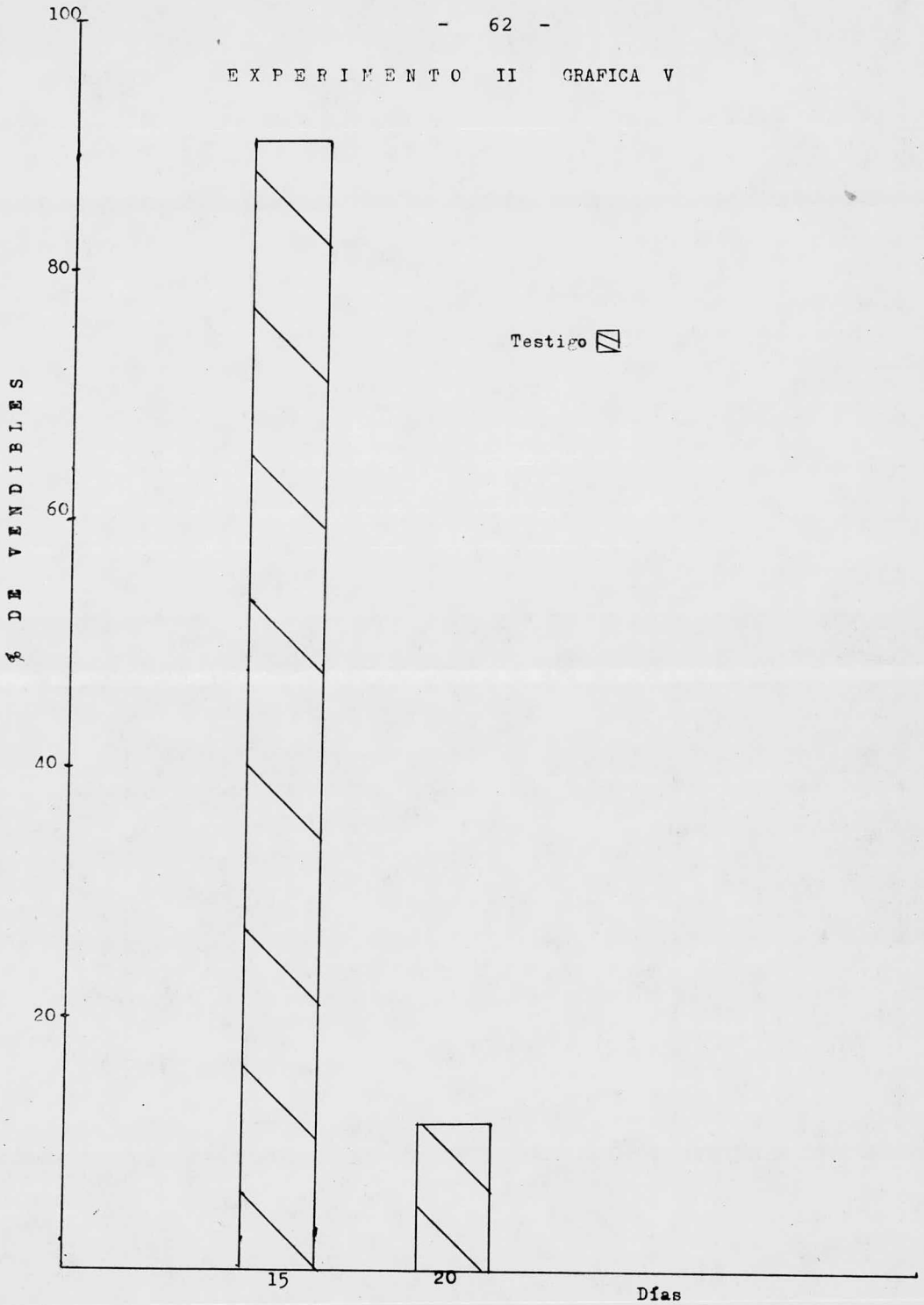
EXPERIMENTO II ACIDEZ

TABLA J

TRATAMIENTO	ACIDEZ	DIAS DE CORTADOS TRATADOS					
		2	12	28	31	40	44
TESTIGO	PH	5.7	5.5	5.6	5.6	-	-
	A.T.	0.24	0.4	0.37	0.38		
UNAM-168	PH	5.7	6.2	5.8	5.7	5.6	5.6
	A.T.	0.24	0.29	0.32	0.3	0.37	0.38
UNAM-168 Et.	PH	-	-	4.7	4.7	5	4.8
	A.T.	-	-	0.72	0.58	0.67	0.58
TESTIGO Et.	PH	-	-	4.8	5	-	-
	A.T.			0.75	0.58		

A.T.: ácida titulable, % ácido málico (g/100 g de pulpa)

EXPERIMENTO II GRAFICA V



EXPERIMENTO II. Estado de Madurez y Apariencia.

El lote testigo presentó cambios más notorios al principio de la maduración que el encerado, pero ambos lotes exhibieron a los 4 días de tratados con etileno, el índice de maduración apropiado para el consumo.

Pérdida fisiológica de peso:

%

T	11.48
---	-------

UNAM-168	5.78
----------	------

a los 30 días de tratados la pérdida fue drástica en el lote testigo.

El % de vendibles sólo se efectuó en testigo a los 20 días de tratados almacenandos:

T	12.2
---	------

B.3. EXPERIMENTO III Se inició el 11 de noviembre de 1976 y terminó el 14 de diciembre del mismo año.

LOTES DE PLATANO A ESTUDIO: UNAM-168, UNAM-187 y testigo (T).

En éste experimento se repitió el plan de trabajo del experimento I y II.

En este experimento se empleó aproximadamente 500 Kg. de plátano "Enano-gigante" 3/4 lleno dividido en tres lotes (la fruta se recolectó en Tecomán, Colima). La fruta

se almacenó a temperatura ambiente ($19 \pm 1^\circ\text{C}$) con una humedad relativa (H.R.) de ($80 \pm 5\%$). El encerado se hizo de modo usual:

1. Desmanillado.
2. Selección de las "manos"
3. Lavado en agua corriente.
4. Secado con aire.
5. Encerado por inmersión (se adicionaron 500 ppm de TBZ).
6. Secado con aire y
7. Empaque.

El empaque se hizo en cajas de cartón y forradas con papel.

Las determinaciones que se efectuaron en este estudio fueron de almidón, azúcares, ácido ascórbico, PH, - acidez titulable y sustancias pécticas solubles: además de % de vendibles, pérdida fisiológica de peso, pruebas organolépticas y estado de madurez-apariencia.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

EXPERIMENTO III. ACIDEZ

TABLA K

TRATAMIENTO	ACIDEZ	DIAS DE CORTADOS-TRATADOS						
		2	12	17	21	25	29	32
TESTIGO	PH	5.8	5.7	-	5.4	-	-	-
	A.T.	0.2	0.35	-	0.4	-	-	-
UNAM-168	PH	5.8	6.1	-	5.6	5.6	5.6	5.2
	A.T.	0.2	0.21	-	0.32	0.34	0.45	0.61
UNAM-168 Et.	PH	-	-	-	-	4.8	-	-
	A.T.	-	-	-	-	0.8	-	-
	PH	5.8	6	-	5.5	5.6	5.6	5.3
UNAM-187	A.T.	0.2	0.24	-	0.29	0.37	0.34	0.61
	PH	-	-	-	-	4.7	-	-
UNAM-187 Et.	A.T.	-	-	-	-	0.73	-	-

A. T.: acidez titulable, % ácido málico (g/100 g de pulpa)

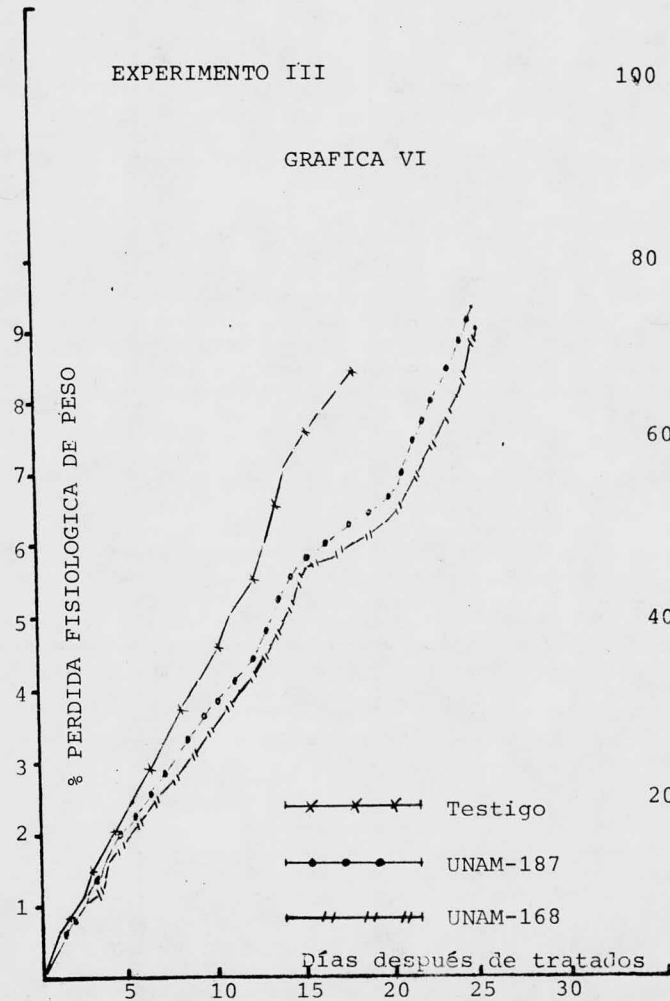
EXPERIMENTO III . PECTINAS SOLUBLES

TABLA L

TRATAMIENTO	DIAS DE CORTADOS-TRATADOS Conc. (μ g/50 g.)				
	2	12	21	25	29
TESTIGO	5000	5428	6928	-	-
UNAM-187	5000	6214	6500	6928	6785
UNAM-187 Et.	-	-	-	8285	-
UNAM-168	5000	6357	6428	6357	6571
UNAM-168 Et.	-	-	-	7142	-

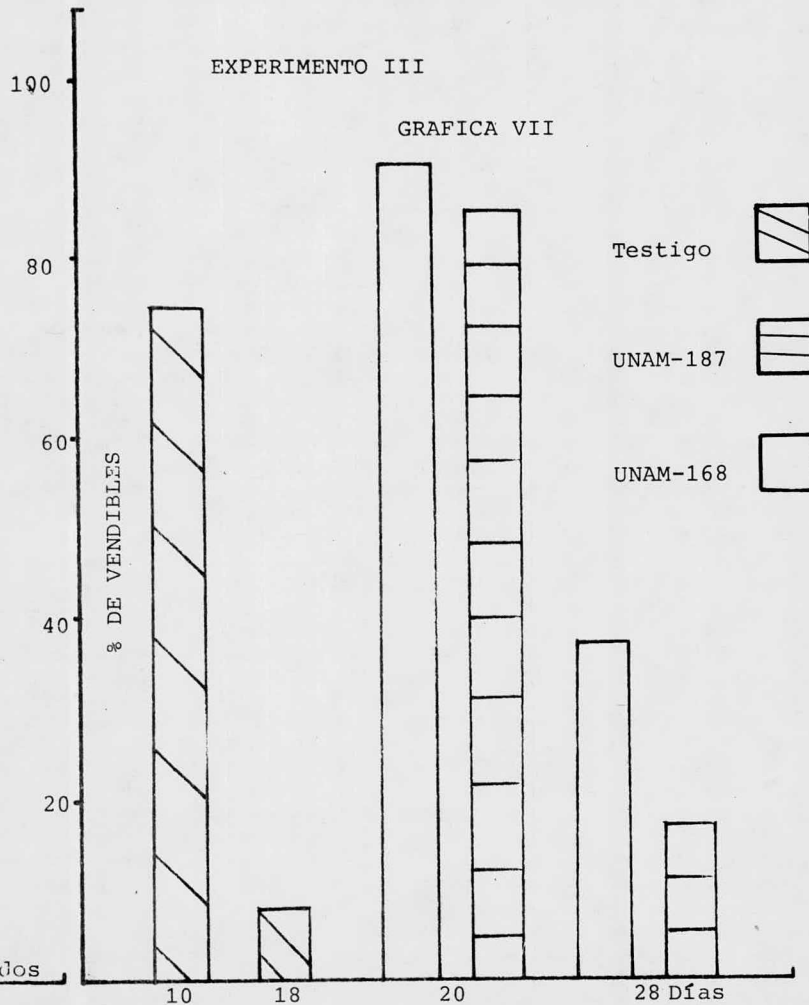
EXPERIMENTO III

GRAFICA VI



EXPERIMENTO III

GRAFICA VII



La pérdida fisiológica de peso a los 15 días de tratados fue:

T	%
UNAM-187	7.60
UNAM-168	5.74
	6.08

En % de vendibles a los 20 días tenemos:

T	%
UNAM-187	86.83
UNAM-168	91.43

EXPERIMENTO III

EVALUACIONES ORGANOLEPTICAS

PRUEBA DE COMPARACION MULTIPLE

S A B O R

Panelistas	UNAM-187	Plátano fresco	UNAM-168	Testigo	Total
1	3	5	4	12	144
2	3	5	3	11	121
3	2	5	8	15	125
4	5	5	3	13	169
5	4	5	3	12	144
6	3	5	3	12	144
	<u>20²</u>	<u>30²</u>	<u>24²</u>	<u>74²</u>	<u>847</u>

C.F. = Análisis de varianza.

Factor de corrección = $(\text{Total})^2 / \text{número de respuestas}$.

CF = $(74)^2 / 18$ (6 probadores x 3 muestras).

CF = $5416 / 18 = 304.2$

Suma de cuadrados, muestras = (suma del cuadrado del total de cada muestra/número de jueces por cada muestra) - CF.

SSm = $(400+900+576) / 6 - \text{C F.}$

SSm = 8.4

Suma de cuadrados, panelistas = (suma del cuadrado del total de cada panelista/número de jueces por panelista) - C F.

$$SSp = 144 + 121 + \dots + 144 / 3 - C.F.$$

$$SSp = 11.46$$

Suma total de cuadrados = Suma del cuadrado de cada juicio - C.F.

$$SSt = 3^2 + 3^2 + 2^2 + \dots 3^2 - C.F.$$

$$SSt = 338 - 304.2$$

$$SSt = 33.8$$

EXPERIMENTO III

Tabla de análisis de Varianza

Fuente de varianza	df	SS	MS	F
muestras	2	8.4	4.2	3.02
Panelistas	5	11.46	2.29	1.64
error	10	13.94	1.39	
total	17	33.8		

No hay diferencias significativas a un nivel del 5%

O L O R

Panelistas	UNAM-187	Plátano	UNAM-168	Testigo	Total
1	5	5	5	15	225
2	3	5	3	11	121
3	4	5	4	13	169
4	5	5	5	15	225
5	3	5	3	11	121
6	3	5	8	16	256
	<u>23²</u>	<u>30²</u>	<u>28²</u>	<u>81²</u>	<u>1117</u>
	529	900	984	6561	

$$CF = 6561/18 = 364.5$$

$$SSm = 368.8 - 364.5$$

$$SSm = 4.33$$

$$SSp = 372.33/3 - CF$$

$$SSp = 7.38$$

$$SSt = 391 - 364.5$$

$$SSt = 26.5$$

Fuente de varianza	df	SS	MS	
Muestras	2	4.33	2.165	1.50
Panelistas	5	7.83	1.566	1.09
error	10	14.34	1.434	
total	17	26.5		

No hay diferencias significativas a un nivel del 5%

C O L O R

Panelistas	UNAM-187	Plátano fresco	UNAM-168	Testigo	Total
1	5	5	5	15	225
2	4	5	2	11	121
3	6	5	5	16	256
4	2	5	3	10	100
5	4	5	3	12	144
6	4	5	5	14	196
7	5	5	5	15	225
8	5	5	5	15	225
9	3	5	3	11	121
10	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>14</u>	<u>196</u>
	44 ²	50 ²	39 ²	133	1809
	1936	2500	1521	17689	

$$C F = 17689/30 = 589.63$$

$$C F = 589.63$$

$$SSm = 5246/10 = 589.63$$

$$SSm = 6.07$$

$$SSp = 1809/3 - 589.62$$

$$SSp = 13.37$$

$$SS_t = 623 - 589.63$$

$$SS_t = 33.37$$

Fuente de varianza	df	SS	MS	
Muestras	2	6.07	3.03	3.93
Panelistas	9	13.37	1.48	1.92
error	18	13.93	0.77	
total	29	33.37		

Si hay diferencia significativa a un nivel del 5%

Prueba de Rango Múltiple

UNAM-187	Plátano fresco	UNAM-168
44/10	50/10	39/10
4.4	5	3.9
C	B	A
3.9	4.4	5.0

S.E. = $0.77/10$

S.E. = 0.277

$r_p =$	2.97	3.12	3.21
R_p	0.822	0.864	0.889

$$A-C = 5.0 - 3.9 = 1.1 \quad 0.864$$

$$A-B = 5.0 - 4.4 = 0.6 \quad 0.822$$

$$B-C = 4.4 - 3.9 = 0.5 \quad 0.822$$

El color de la pulpa de plátano tratado es diferente de la del plátano fresco, presentando mejor apariencia los lotes encerados y de entre ellos el UNAM-168.

T E X T U R A

Panelistas	UNAM-187	Plátano fresco	UNAM-168	Testigo	Total
1	5	5	5	15	225
2	3	5	3	11	121
3	7	5	3	15	225
4	7	5	5	17	289
5	5	5	5	15	225
6	3	5	3	11	121
7	<u>7</u>	<u>5</u>	<u>9</u>	<u>21</u>	<u>441</u>
	37 ²	35 ²	33 ²	105 ²	1647
	1369	1225	1089	11025	

$$C F = 11025/21 = 525$$

$$SSm = 3683/7 = 526.14 - 525$$

$$SSm = 1.14$$

$$SSp = 1647/3 = 525$$

$$SSp = 24$$

$$SSt = 573 - 525 = 48$$

$$SSt = 48$$

FUENTE DE VARIANZA	df	SS	MS	
Muestra	2	1.14	0.57	0.325
Panelistas	6	24	4.0	2.28
error	13	22.86	1.75	
total	20	48		

No hay diferencia significativa a un nivel de 5%

FUENTE DE VARIANZA	df	SS	MS	
Muestra	2	1.14	0.57	0.325
Panelistas	6	24	4.0	2.28
error	13	22.86	1.75	
total	20	48		

No hay diferencia significativa a un nivel de 5%

APARIENCIA EXTERNA

Panelistas	UNAM-187	Plátano fresco	UNAM-168	Testigo	Total
1	8	5	6	19	361
2	7	5	7	19	361
3	5	5	7	17	289
4	6	5	6	17	289
5	6	5	6	17	289
6	3	5	3	11	121
7	3	5	5	13	169
	<u>38²</u>	<u>35²</u>	<u>40²</u>	<u>113²</u>	<u>1879</u>
	1444	1225	1600	12769	

$$CF = 12769/21 = 608.04$$

$$CF = 608.04$$

$$SSm = 4269/7 - 608.04$$

$$SSm = 1.81$$

$$SSp = 626.33 - 608.04$$

$$SSp = 18.29$$

$$SSt = 34.96$$

Fuente de varianza	df	SS	MS	
muestra	2	1.81	0.905	0.735
penalistas	6	18.29	3.04	2.47
error	12	14.86	1.23	
total	20	34.96		

No hay diferencias significativas a un nivel del 5%

PARTE EXPERIMENTAL

B.4. EXPERIMENTO IV.

REALIZACION: Este experimento se inició el 31 de enero de 1977 y terminó el 4 de marzo del mismo año.

OBJETIVO: Conservación del plátano como fruto fresco -- usando cubrientes a base de cera de candelilla y posteriormente inducir su maduración, utilizando etileno a una concentración de (1200 ppm).

Para conocer el comportamiento durante el almacenaje de los lotes de plátano con cubrientes de candelilla y testigo se efectuaron las siguientes determinaciones:

ANALISIS QUIMICO: determinaciones de % de azúcares reductores totales, % de almidón, ácido ascórbico, pectinas, PH y acidez titulable.

ANALISIS DE COMERCIALIZACION: % de frutos vendibles y -- evaluación organoléptica.

Y CUANTIFICACION DE LA PERDIDA FISIOLOGICA DE PESO: se - muestrearon tres "manos" para cada lote a estudio, de peso semejante.

Se tomaron fotografías de los lotes de plátano en cerrado y testigo durante el almacenamiento y inducción de la madurez comestible.

LOTES DE PLATANO: UNAM-168, UNAM-191 y testigo (T).

CONDICIONES DE ALMACENAJE: Temperatura ambiente 95-100% y humedad relativa (H.R.) de $(80 \pm 5\%)$.

% DE AZUCARES REDUCTORES TOTALES: La concentración de -- azúcares reductores totales en los lotes encerados - - (UNAM-191 y UNAM-168) siguen las mismas tendencias de incremento que el lote testigo (gráfica VIII-a): aunque el aumento en el lote testigo es más acentuado que en los -- encerados. Las tendencias de la concentración de los -- azúcares reductores totales en plátano con los cubrientes ya mencionados y tratados con etileno, para su madurez co mestible fué análoga (gráfica VIII-B) a las concentraciones encontradas en plátano "Enano-gigante" índice de color 6; color de la piel "completamente amarillo" y textura suave (apropiado para la venta y consumo); que no se -- trato con etileno (maduración natural).

% DE ALMIDON. La concentración de almidón en el lote de plátano testigo decae con marcada variación (gráfica VIII -A). Los lotes encerados UNAM-168 y UNAM-191 siguen la - misma tendencia que el lote testigo, sólo que los cambios son más retardados.

La concentración de almidón de plátano tratado - con cubrientes de candelilla y posteriormente tratados -- con etileno, para su maduración comestible fué similar a la concentración encontrada en plátano "Enano-gigante" gráfica VIII-B) índice de color 6 (color de la piel "completamente amarillo") y textura suave: nó madurado con

etileno exógeno (maduración natural).

ACIDO ASCORBICO: La valoración de ésta vitamina en pláta no del lote tomado como testigo en vida de almacén se en-contró (gráfica IX-A), que su concentración disminuye pro-gresivamente a diferencia de los lotes encerados UNAM-168 y UNAM-191 cuyo decaimiento es menos acentuado. La deter-minación de éste ácido en los lotes con cubrientes de can-delilla que fueron tratados con etileno, para su madura-ción comestible presentaron un decaimiento en la concen-tración (gráfica IX-B) que se considera normal con respec-to al decaimiento de la concentración de lote testigo. Habiendo un incremento en el 2do. análisis (33 días), que se considera normal, ya que hay las mismas tendencias ob-servadas en experimentos anteriores (gráfica IX-A).

SUBSTANCIAS PECTICAS SOLUBLES: intervienen en la madura-ción comestible (protopectina, pectina, ácido pectínico y ácidos pécticos), su determinación en éste experimento - sólo se realizó en tres análisis, en los cuales se apre-ció que el cubriente de candelilla "UNAM-168" inhibe el desdoblamiento químico de sustancias pécticas solubles tomando como base el lote testigo.

En éste experimento no se puede dar una generali-zación con los resultados obtenidos por falta de más re-sultados experimentales.



IV EXPERIMENTO. ACIDEZ.

El PH en el lote testigo disminuye gradualmente durante el almacenaje y la acidez titulable se incrementa (ver tabla M).

Los lotes encerados UNAM-168 y UNAM-191 presentaron un comportamiento "normal" con respecto al testigo durante la vida de almacén.

Diferenciándose los lotes con cubrientes del testigo, en que se presentaron cambios bioquímicos mas retardados.

Los resultados obtenidos de la acidez de los lotes UNAM-168 y UNAM-191 que fueron tratados con etileno, para su maduración comestible presentaron tendencias composicionales análogas a las encontradas en plátano "Enano-gigante" con madurez comestible³⁴: índice de color 6, color de la piel "completamente amarillo", textura suave y nada aguachenta (apropiado para la venta y consumo).

% DE VENDIBLES: El análisis del % de vendibles efectuado comparando cada lote de plátano encerado -- (UNAM-168 y UNAM-191) con respecto a un lote testigo, mostró que hay diferencias muy marcadas a un nivel - de comercialización. Y así tenemos que el porcentaje de vendibles a los 15 días es:

T	77.13 %
	19 días
T	24.99%
UNAM-191	82.85%
	21 días
UNAM-168	90.62%
	25 días
UNAM-191	62%
UNAM-168	77.9%
	28 días
UNAM-191	48.39%
UNAM-168	62.5%

Analizando los porcentajes de los lotes de plátano concluimos que a los 19 días el % de vendibles en el lote testigo ya no es comercial (gráfica XI). En cambio el UNAM-168 a los 28 días de almacenamiento todavía es comerciable. O sea que los plátanos encerrados después de 25 días presentan menos porcentajes de frutos invendibles.

NOTA: Se hubiesen obtenido porcentajes de vendibles aún mayores si el plátano no hubiese venido maltratado desde la huerta.

% DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO: Se puede apreciar que con el transcurso del tiempo las diferencias en pérdida fisiológica de peso se hacen más marcadas, a tal grado -- que a los 16 días de almacenamiento se presentan los siguientes resultados (gráfica X):

	%
T	9.38
UNAM-191	6.07
UNAM-168	5.63

A los 29 días alcanzan los siguientes porcentajes:

UNAM-191	11.71
UNAM-168	11.36

De éstos resultados se concluye que la pérdida fisiológica de peso es menor en el lote UNAM-168.

Entre las causas principales de pérdida fisiológica de peso se encuentran la pérdida de humedad, daño mecánico (por impacto, compresión, desgarramiento, etc.), volatilización de compuestos aromáticos e insidencias de patógenos (infecciones localizadas en el cuello y en el cojinete "corona" de los dedos.

ESTUDIOS FOTOGRAFICOS: Se realizaron con el fin de detectar posibles efectos adversos de los cubrientes de candelilla, al inducir y uniformizar la maduración comestible, que hubiesen causado desviaciones del metabolismo (daño al tejido de los plátanos) además de visualizar in

fecciones fungales, daños mecánicos y analizar la evolución de los colores de las fases de la maduración en plátano encerado y testigo.

RESULTADOS

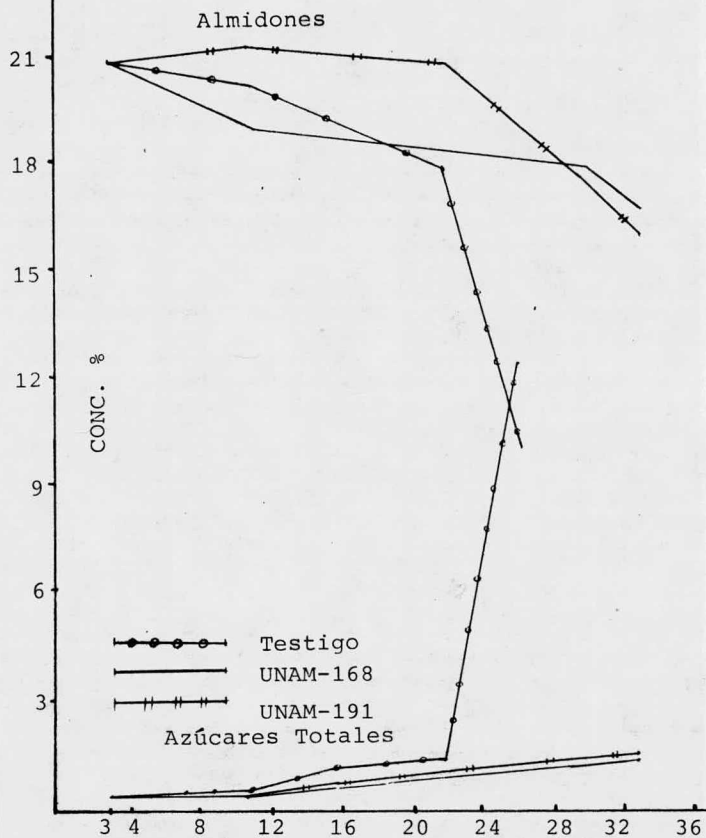
1. La respuesta al etileno para inducir y uniformizar la maduración comestible en los lotes UNAM-168 y --- UNAM-191 fué normal con respecto al testigo: índice de color 6 (color de la piel "completamente amarillo") y textura suave.
2. El fruto alcanzó la madurez de mesa 4 días después del tratamiento con etileno (1200 ppm durante 24 horas a una temperatura 19-21°C con una H.R. 95-100%).

EVALUACIONES ORGANOLEPTICAS DE LOS LOTES CON CUBRIENTES DE CANDELILLA Y MADURADOS CON ETILENO, CON RESPECTO A FRUTAS FRESCAS DE OPTIMA CALIDAD.

Las pruebas organolépticas que se efectuaron fueron de : sabor, olor, color (pulpa), textura y apariencia externa. El modelo estadístico empleado dada las - características del experimento fué "Prueba de Comparación múltiple" a nivel de laboratorio, el análisis se - llevó a cabo al dar por terminado el experimento; confrontándose lotes encerados con respecto a frutos frescos de óptima calidad.

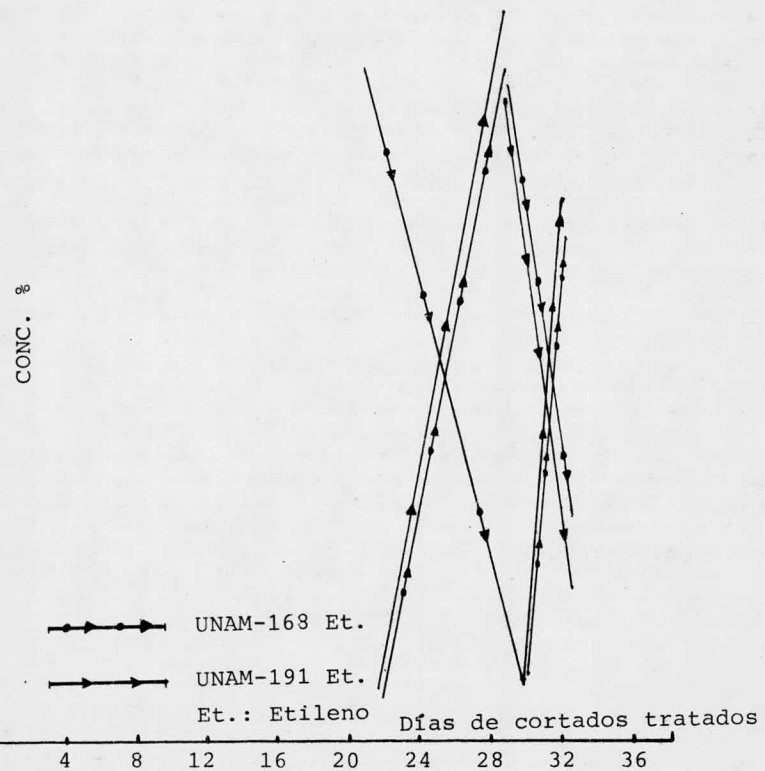
Se determinó estadísticamente que las características organolépticas de: sabor, olor, color (pulpa), textura y apariencia externa de los lotes con cubrientes de "Candelilla" y madurados con etileno con respecto a frutas frescas de óptima calidad no presentaron diferencias significativas a un nivel del 5% con respecto a las muestras frescas; excepto el lote UNAM-191 que discrepa sólo en "apariencia externa".

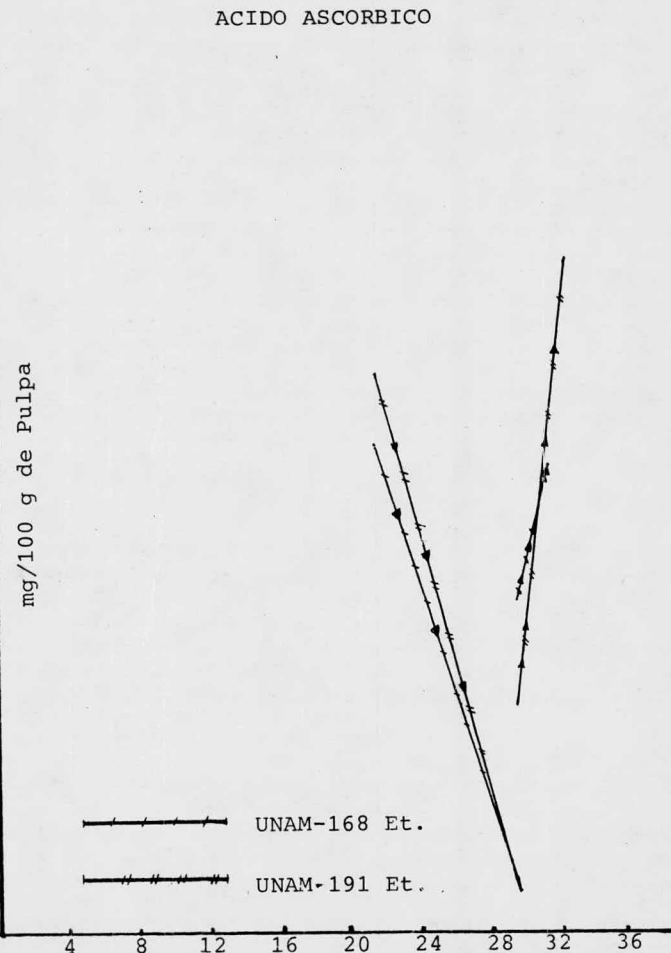
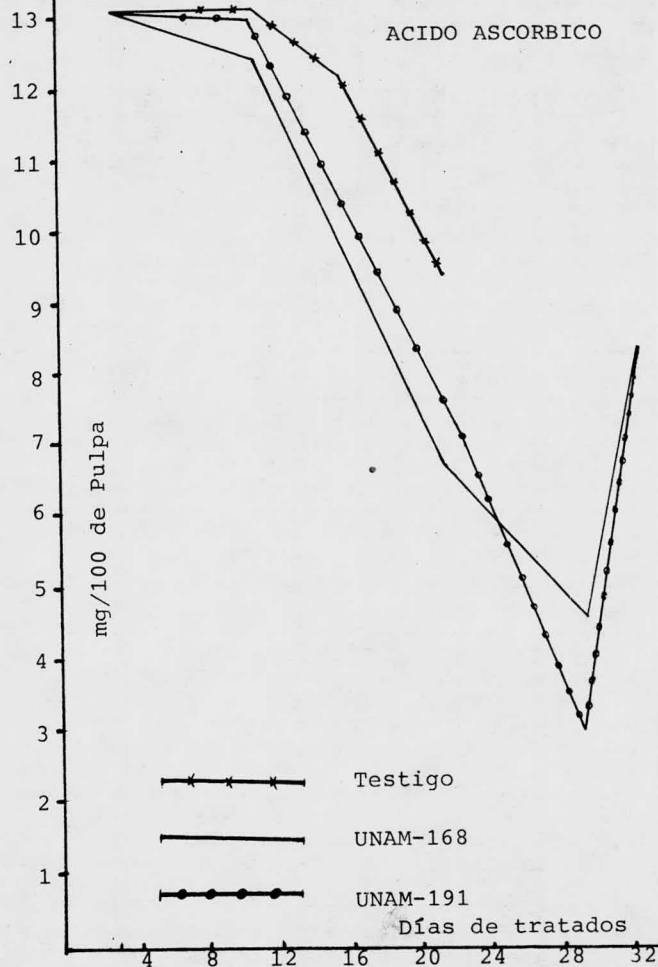
CUARTO EXPERIMENTO. GRAFICA VIII-A

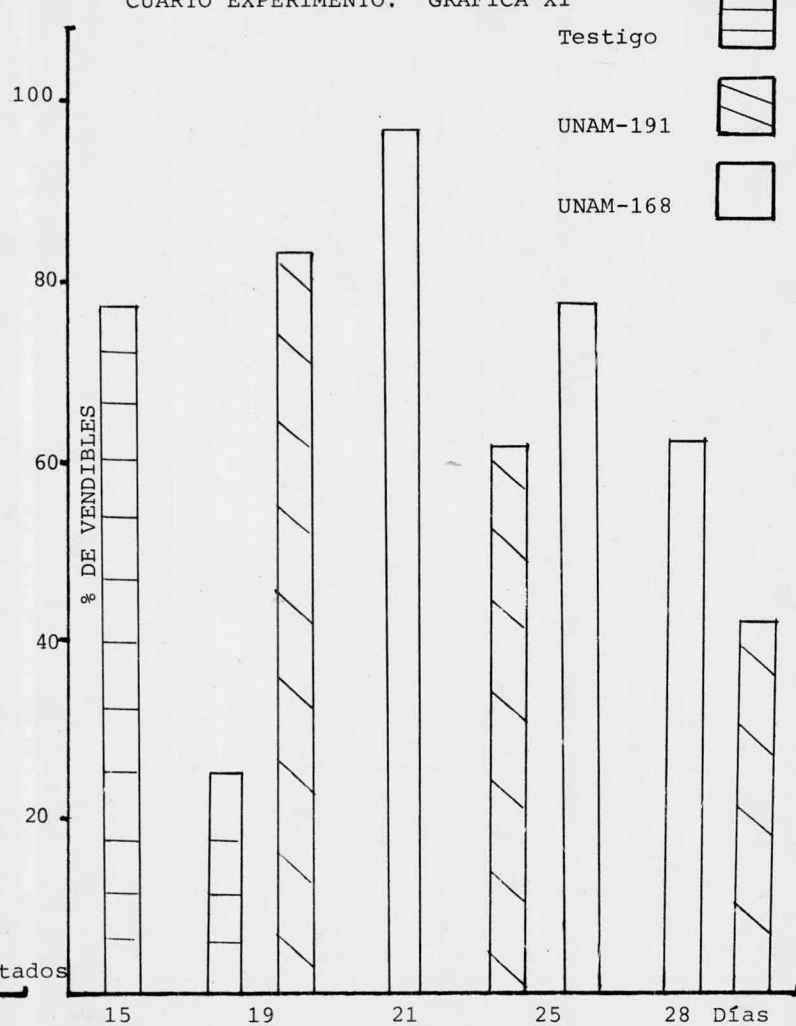
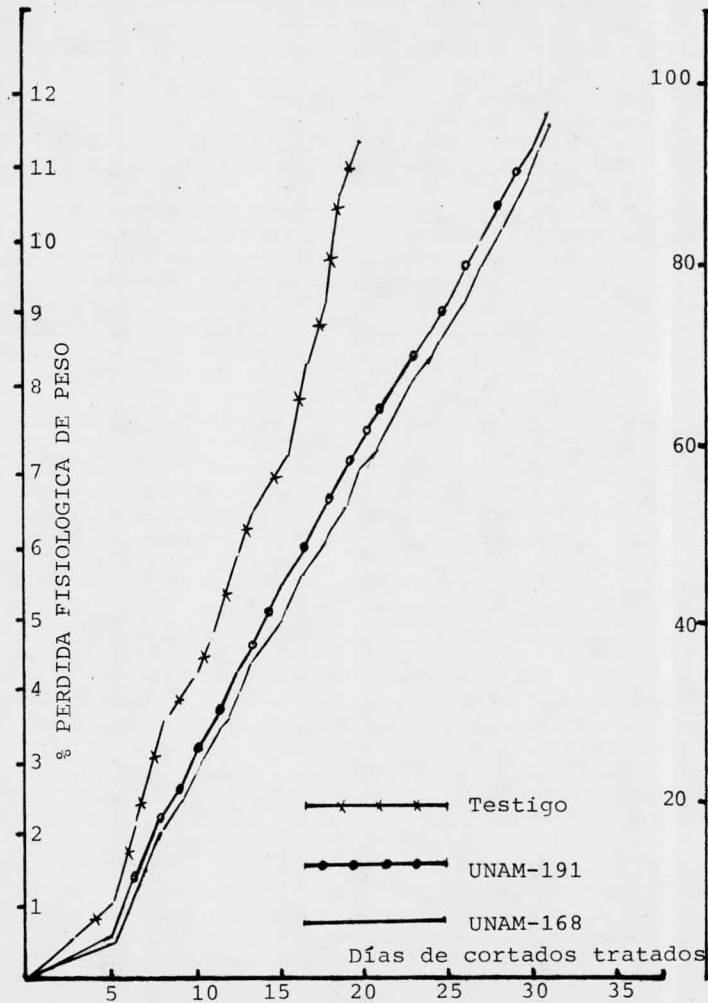


EXPERIMENTO IV. GRAFICA VIII-B

Sincronización de la disminución e incremento de almidón y azúcares totales en plátano al inducir la maduración comestible.







EXPERIMENTO IV. ACIDEZ

TABLA M

TRATAMIENTO	ACIDEZ	DIAS DE CORTADOS TRATADOS							
		3	11	16	22	26	30	33	
TESTIGO	PH	5.9	5.9	5.4	5.7	-	-	-	1
	A.T.	0.2	0.24	0.33	0.31	-	-	-	68
UNAM-168	PH	5.9	5.9	-	5.7	-	5.5	5.7	1
	A.T.	0.2	0.25	-	0.33	-	0.4	0.25	
UNAM-168 Et.	PH	-	-	-	-	-	5.1	4.8	
	A.T.	-	-	-	-	-	0.55	0.86	
UNAM-191	PH	5.9	6	-	5.8	-	5.6	5.4	
	A.T.	0.2	0.26	-	0.3	-	0.39	0.42	
UNAM-191 Et.	PH	-	-	-	-	-	5.0	4.9	
	A.T.	-	-	-	-	-	0.54	0.86	

A.T.: acidez titulable, % ácido málico (g/100g de pulpa)

EXPERIMENTO IV. SUBSTANCIAS PECTICAS SOLUBLES.

TABLA N

TRATAMIENTO	DIAS DE CORTADOS-TRATADOS Conc. (Mg/50 g.)		
	3	11	16
TESTIGO	5500	5857	5857
UNAM-168	5500	5714	-
UNAM-191	5500	6357	-

EVALUACIONES ORGANOLEPTICAS

PRUEBA DE COMPARACION MULTIPLE

S A B O R

Panelistas	UNAM-191	UNAM-168		TESTIGO	TOTAL
1	3	3	5	11	121
2	7	2	5	14	196
3	6	6	5	17	289
4	6	2	5	13	169
5	8	3	5	16	256
6	7	7	5	19	361
7	3	5	5	13	169
8	3	3	5	11	121
9	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>11</u>	<u>121</u>
	462 ²	34 ²	45 ²	125 ²	1803
	2116	1156	2075	15625	

Factor de corrección C.F. = (Total)² / # de respuestas.

$$C.F. = \frac{15625}{27} = 578.7$$

$$SSm = \frac{5297}{9} - 578.7$$

$$SSm = 9.85$$

$$SSp = \frac{1803}{3} - 578.7$$

$$SSp = 22.3$$

$$SSt = 699 - 578.7$$

$$SSt = 70.3$$

Fuente de "Varianza"	df	SS	MS	F
muestras	2	9.85	4.92	2.06
panelistas	8	22.3	2.78	1.16
error	16	38.1	2.38	
Total	26	70.3		

No hay diferencias significativas a un nivel del 5%.

O L O R

Panelistas	UNAM-191	UNAM-168		TESTIGO	TOTAL
1	3	4	5	12	144
2	3	3	5	11	121
3	2	2	5	9	81
4	7	7	5	19	361
5	6	3	5	14	196
6	6	6	5	17	289
7	4	5	5	14	196
8	2	3	5	10	100
9	5	6	5	16	256
	<u>38²</u>	<u>39²</u>	<u>45²</u>	14884	1744
	1444	1521	2025		

Factor de corrección C.F.

$$C.F. = \frac{14884}{27} = 551.25$$

$$SSm = 3.19$$

$$SSp = 30.08$$

$$SSt = 54.75$$

Fuente de Varianza	df	SS	MS	F
muestras	2	3.19	1.595	1.19
panelistas	8	30.08	3.76	2.80
error	16	21.48	1.34	
total	26	54.75		

COLOR (PULPA)

Panelista	UNAM-191	UNAM-168		TESTIGO	TOTAL
1	5	7	5	17	289
2	5	6	5	16	256
3	5	4	5	14	196
4	2	2	5	9	81
5	7	7	5	19	361
6	3	2	5	10	100
7	3	3	5	11	121
8	3	4	5	12	144
9	2	2	5	9	81
	<u>35²</u>	<u>37²</u>	<u>45²</u>	<u>117</u>	<u>1629</u>
	1225	1369	2025	13689	

Factor de corrección.

$$C.F. = \frac{13689}{27} = 507$$

$$SSm = \frac{4619}{9} - 507$$

$$SSm = 6.22$$

$$SSp = \frac{1629}{3} - 507$$

$$SSp = 36$$

$$SSt = 571 - 507 = 64$$

Fuente de Varianza	df	SS	SS	F
muestras	2	6.22	3.11	2.28
panelistas	8	36	4.5	3.30
error	16	21.78	1.36	
total	26	64		

No hay diferencias significativas a un nivel del 5%.

T E X T U R A

Panelistas	UNAM-191	UNAM-168		TESTIGO	TOTAL
1	2	2	5	9	81
2	4	5	5	14	196
3	2	2	5	9	81
4	6	6	5	17	289
5	8	3	5	16	256
6	5	3	5	13	169
7	<u>8</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>19</u>	<u>361</u>
	35 ²	27 ²	35 ²	97 ²	1433
	1225	729	1295	9409	

Factor de Correccion (C.F.)

$$CF = \frac{9409}{21} - 448.04$$

$$SSm = \frac{3179}{7} - 448.04$$

$$SSm = 6.10$$

$$SSp = \frac{1423}{3} - 448.04$$

$$SSp = 26.29$$

$$SSt = 511 - 448.04 = 62.96$$

Fuente de "Varianza"	df	SS	MS	F
muestras	2	6.22	3.11	1.71
panelistas	6	36	6	3.31
error	12	21.8	1.81	
total	20	64		

No hay diferencias significativas a un nivel del 5%.

APARIENCIA EXTERNA

Panelista	UNAM-191	UNAM-168		TESTIGO	TOTAL
1	6	7	5	18	324
2	6	5	5	16	256
3	9	6	5	20	400
4	8	2	5	15	225
5	9	8	5	22	484
6	8	2	5	15	225
7	8	7	5	20	400
8	8	5	5	18	324
9	6	2	5	13	169
	<u>68²</u>	<u>44²</u>	<u>45²</u>	<u>157²</u>	<u>2807</u>
	8624	1936	2025	24649	

$$C.F. = \frac{24\ 649}{27} = 912.92$$

$$SSm = \frac{8585}{9} = 912.92$$

$$SSm = 40.96$$

$$SSp = 22.74$$

$$SSt = 1011 - 912.92$$

$$SSt = 98.08$$

Fuente de varianza	df	SS	MS	F
muestras	2	40.96	20.48	9.5*
panelista	8	22.74	2.84	1.32
error	16	34.38	2.14	
total	26	98.08		

*Hay diferencias significativas: se hará la prueba de rango múltiple.

UNAM-191	UNAM-168	R	A	B	C
68	44	45	7.5	5	4.8
7.5	4.8		5		

$$SE = \sqrt{MS} \quad \# \text{ juicios}$$

$$SE = \sqrt{2.14/9}$$

$$SE = \sqrt{0.23}$$

$$SE = 0.479$$

C. Resultados

Experimentos I, II, III y IV

OBJETIVO: Preservación de plátano con cubrientes de cera de candelilla y tratamiento con etileno, para inducir y homogeneizar la madurez comestible a diferentes días de vida de almacén.

EXPERIMENTO I: Este experimento se inició el día 20 de Septiembre de 1976 y terminó el 9 de octubre del mismo año.

LOTES DE PLATANO A ESTUDIO: Testigo (T) y encerado - -- (UNAM-168).

EXPERIMENTO II: Se inició el día 6 de Octubre de 1976 y concluyó el 10 de Noviembre del mismo año.

LOTES DE PLATANO A ESTUDIO: (T) y (UNAM-168).

EXPERIMENTO III: Se inició el 11 de Noviembre de 1976 y terminó el 14 de Diciembre del mismo año.

LOTES DE PLATANO A ESTUDIO: (T), (UNAM-168) y (UNAM-187).

EXPERIMENTO IV: Se inició el 31 de Enero de 1977 y terminó el 4 de Marzo del mismo año.

LOTES DE PLATANO A ESTUDIO: (T), (UNAM-168) y (UNAM-191).

% DE ALMIDON Y AZUCARES TOTALES

En los experimentos I, II y III no se observaron diferencias con respecto al experimento IV, en cuanto a que existe una sincronización bioquímica "en la maduración" de una disminución gradual de almidón y un incremento en la concentración de azúcares.

Así las tendencias de la concentración de almidón y azúcares totales en plátano encerado es similar a la que exhibe el testigo, pero marcadamente menos acentuadas.

Cuando a los lotes de plátano a estudio se les trato con etileno ... el "tiempo" de la hidrólisis de los eventos bioquímicos (almidón-azúcares) fué menor, es decir: se catalizaron considerablemente (gráfica VII -B).

ACIDO ASCORBICO

En los experimentos I, II y III se observaron -- las mismas tendencias de decaimiento de la concentración de ésta vitamina que el realizado en el experimento IV (gráfica IX). En ella observamos que los lotes de plátano con cubrientes de cera de candelilla inhiben el decaimiento de la concentración y que cuando se les induce su maduración el comportamiento es similar al que presenta el testigo.

SUBSTANCIAS PECTICAS SOLUBLES

EXPERIMENTO I: determinación de sustancias pécticas solubles en plátano con cubriente de cera de candelilla (UNAM-168) y testigo (T). En el lote testigo la concentración aumenta progresivamente con marcada variación a medida que aumentan los días de almacenamiento. En cambio en el lote UNAM-168 se presenta una inhibición acen- tuada (tabla L).

EXPERIMENTO II: no se determinaron.

EXPERIMENTO III: determinación de sustancias pécticas solubles en los lotes de plátano (UNAM-187), (UNAM-168) y (T). La concentración de sustancias pécticas solu- les en los plátanos (lotes encerados) presentaron compor- tamientos similares, que el testigo (tabla L), aunque el

aumento en el lote testigo fué más notorio.

La determinación de sustancias pécticas en plátano con cubrientes de candelilla, tratados, con etileno - para su madurez comestible³⁴ fué mayor que la del encera-do no tratado, y similar al que presentó el testigo.

TESTIGO IV: Su valoración en éste experimento fué de -- tres análisis al empezar y otro al concluir el experimento (tabla N).

ACIDO ASCORBICO. En los experimentos I, II y III se observaron las mismas tendencias de decaimiento de la concentración de ésta vitamina, que el realizado en el experimento IV (gráfica IX). En ella observamos que los lotes de plátano con cubrientes de cera de candelilla inhiben el decaimiento de la concentración, y que cuando se les induce su maduración el comportamiento es similar al que presenta el testigo.

SUBSTANCIAS PECTICAS SOLUBLES.

EXPERIMENTO I: En el lote testigo la concentración aumenta progresivamente con marcada variación a medida que aumentan los días de almacenamiento. En cambio en el lote

UNAM-168 se presentó una inhibición acentuada (tabla L).

EXPERIMENTO II: No se determinaron.

EXPERIMENTO III: La concentración de sustancias pécticas (lotes encerados) presentaron comportamientos similares, que el testigo (tabla K), siendo el aumento en el lote testigo más notorio.

La cuantificación de sustancias pécticas "solubles" en plátano con cubrientes de candelilla tratados con etileno para su madurez comestible (índice 6)³⁴ fué mayor que el del lote encerado no tratado, y similar al que presentó el testigo.

EXPERIMENTO IV: Su determinación en este experimento no fué completa (tabla N).

ACIDEZ

En los experimentos I, II y III no se observaron discrepancias en cuanto a la determinación del PH y de la acidez titulable con respecto al experimento IV ya elucidado (tablas G, H y J).

PERDIDA FISIOLOGICA DE PESO

EXPERIMENTO I: La variación de la pérdida fisiológica de peso es más pronunciada en el lote testigo, tal como, lo demuestran los siguientes resultados:

T	4.1%
UNAM-168	3.47%

a los 14 días de tratados-almacenados.

EXPERIMENTO II: La pérdida fisiológica de peso fué más drástica en el lote testigo a los 30 días de tratados-almacenados. Los resultados son:

T	11.48%
UNAM-168	5.78%

EXPERIMENTO III: La pérdida fisiológica de peso a los 15 días de tratados almacenados fué:

T	7.60%
UNAM-187	5.74% (gráfica VI)
UNAM-168	6.08%

EXPERIMENTO IV: Las variaciones fueron más marcadas en el lote testigo, a tal grado que a los 16 días de almacenamiento se presentan los siguientes resultados:

T	9.38%
UNAM-191	6.07%
UNAM-168	5.63%

a los 29 días se alcanzan los siguientes porcentajes:

T	0.0
UNAM-191	11.71%
UNAM-168	11.36%

De estos resultados se concluye que los lotes encerrados conservan el peso de los frutos en forma gradual, con respecto al testigo; el cual se pronuncia por un aumento drástico.

% DE VENDIBLES

ANALISIS DE COMERCIALIZACION EN PLATANO

EXPERIMENTO I: Revisiones a los 10 días.

T 93.16%

16 días ver gráfica (IV)

T 26.79

UNAM-168 85.72

EXPERIMENTO II: Revisiones a los 15 días.

T 91.67%

20 días ver gráfica (V)

T 12.2%

EXPERIMENTO III: Revisiones a los 10 días.

T 74.36%

18 días

T 8.7%

20 días

UNAM-187 86.83% ver gráfica (VII)

UNAM-168 91.43

28 días

UNAM-187 18.19%

UNAM-168 38.62%

EXPERIMENTO IV: Revisiones a los 15 días.

T 77.13%

19 días

T 24.99%

UNAM-191 82.85%

21 días

UNAM-168 90.62%

25 días

UNAM-191	62%
UNAM-168	77.9%

28 días

UNAM-191	48.39%
UNAM-168	62.5%

EXPERIMENTO III: La inducción y uniformización de la maduración en lotes de plátano con cubrientes de candelilla y testigo fué normal.

EXPERIMENTO IV: La acción del etileno al inducir y uniformizar la maduración comestible en los lotes UNAM-168 y UNAM-191 fué normal (maduración homogénea). Índice de color 6, color de la piel "completamente amarillo", textura suave apropiado para el consumo.

Evaluaciones Organolépticas

Evaluaciones organolépticas de lotes con cubrientes de candelilla y madurados comestiblemente con etileno; comparados con frutas frescas de óptima calidad.

Los análisis estadísticos efectuados fueron de: sabor, olor (pulpa), textura y apariencia externa. El modelo estadístico usado fué "prueba de comparación múltiple a nivel de laboratorio.

EXPERIMENTO I: No se realizaron.

EXPERIMENTO II: No se realizaron.

EXPERIMENTO III: Sólo hubo diferencia significativa a un nivel del 5% en el color de la pulpa.

EXPERIMENTO IV: En este experimento el lote UNAM-191 sólo discrepa en apariencia externa.

CONCLUSIONES

1. El tiempo de la maduración comestible "óptima" --- (maduración de mesa), se presentó a los cuatro días de la aplicación del etileno (concentración aproximada de 1200 ppm) a una temperatura de $19 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa (H.R.) de 95-100%.
2. La eficiencia del etileno al uniformizar la madurez de mesa en los lotes de plátano con cubrientes de -- candelilla a los 25 días de vida de almacén, fué similar al testigo: índice de color 6, color de la -- piel "completamente amarillo" y textura suave - - (apropiado para la venta y consumo).
3. Entre las principales causas de pérdidas están: daño mecánico (impacto, compresión, desgarramiento) - y/o torceduras, además de insidencia de patógenos -- (infecciones localizadas en el cuello y en el cojine te "corona de los dedos").
4. Los lotes encerados con cubrientes de candelilla y - madurados (maduración de mesa) con etileno no presen taron alteraciones en las propiedades organolépticas.
5. El cubriente de candelilla "UNAM-168" retardó la ma- duración comestible con mayor eficiencia a la vez -- que abatió las infecciones fungales, y conservó las propiedades organolépticas.

6. Los cubrientes de candelilla son permeables a la acción del etileno.

BIBLIOGRAFIA

1. Alcayde, Guillermo. et al, La cadena del frío. Naturaleza. Diciembre (1973)
2. Biale, J.B., y Young, R.E. Bioquímica de la Maduración de los frutos. Endeavour 164-174 (1962)
3. Bickel, L. La Revolución Verde. Editores Asociados, S. A. (1976)
4. Burg, S. P. Hypobaric storage and transportation of fresh fruit and vegetables in postharvest physiology, E. B. Pantástico. Ed. AVI Publishing CO. Westport, Conn. (1975).
5. Burg, S. P., and Burg, E.A. Bot. Gaz. 126-204 (1965)
6. Burg, S.P., and Burg, E.A. Ethylene action on the ripening of fruits. Science. 148 1190-1196 (1965)
7. Champion, J. El plátano. Ed. Blume, Barcelona (1968)
8. Depto. de ESTUDIOS ECONOMICOS CONAFRUT.
9. Desroiser, W.N. Conservación de Alimentos 6a. Impresión (en Español), Ed. Continental, S. A. México (1976).

10. Eskin, N.A.M. et al, Biochemistry of Foods. Academic Press. New York (1971).
11. Heady, O. E. The agriculture of the U.S. Scientific American. 231 [3] 107-127 (1976)
12. Hopper, David. The development of agriculture in developing countries. Scientific American. 235 [3] 197-205 (1976)
13. Hulme, A.C. The Biochemistry of Fruits and their Products. Vol. I Caps. 11 y 16 Ed. Academic Press. New York (1970)
14. Jennings, R.P. The amplification of agriculture production. Scientific American. 235 [3] 181-194 (1976)
15. Klages, F. Tratado de Química Orgánica. Ed. Reverté, Mexicana. Vol. III, pp 291-302 (1968)
16. Larmond, E. Methods for Sensory Evaluation of Food Information Canada, Ottawa (1973)
17. Loomis, S.R. Agricultural systems. Scientific American. 235 [3] 99-105 (1976)
18. Mellor, W.J. The agriculture of India. Scientific American. 235 [3] 155-163 (1976)

19. Memorias del Primer Ciclo de Conferencias. Facultad de Química U.N.A.M. - CONACYT. México (1975)
20. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemist, Washington, D. C., (1970)
21. Pedraza, G.E. Plátano. Generalidades y prolongación de su vida de almacenamiento mediante emulsiones a base de cera de candelilla (Tesis) Facultad de Química U.N.A.M. (1976)
22. Pantástico, E.B. Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. Ed. AVI Publishing Co., INC. Westport, Conn. 233-234 (1975)
23. Salunkhe, D.K., and Wu, M.T. Subatmospheric press storage in ripining and associated chemical changes of fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98-113 (1973)
24. Salunkhe, D.K., and Wu, M.T. Subatmospheric storage of fruit and vegetables. Lebensmitt Wissen Tech. 7 [5] 261 (1974)
25. Salunkhe, D.K., and Wu, M.T. Subatmospheric Storage of Fruit and Vegetables in Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables, E.B. Pantástico. Ed. AVI Publishing Co., Westport, Conn. (1975)

26. Servicio Para el Agricultor (Fundación). Maduración de cambures. Cagua, Estado Aragua Venezuela 7 [29] (1976)
27. Simmonds, N.W. Los plátanos. Ed. Blume, Barcelona 2a. Edición (1973)
28. Warth, H.A. The Chemistry and Technology of Waxes Rainhold Publishing Corporation 2a. Edition. New York (1956)
29. Wellhasusen, J.E. The agriculture of México. Scietific American. 235 [3] 129-150 (1976)
30. Wortman, Sterling. Food and Agriculture. Scientific American. 235 [3] 31-39 (1976)
31. Valdés, N.S. Estudio de la conservación de cítricos por medio de una emulsión de cera de candelilla. (Tesis). Facultad de Química U.N.A.M. (1974)
32. Información proporcionada por el Doctor Ernesto B. Pantástico, en el curso sobre "Manejo Postcosecha de Frutas y Hortalizas" del 4-29 de Julio de 1977. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I.P.N.
33. Patterson, E.M. The role of ripening in the affairs of man. Hort Science, 5 [1] 2-4 (1970)

34. Newhall, W.F., and Grierson, W. A low-cost, self-Polishing, fungicidal water wax for citrus fruit. CITRUS MAG 18 [7] 146-153 (1956).
34. The Customer Services Departamente, United Fruit Sales Corporation, Boston, Mass. Tablas for Banana Ripening.