

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**"ESTUDIO DE LA CONSERVACION DE CITRICOS
POR MEDIO DE UNA EMULSION DE
CERA DE CANDELILLA"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A

SILVIA MARGARITA VALDES NIETO

MEXICO, D. F.

1974



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.

CLAS. 1974
ADQ. ~~557~~
FECHA Teles
PROC. _____

328

Act. 336



QUÍMICA

PRESIDENTE: NATALIA SALCEDO OLAVARRIETA.

VOCAL: ENRIQUE GARCIA GALIMRO.

SECRETARIO: GABRIEL SIADÉ BARQUET.

1er. SUPLENTE: MIGUEL A. CEVALLOS LEAL.

2o. SUPLENTE: CARLOS RORO MEDRANO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES DE LA FACULTAD DE
QUIMICA, U. N. A. M.

SUSTENTANTE:

SILVIA MARGARITA VALDES NIETO

ASESOR DEL TEMA:

DR. GABRIEL SIADÉ BARQUET.

El presente trabajo fué realizado bajo la dirección del Dr. Gabriel Siade Barquet, a quién agradezco el haber hecho posible la culminación de mi carrera.

El presente estudio fué realizado con el financiamiento económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de la Comisión Nacional de Zonas Áridas, a quienes quiero hacer patente mi agradecimiento.

A mis padres con profundo
carino y gratitud.

Ing. Daniel A. Valdés Andrade
Sra. Ada Celia Nieto de Valdés

A mis hermanos

Daniel, Alejandro y Eduarddo.

INDICE.

	Pags.
1. Objetivo	1
2. La Cera de Candelilla	3
3. Purificación de la Cera de Candelilla	15
4. Producción de Limón agrio en la República Mexicana	24
5. Principales Problemas del Mercado del Limón en México	32
6. Métodos Tradicionales de Preservación de Cítricos	36
7. Recubrimiento de Limones en el Laboratorio	41
8. Recubrimiento de Limones en Tecomán, Colima	44
9. Determinación del Consumo de Emulsión de cera de candelilla por Tonelada de Limón	46
10. Desarrollo de Experimentos y Análisis de resultados	49
11. Evaluación Realizada por la Comisión Nacional de Fruticultura	90
12. Conclusiones	95
13. Bibliografía	97

"ESTUDIO DE LA CONSERVACION DE CITRICOS POR MEDIO

DE UNA EMULSION DE CERA DE CANDELILLA"

OBJETIVO.

En México existe una producción muy elevada de limón, amén de otros cítricos de suma importancia. Sin embargo, no se tiene la utilidad correspondiente a la misma, lo que se debe en gran parte a que es relativamente corto el período de tiempo de durabilidad del producto para ser comercialmente aceptado, no alcanzando a llegar en buen estado a otros mercados internacionales, por ello la finalidad del presente estudio es aumentar la vida media del limón y de otros cítricos en almacenamiento.

Es bien conocido que la mayoría de los alimentos, tanto de origen vegetal como animal, comienzan a descomponerse poco después de su cosecha, vendimia o matanza, por ello, el hombre ha tenido que aprender a controlar algunas de las fuerzas destructivas naturales para poder conservar los frutos que como alimento nos provee la Naturaleza.

Entre los métodos más comunes que existen para la conservación de alimentos tenemos: Refrigeración, Congelación, Secado, Enlatado, Fermentación, Encurtido, adición de Aditivos químicos, tratamiento por medio de Radiaciones Ionizantes y "Encerado", siendo este último método el que se describe en el presente estu--

dio para la conservación del limón. Las preparaciones para en--
cerra están constituidas por parafinas, o bien, mezclas de ceras y
parafinas adicionadas de agentes emulsificantes/(1).

De las ceras vegetales, estudiamos la "Cera de Candelilla" para la preservación del limón; esta cera se obtiene de plan--
tas abundantemente distribuidas en el norte de nuestro Territorio
siendo relativamente fácil su extracción, lo que ocasiona que es--
te producto sea económico para nuestro fin. Ahora bien, en nues--
tro trabajo no sólo se pretende conservar el limón, sino que tam--
bién darle utilidad a un producto netamente mexicano dando como--
consecuencia un beneficio económico a nuestro País, ya que una --
gran proporción de la producción de cera de candelilla no encuen--
tra mercado, encontrándose almacenada y sin uso.

LA CERA DE CANDELILLA.

La "Cera de Candelilla" (nombre popular) se obtiene de la cubierta de arbustos suculentos conocidos con el nombre de Euphorbia cerifera Aicocer o Euphorbia antisiphilitica Zuccarini; orden Euphorbiaceae. Dichas plantas crecen en México en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila, Baja California, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí, Durango, Zacatecas y Chihuahua (2). Sin embargo, en el año de 1974 los únicos estados de la República Mexicana que produjeron cera de candelilla fueron: Coahuila, Durango, -- Chihuahua y Zacatecas según el anuario de la Producción Forestal de México del mismo año.

Además, de las especies anteriores, las especies de Pedilanthus: Pedilanthus pavonis Boissier y Pedilanthus aphyllus Boissier también producen cera, pero en menor cantidad que los arbustos de candelilla antes mencionados.

PROPIEDADES DE LA CERA DE CANDELILLA.

La cera de candelilla se vende comercialmente en pedazos de color café, duros, frágiles y fácilmente pulverizables. Su superficie es capaz de adquirir un gran brillo, propiedad que imparte el lustre a las ceras para puir en las que se emplea como base de su preparación.

Cuando la cera de candelilla se calienta tiene un olor -

D. J. J.

semejante al de la cera de abejas. Solamente es soluble en éter -- frío en una proporción que no exceda de 0.12 g en 100 ml, siendo -- parcialmente soluble en cloroformo, trementina, espíritu de petróleo y acetona; sin embargo, se solubiliza fácilmente cuando los di solventes mencionados se calientan (2).

Alcocer y Sanders (1910) informaron que se obtiene de la planta mexicana alrededor de 2.5 a 5 % de cera en base al peso de la planta seca y que las constantes físicas y químicas varían con la edad de la planta y la época de recolección, además, las plantas que crecen en las costas tienen menor cantidad de cera que -- las que crecen en el interior. Estos investigadores informaron las siguientes constantes físicas y químicas para la cera obtenida de tallos de la especie *Euphorbia cerifera*:

Densidad (d^{15}) 0.9820 - 0.9856

Índice de refracción (n_D^{85}) 1.4545 - 1.4626

Índice de acidez 12.73 - 10.11

Índice de saponificación 35.0 - 86.5

Índice de yodo 14.42 - 20.40

% de materia no saponificable 76.70 - 77.27

% de hidrocarburos 42.49 - 59.70

La densidad (d^{15}) informada por varios investigadores -- tiene un intervalo de 0.935 a 0.993. Hare y Bjerregaard (1910) informaron el índice de refracción (n_D^{15}) de la cera de candelilla -- cruda (*E. antisiphilitica*) como 1.4545.

Farcy (1920) ha publicado constantes de la variedad mexicana *P. aphyllus*, la cual aparentemente contiene menor cantidad de hidrocarburos (33 %) que *P. pavonis*, la cual tiene de 49 a 54 %. - Se cree que los hidrocarburos son parafinas normales de 29, 31 y - 33 átomos de carbono. Las constantes son:

Densidad (d^{15}) 1.001 - 1.002

Punto de fusión 64 - 65 °C.

Índice de acidez 18 - 19

Índice de saponificación 66 - 67

Índice de yodo 20 - 21

Ulmann (1914) dió las siguientes constantes físicas y químicas para la cera de candelilla refinada:

Densidad (d^{15}) 0.982 - 0.996

Punto de Fusión 66 - 70 °C.

Índice de acidez 12.7 - 18.5

Índice de saponificación 56.3 - 63

Índice de yodo 13 - 25.5

% de materia no saponificable 66 - 74 %

CONSTANTES DE LA CERA DE CANDELILLA CRUDA (2).

	Hare(1910)	Schuette(1949)	Findley(1953)
Índice de acidez	12.4	19.0	20.2
Índice de saponificación	64.9	49.0	56.7
Índice de yodo	36.8	32.8	27.9
Punto de fusión °C.	67 - 68	69 - 71	60 - 72

CONSTANTES DE LA CERA DE CANDELILLA REFINADA

(ESPECIES DE PEDILANTHUS) (2).

	Lüdecke (1948)	Sanders (1911)	Deiler (1910)	Leys (1925)
Indice de acidez	8.9-19.0	14.4	19.0	19.4
Indice de saponi- ficación	54.0-61.4	46.7	59.7	53.5
Indice de yodo	13.0-22.9	16.6	14.0	12.9
Punto de fusión	68.7 °C.	67.5 °C.	66 °C.	71 °C.

CONSTANTES DE LA CERA DE CANDELILLA REFINADA.

(E. ANTISYPHILITICA) (2).

	Olsson-Seffer (1911)	Sanders (1911)	Anon
Acidez (%)	0.32	0.03	-
Indice de saponi- ficación	104-108	105-106	105-106
Indice de yodo	5.23	5-6	5.2-5.55
Punto de fusión	77.4 °C.	74-80 °C	75.8-77.4 °C.

DIFERENCIAS EN LAS CONSTANTES DE CERA DE CANDELILLA
REFINADA DERIVADA DE VARIAS ESPECIES.

	E. cerífera	E. antisiphilitica	P. pavonis
Punto de fusión	67 - 79 °C.	68 - 80, 77.4 ^e °C.	66 ^b - 73 °C.
Indice de saponificación	35.0-86.5 ^a	104-108 ^e , 84.1	46.52, 49.9 ^g
Indice de yodo	14.4-27.2 ^a	5-6 ^f , 33.6 ^c	12-22.9, 23.1 ^g
Indice de acidez	12.7-18.1 ^a	12.4-17.4 ^c	8.9-19.4, 20.2 ^g
Densidad a 15°C.	0.9820-0.9856 ^a	0.9473 ^e -0.9920, 0.9825 ^c	0.950-0.993
Densidad a 100°C.	-	0.8850	0.8700 ^b
Indice de refracción a 71°C	-	1.4555 ^c	-
Indice de refracción a 85°C	1.4545-1.4626	-	1.4555- 1.4560 ^d
% de materia insaponificable	67.5-76.7	84.2 ^c	65-76.7
% de hidrocarburos	42.5-59.7 ^a	57 ^g	48.6 ^f -54.3
Contenido de cenizas (%)	0.7 ^h	0.34 ^c	0.05

	<i>E. cerifera</i>	<i>E. antisiphilitica</i>	<i>P. pavonis</i>
Contenido de humedad	0.52-1.5	-	0.74
Constante dieléctrica	-	-	2.50-2.67
% de acidez	0.003	0.03-0.32 ^e	-

- a) Alcocer y Sanders (1910)
- b) Deiler (1909)
- c) Hare y Bjerregaard (1910)
- d) Hilditch (1945)
- e) Olsson- Seffer (1910)
- f) Sanders (1912)
- g) Findley (1953)
- h) Especies de una fuente no específica pero clasificada como *E. cerifera*; García Cruz (1939).

DENSIDAD Y COEFICIENTE DE EXPANSION.

La densidad de la cera de candelilla cuando se funde y se solidifica lentamente es menor que la de la cera original en pedazos; esta gran diferencia en las densidades es difícil de explicar sobre la base de la velocidad de enfriamiento.

La cera de candelilla se expande rápidamente desde cerca de los 50 °C. hasta su fusión; ya fundida la expansión es más lenta y la densidad decrece 0.0051 por grado de temperatura.

La disminución del volumen de la cera de candelilla durante la solidificación y cristalización es de 12.4 % del volumen "original" y 11.5 % de la misma cuando nuevamente se funde y recristaliza. El coeficiente de expansión cúbico de la cera es de 0.00040 a 25 °C. y 0.000608 a 100 °C.

La adición de cera de candelilla a la parafina en forma creciente, aumenta su punto de fusión y su dureza.

COMPOSICION APROXIMADA DE LA CERA DE CANDELILLA
REFINADA (2).

Hidrocarburos (f. 68°C.)	50 - 51 %
Nonacosano (2.5 %)	
Hetríacotano (46 - 46.5 %)	
Trítríacotano (2.5 %)	
Esteres de ácidos grasos y alcoholes (f. 88 - 90 °C.)	28 - 29 %
Esteres simples (y lactonas ?) (20 - 21 %)	
Esteres hidroxilados (6 - 8 %)*	
Alcoholes libres, esteroides y resinas neutras	12 - 14 %
Alcohol miricílico (f. 84 - 85 °C.)	
Esteroides (sitosterol, etc.) (7 - 8 %)	
Resinas (sustancias no acetilables como el acetato de beta amirina) (5 - 6 %)	
Ácidos libres	7 - 9 %
De cadena lineal (f. 69 °C.): ácidos céri- cos (6 - 7 %)	
Materia mineral	0.7 %
Material volátil	0.1 - 1 %

* El éster del sitosterol ($C_{29}H_{49}OH$) y el ácido dihidroximircinoleico ($C_{30}H_{62}O_4$) constituyen cerca del 20 % de la porción del éster de la cera. También están presentes ésteres de ácidos normales y alcoholes de C_{28} , C_{30} , C_{32} y C_{31} (2m).

USOS DE LA CERA DE CANDELILLA.

La cera de candelilla se ha usado ampliamente en la fabricación de toda clase de abrillantadores; empleandose en combinación con la cera de carnauba para dar un producto de mayor dureza y poder brillador; se usa para aumentar la dureza y punto de fusión de otras ceras (2). Se emplea como ingrediente en los aderezos de cuero (3); como componente de la fase oleosa de emulsiones que se usan en la industria textil como repelentes del agua (4). La emulsión que describe Goldstein, Herman B (5) ha dado excelentes resultados en el tratamiento de nylon, algodón, seda y piel. La cera de candelilla también se ha usado en pinturas anticorrosivas, resistentes al fuego y acido-resistentes (6), en crema y grasas para zapatos, barnices, ceras para autos y pisos, en asiladores eléctricos (7), pegamento para sellos postales, en la manufactura de celuloide, forma parte de los componentes de las gomas de borrar, en removedores de pinturas, linoleum, en la industria de chicle y chocolate, etc. (2).

EXTRACCION DE CERA DE CANDELILLA.

La cera de candelilla se puede extraer de la superficie de todas las partes de la planta excepto de la raíz; por esta razón se ha procurado cortar la planta mecánicamente para evitar cortar la raíz y enviar unicamente los tallos a los centros de tratamiento (2).

El método que se usa comunmente para la extracción de la cera de candelilla en la región entre Saltillo y Parras ha sido -- descrito por Knaggs (2) como sigue:

La extracción de cera de candelilla se lleva a cabo en tanques de cocción de acero inoxidable que se colocan sobre la tierra; debajo de los cuales se hace un hoyo que sirve como horno. El combustible que se utiliza para alimentar el horno son plantas de cera de candelilla a las que se les ha extraído la cera.

Los tanques se llenan con agua y arbusto de candelilla hasta cerca de 30 cm. de la superficie; estos tanques estan equipados con una rejilla que obliga a mantener debajo de la superficie del agua a la planta. Una vez que el agua hierve se agregan pequenas cantidades de ácido sulfúrico para facilitar la salida de la cera de la superficie del arbusto (se requieren 8 Kg de ácido sulfúrico por 100 kg de arbusto). Una vez que se ha extraído toda la cera el horno se apaga y un obrero empieza a sacar la cera de la superficie del agua por medio de un colador poco profundo, el agua

que pudiera haberse extraído junto con la cera regresa al tanque - por los orificios del colador, la cera desnatada se pasa rápidamente a tambos de 25 galones (94.625 l).

Cuando la cera flota en la superficie del tonel se mezcla con grandes cantidades de tierra que provienen de la raíz, arena y fragmentos de planta, de tal manera, que de la cera que se vacía en el tambor sólo una pequeña porción del centro puede ser enviada a los centros de refinación. Una cosecha de 1000 lb o ----- a 3.592 Kg de arbusto producen 30 lb o 13.607 Kg de cera.

Daughert y colaboradores (1953) dan una descripción similar de la extracción; aquí, las impurezas del tanque se extraen cuidadosamente y se envían a otro tanque donde se tratan a ebullición con ácido sulfúrico. En el tanque original se deja solidificar la cera, se saca el agua del tanque y posteriormente se saca la cera del tambor. La capa del centro del cilindro de cera es la que se envía a la refinería, ya que la parte superior e inferior contienen un alto porcentaje de materia orgánica que se reprocessa.

REFINACION DE LA CERA DE CANDELILLA. ✓

La refinación de la cera de candelilla es necesaria, --- pues como se vió antes, la cera sin refinar contiene restos de materia orgánica, tierra y arena, no pudiendo con ello usarse en los diversos productos de que forma parte, pues como se sabe, para ob-

tener un producto de calidad, es necesario partir de materia prima de la mejor calidad.

En la cera de candelilla como en muchas ceras naturales se tiene una gran variabilidad en lo que se refiere a sus propiedades físicas y químicas (Índice de yodo, de saponificación, de acidez, etc.) debido en gran parte a las diferentes épocas de recolección, condiciones del suelo, factores ambientales, edad de la planta, etc. y si a esto aunamos diferentes proporciones de impurezas no podría saberse qué posibles interferencias o alteraciones se causarían en los productos de que forma parte, no pudiendo tener sobre éstos estrechos límites de control.

La refinación de la cera de candelilla se lleva a cabo en las ciudades y el proceso descrito por Knaggs es como sigue: Un tanque de acero inoxidable se coloca sobre una plataforma de piedra debajo de la cual se encuentra un horno. El tanque se llena con la cera hasta $2/3$ partes de su capacidad, mientras se funde se agita con una pala de madera para evitar que se quemé y haga espuma. Se adicionan frecuentemente pequeñas cantidades de ácido sulfúrico, el ácido neutraliza las sales alcalinas previniendo con ello la emulsificación de la cera, destruye los restos de materia orgánica de lo que resulta un mejoramiento del color, y por tanto, de la calidad de la cera, la refinación se lleva a cabo por varias horas. Posteriormente se vacía el tanque sobre una plataforma de piedra para permitir la solidificación de la cera, que después se rompe en pedazos y se empaqa.

Daughert y colaboradores (1953) notaron que la extracción de la cera de candelilla con disolventes daba buenos resultados, pero la cera que se obtenía por este método contenía considerables resinas las cuales se separaban por centrifugación y se extraían de la cera con alcohol.

El único criterio que se tiene para evaluar la pureza de la cera de candelilla es la comparación de su color con los de un patrón de referencia. El color impartido por los componentes resinosos de la cera de candelilla puede ser destruido por oxidación con ácido crómico, puede eliminarse también por una simple fusión de la cera con tres partes de parafina permitiendo que los componentes resinosos se sedimenten o acelerando su separación con ayuda de cargas activas; también se han obtenido buenos resultados --tratando mezclas de cera de candelilla y parafina con peróxido de hidrógeno y permanganato de potasio (8).

PURIFICACION DE LA CERA DE CANDELILLA.

Con el objeto de eliminar los problemas que se presentan al tratar de emulsificar la cera de candelilla, en este trabajo se ideó un nuevo método para su purificación, el cual no se describe por estar en trámites de patente. Por este procedimiento se obtiene cera de buena calidad juzgada por la comparación de su color, además es muy sencillo, rápido y económico, siendo el principal --producto de eliminación un material resinoso (aproximadamente 5%).

Para determinar las variaciones que había sufrido la cera de candelilla después de su purificación se hicieron las siguientes determinaciones físicas y químicas.

Índice de saponificación. Es una evaluación directa de la cantidad total de ésteres más los ácidos libres.

Índice de acidez. Expresa los ácidos grasos libres y es más variable que el índice de saponificación.

El índice del éster se refiere generalmente a las diferencias entre el índice de saponificación y el índice de acidez.

Índice de yodo. Mide la cantidad de grasa insaturada o ácidos céricos, ésteres insaturados, hidrocarburos insaturados, alcoholes insaturados e incluso resinas y esteroides. Cada doble enlace requiere dos átomos de yodo.

Punto de fusión.

Las técnicas empleadas en las determinaciones fueron las siguientes:

INDICE DE SAPONIFICACION.

El índice de saponificación es el número de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) requeridos para hidrolizar un gramo de grasa o material cérico.

El índice de saponificación se determinó por el procedimiento de wand que se describe a continuación:

Se colocan en un matraz Erlenmeyer seco de 250 ml 2 gramos de cera y 10 ml de tolueno puro, se calienta cuidadosamente el

matraz sobre una parrilla hasta que la cera se disuelva pero sin que hierva. Posteriormente se agregan con una pipeta volumétrica 25 ml de hidróxido de potasio alcohólico 0.7 N (En este punto algo de la cera precipita, pero se disuelve nuevamente cuando se calienta el matraz). Se corre un blanco agregando igual cantidad de tolueno e hidróxido de potasio alcohólico. Se conecta cada matraz a un condensador de reflujo, permitiendo que permanezcan en suave ebullición durante dos horas, tiempo en el cual se completa la saponificación. Después se adicionan de 5 a 6 gotas de fenolftaleína a cada matraz y se titulan con ácido clorhídrico hasta una completa desaparición del color rosa. El blanco conteniendo 25 ml de KOH alcohólico requiere 35 ml de ácido clorhídrico 0.5 N. La diferencia entre el blanco y la muestra mide la cantidad de KOH consumida en la saponificación. Un ml de ácido clorhídrico 0.5 N equivale a 28.06 mg de hidróxido de potasio.

Cuando ambas soluciones son de igual normalidad se puede usar la siguiente ecuación:

$$\text{Indice de saponificación} = \frac{V_b - V_w \times 56.104}{w}$$

Donde: V_b : Es el volumen de ácido clorhídrico utilizado en la titulación del blanco.

V_w : Es el volumen de ácido clorhídrico utilizado en la titulación de la cera.

w : Es el peso de la muestra de cera.

INDICE DE ACIDEZ. ✓

El índice de acidez es el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar un gramo de grasa o material cérico. La técnica que se usó en la determinación fué la siguiente:

En un matras Erlenmeyer de 250 ml se colocan de 4 a 5 -- gramos de cera, se adicionan 50 ml de tolueno y 50 ml de metanol, se conecta a un condensador de reflujo y se permite que la solución hierva libremente por no más de 2 minutos antes de la titulación, después se agregan unas gotas de fenolftaleína y se titula, con vigorosa agitación, con una solución de hidróxido de potasio - alcohólico aproximadamente 0.1 N hasta que aparezca una coloración rosa. Un blanco se corre al mismo tiempo que la muestra de cera y se hacen las correcciones necesarias.

$$\text{Indice de Acidez} = \frac{Vw \times 56.104}{w}$$

Donde: Vw : Es el volumen de hidróxido de potasio que se utilizó - en la titulación.

w : Es el peso de la muestra de cera.

INDICE DE YODO.

El índice de yodo expresa el porcentaje de yodo que es - absorbido por la cera cuando se titula con una solución adecuada -

de yodo. Se determinó por el procedimiento de Hübl que se describe a continuación:

Reactivos:

1. El índice de yodo se determinó con un portador para el yodo, el portador que se usó fué el de cloruro de yodo mercuríco en alcohol (Hübl). La solución de Hübl se preparará como sigue:

a) 25 gramos de yodo se disuelven en 500 ml de etanol al 95 %.

b) 30 gramos de cloruro mercuríco se disuelven en 500 ml de etanol al 95 %.

El reactivo de Hübl se hace tomando volúmenes iguales de a y b en el momento del análisis.

2. Solución de yoduro de potasio al 10 %
3. Cloroformo seco o tetracloruro de carbono.
4. Solución 0.1 N de tiosulfato de sodio.

Técnica:

Se coloca en un matraz de yodo limpio y seco un gramo de cera y 10 ml de cloroformo, cuando la muestra se ha disuelto completamente se agregan 25 ml de solución de Hübl y se tapa el matraz, cuidadosamente se llena el canal alrededor del tapón con la solución de yoduro de potasio al 10 %, se agita el matraz y se coloca en un lugar obscuro por tres horas. Para el blanco se usa un matraz de yodo con la misma cantidad de cloroformo, solución de yodo y solución de yoduro de potasio. Después se agrega a cada matraz 100 ml de agua y 20 ml de solución de yoduro de potasio y se titula el exceso de yodo con una solución de tiosulfato de sodio 0.1 N.

$$\% \text{ de yodo absorbido} = \frac{(V_b - V_w) \times 1.27}{w}$$

Dónde: V_b : Es el volumen de tiosulfato de sodio utilizado en la -
titulación del blanco.

V_w : Es el volumen de tiosulfato de sodio utilizado en la -
titulación de la cera.

Los resultados obtenidos en la cera purificada por el --
nuevo método se muestran en la siguiente tabla:

CONSTANTES FISICAS Y QUIMICAS DE LA CERA DE CANDELILLA.

	CERA COMERCIAL	CERA PURIFICADA		
		(I)	(II)	(III)
INDICE DE ACIDEZ	22.40	17.39	17.90	18.11
INDICE DE SAPONIFICACION	51.87	46.66	45.80	48.55
INDICE DE YODO	13.81	13.84	13.43	13.36
PUNTO DE FUSION (°C.)	63 - 66	64	63	64

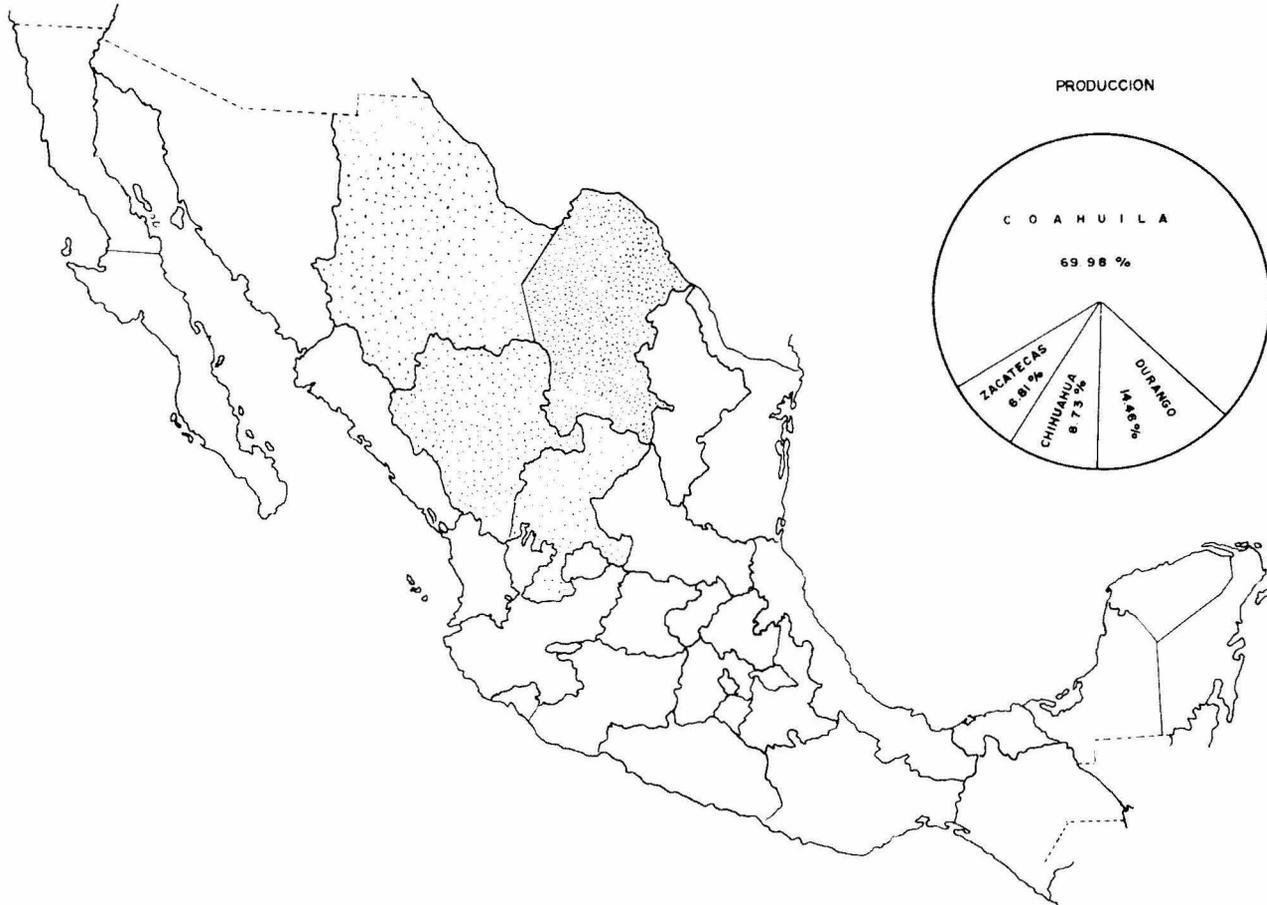
CERA DE CANDELILLA.

PRODUCCION FORESTAL EN LA REPUBLICA MEXICANA CALCULADA PARA 1971.

E N T I D A D	VOLUMEN DE PRODUCCION Kg.	%	VOLUMEN DE PRODUCCION PESOS
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	2 211 101	100.00	24 204 499.00
1. COAHUILA	1 547 438	69.98	16 925 994.00
2. DURANGO	319 832	14.46	3 553 467.00
3. CHIHUAHUA	193 204	8.73	2 054 075.00
4. ZACATECAS	150 627	6.81	1 670 963.00

De la producción total se exportaron 1 750 680 Kg (9) quedando para el consumo nacional 460 421 Kg. Debido a que el consumo nacional es muy pequeño quedan grandes cantidades de cera de candelilla almacenadas, de tal manera que en la actualidad se tienen alrededor de 8 mil toneladas que no encuentran mercado.

LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA PRODUCCION
DE CERA DE CANDELILLA EN MEXICO.



CONSERVACION DE CITRICOS.

El presente trabajo se enfocó exclusivamente a la preservación del limón agrio.

El Limón Mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) pertenece a la familia de las Rutáceas, al género *Citrus* y a la especie *aurantifolia*. Botánicamente hablando, el limón mexicano es una lima ácida variedad mexicana (11).

Primero haremos una breve exposición de la producción -- del limón mexicano y sus principales problemas de mercado.

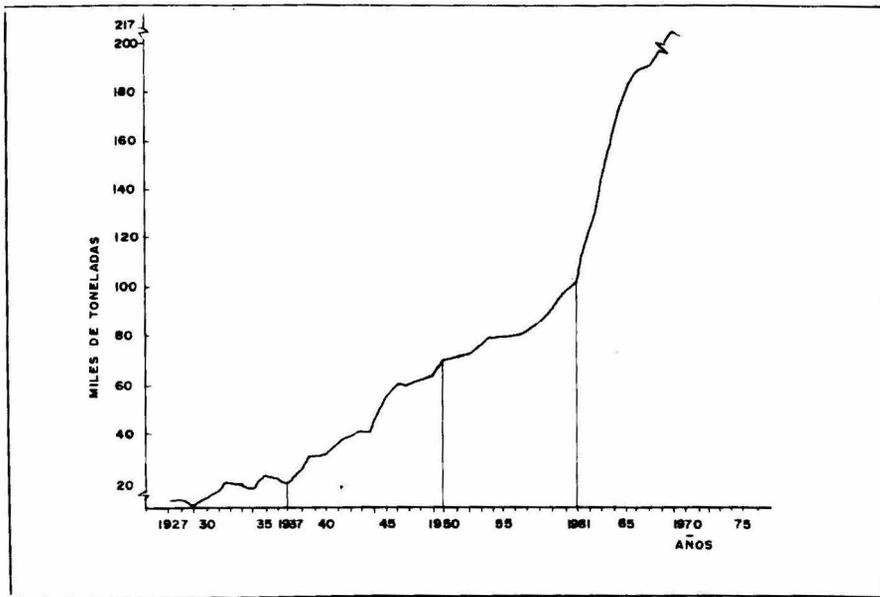
PRODUCCION DEL LIMON AGRIO (12).

La producción nacional de limón se ha incrementado significativamente en los últimos años (gráfica 1). Los factores que -- han contribuido al crecimiento de la producciónse pueden resumir -- en 2: 1) el aumento de la superficie cosechada y 2) los rendimientos.

La superficie cosechada se multiplicó 5 veces entre 1927 y 1970, pasando de 4135 hectáreas a 21018, creciendo a una tasa -- promedio anual de 4.5 % aproximadamente (gráfica 2).

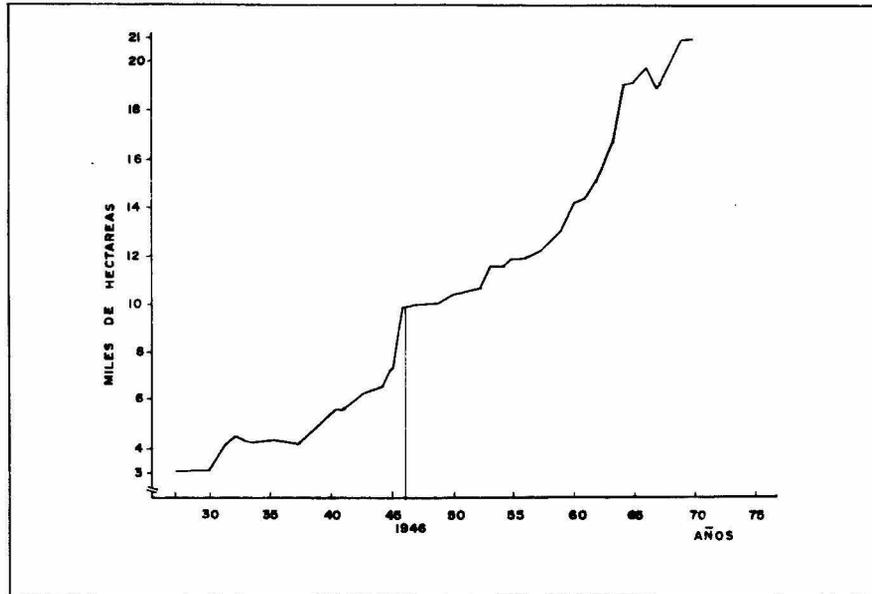
Los rendimientos por hectárea han experimentado también una tendencia creciente; entre 1927 y 1970, aumentaron de 4406 --- Kg/Ha a 10274 Kg/Ha, lo que equivale a una tasa promedio de incremento anual de 2.1 % (gráfica 3). El desarrollo de los rendimien--

GRAFICA No. 1



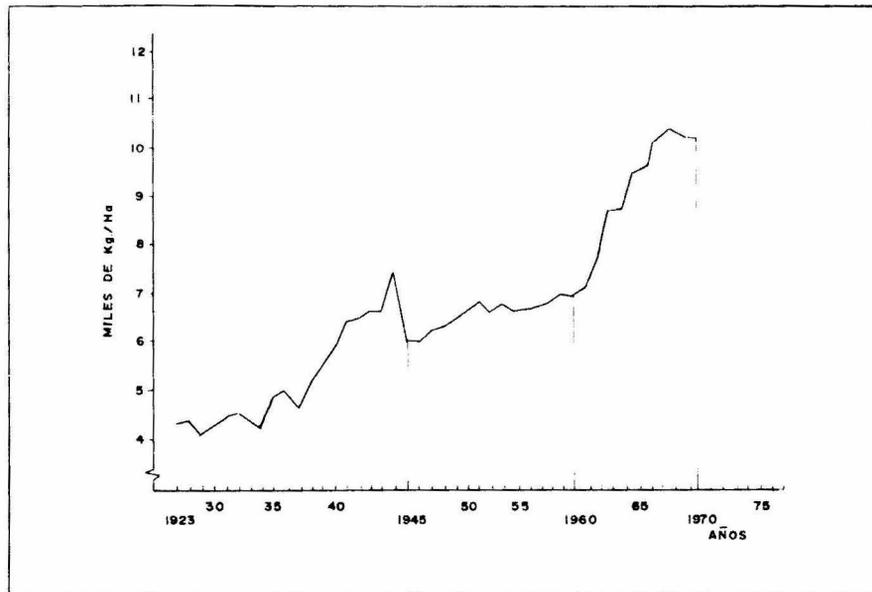
PRODUCCION NACIONAL DE LIMONES

GRAFICA No. 2



SUPERFICIE NACIONAL COSECHADA DE LIMONES

GRAFICA No. 3



RENDIMIENTO MEDIO NACIONAL DE LIMONES

tos, sobre todo en la última década, es efecto de la aplicación -- por lo menos en pequeña medida - de mejores métodos de cultivo, recolección, fertilización, combate a plagas y enfermedades, etc.

La producción nacional de limón estimada para el año de 1972 por la Comisión Nacional de Fruticultura fué de 431 835 toneladas, en una superficie cosechada de 51 433 hectáreas. De esta -- producción el 80 % se consume en el mercado doméstico como fruta -- fresca, utilizándola como condimento y en la elaboración de aguas -- frescas; y el 20 % restante, lo absorbe la industria procesadora -- que la dedica a la obtención de aceite esencial, jugo, ácido cítrico, citrato de calcio y pulpa para forraje.

Las plantaciones de tipo comercial se localizan principalmente en lugares con clima tropical aledaños a las costas del -- Océano Pacífico y del Golfo de México (gráfica 4).

Los estados de mayor producción y superficie plantada -- con limones, en términos relativos, se muestran en el siguiente -- cuadro:

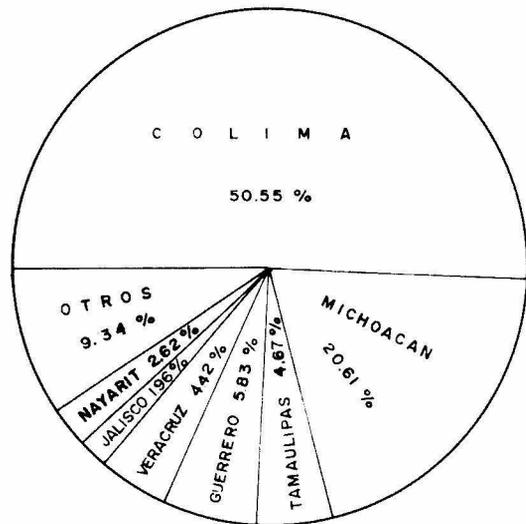
PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE LIMÓN. (12).

Entidad Federativa	Porcentajes del total nacional	
	Producción	Superficie
Colima	41.8	36.7
Michoacán	27.8	23.2
Veracruz	6.6	7.6
Jalisco	3.5	1.1

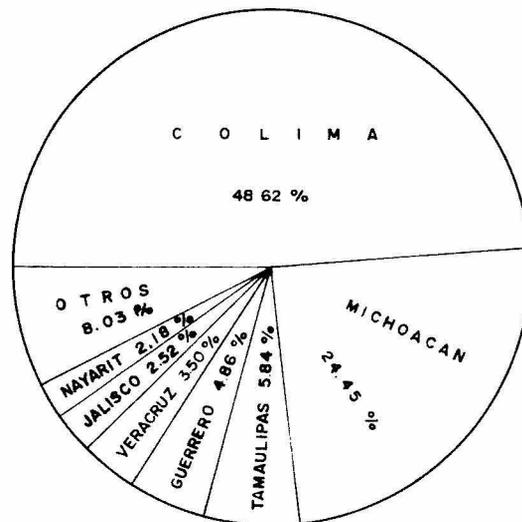
LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA PRODUCCION
DE LIMON EN MEXICO.



SUPERFICIE



PRODUCCION



LIMON MEXICANO.

PRODUCCION NACIONAL CALCULADA PARA 1972.

E N T I D A D	SUPERFICIE COSECHADA HAS.	%	VOLUMEN DE LA PRODUCCION TON.	%	VOLUMEN DE LA PRODUCCION PESOS.
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	51 433	100.00	431 835	100.00	194 325 750
1. COLIMA	26 000	50.55	210 000	48.62	94 500 000
2. MICHOACAN	10 600	20.61	105 600	24.45	47 520 000
3. TAMAULIPAS	2 400	4.67	25 200	5.84	11 340 000
4. GUERRERO	3 000	5.83	21 000	4.86	9 450 000
5. VERACRUZ	2 273	4.42	15 135	3.50	6 810 750
6. JALISCO	1 010	1.96	10 866	2.52	4 889 700
7. NAYARIT	1 345	2.62	9 415	2.18	4 236 750
8. OTROS	4 805	9.34	34 619	8.03	15 588 550

Tamaulipas	3.5	3.0
Guerrero	2.3	3.4

La explotación agrícola del limonero con carácter comercial se encuentra muy localizada, ya que sólo 6 estados aportan el 85 % de la producción nacional, la cual se obtiene en 75 % de la superficie cosechada con limonero en el País. Esta misma concentración determina en gran medida la distribución de las empacadoras y las plantas procesadoras en el territorio nacional.

PRINCIPALES PROBLEMAS DEL MERCADO DEL LIMON. (12).

1. La existencia de un excedente de producción con respecto a la demanda, unido a que la cosecha de limón a nivel nacional tiene una marcada estacionalidad, ya que en la época comprendida del mes de abril al mes de noviembre se obtiene el 85 % de la producción anual, origina que se registre durante esta época una disponibilidad muy abundante en el mercado y precios relativamente bajos e incluso la fruta que no encuentra mercado no se corte o se tire, dado que la demanda es más o menos constante. En los meses restantes se presenta una relativa escasez que repercute en precios altos para esta fruta.

Según la Comisión Nacional de Fruticultura la importancia de la cosecha, estimada en términos porcentuales, en los diferentes meses, es la siguiente:

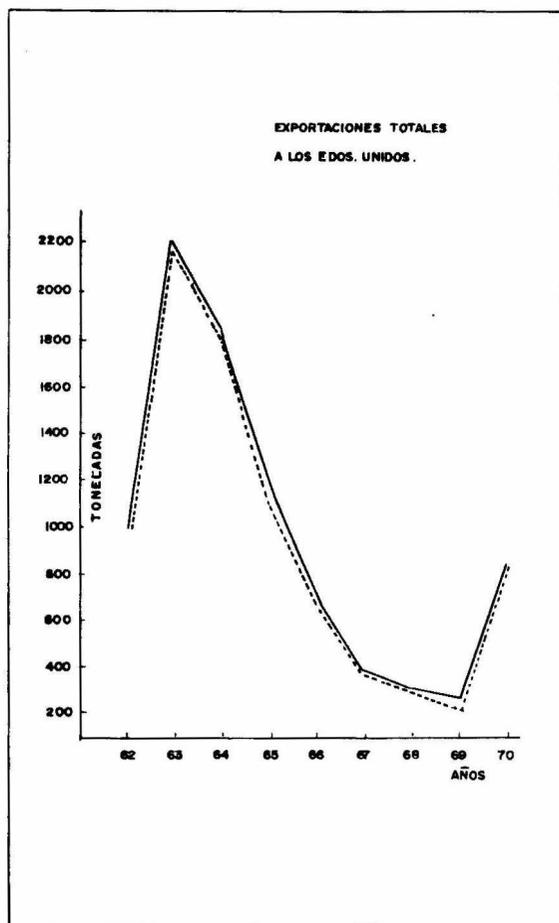
CARACTER ESTACIONAL DE LA PRODUCCION NACIONAL DE LIMON.

Para el año 1971 (meses)	% de la producción anual
Enero	1.3
Febrero	2.3
Marzo	3.8
Abril	6.8
Mayo	9.0
Junio	10.2
Julio	12.6
Agosto	14.0
Septiembre	14.2
Octubre	11.1
Noviembre	8.8
Diciembre	5.9

2. La exportación del limón como fruta presenta una tendencia decreciente en los últimos años debido principalmente a que nuestro único mercado es Estados Unidos de América y ha reducido - significativamente sus compras (gráfica 5), con el fin de evitar - competencia con su producto local, por lo que las importaciones -- son limitadas mediante el establecimiento de requisitos de calidad (tamaño, color, etc.) y empaque, que aunados a los controles sanitarios y a los impuestos, son casi imposibles de satisfacer por -- los productores mexicanos.

Las exportaciones de limón fresco no han significado pa-

GRAFICA No 5



EXPORTACIONES MEXICANAS DEL LIMON FRUTA

ra el País ni 3 millones de pesos en divisas, las cuales presentan una tendencia significativamente decreciente a pesar de la recuperación que ha ocurrido en los últimos años, propiciada en gran medida por una aparente política de diversificación de proveedores - por parte de los compradores norteamericanos. En el cuadro siguiente se señalan los principales países importadores mundiales de limas y limones.

PRINCIPALES PAISES IMPORTADORES DE LIMAS Y LIMONES.

Países	Importaciones mundiales	
	Porcentajes en promedio 1965 - 1968	
Alemania Occidental	22.3	
Francia	14.6	
U.R.S.S.	7.5	
Polonia	6.5	
Inglaterra	5.8	
Checoslovaquia	4.3	
Austria	4.9	
	Total	65.0

Como puede observarse los principales países importadores pertenecen al Continente Europeo, en los cuales existen inviernos muy poco benignos para el cultivo del limón, lo que podría significar posibles mercados para el limón mexicano.

En nuestro estudio pretendemos aumentar la vida media -- del limón en almacenamiento, de esta manera podríamos solucionar,-

aunque sea en parte, el problema de escasez de limón en los meses de noviembre a abril manteniendo un precio más o menos constante, evitando también pérdidas en las cosechas. También, puede ampliarse la exportación del limón mexicano a mercados europeos llegando éste en condiciones adecuadas para el comercio, dando como consecuencia mayores divisas al País.

METODOS TRADICIONALES DE PRESERVACION DE CITRICOS.

Existe una gran variedad de procedimientos por medio de los cuales se pueden conservar los alimentos: refrigeración, congelación, secado, enlatado, fermentación, encurtido, concentrados de azúcares, adición de aditivos químicos, radiaciones ionizantes y encerado.

De estos, los métodos más comúnmente usados en la preservación de Cítricos en la postcosecha son: refrigeración, lavado de la fruta, adición de aditivos químicos y encerado.

REFRIGERACION.

Cuando una fruta, después de ser cosechada, no se refrigera, generalmente se deteriora rápidamente y muy pronto tiene muy poco valor alimenticio para el hombre, en cambio, si se conserva en un almacenamiento frío, los procesos vitales se retardan dando como resultado neto un período mayor en que el alimento es aceptable para que lo coma el hombre. Sin embargo, no puede esperarse -- que después de varios meses de almacenamiento sea idéntica a una -

fruta cosechada recientemente. Si la temperatura y las condiciones de humedad óptimas para el almacenamiento de una fruta van unidas, habrá un amplio tiempo para que los productos almacenados en frío sean enviados al mercado por los canales usuales; no pudiendo esperar que el almacenamiento en frío haga no perecer los alimentos perecederos.

En el caso de las frutas y hortalizas debe tenerse mucho cuidado en lo que se refiere al cálculo de la capacidad de refrigeración, ya que estos productos mantienen su proceso de vida durante el almacenamiento en frío, estando vivos liberan energía en forma de calor, la cantidad de calor varía con el producto y aumenta en razón que aumenta la temperatura de almacenamiento y este calor puede nulificar los beneficios de la refrigeración.

El control de temperatura y humedad relativa en los cuartos de almacenamiento es muy importante, ya que variaciones en las condiciones deseadas pueden ser perjudiciales. La temperatura de almacenamiento y humedad relativa recomendadas para la conservación del limón son:

Temperatura de almacenamiento = 7 a 9 °C.

Porcentaje de humedad relativa = 85 a 90 %

Vida aproximada de almacenamiento = 6 a 8 semanas

Quando el limón se almacena entre una temperatura de 0 °C y 7 a 9 °C (temperatura más baja de seguridad) puede sufrir daños tales como el picado.

El almacenamiento del limón en México está muy lejos de alcanzar las condiciones ideales para su preservación. En México se encuentran bodegas refrigeradas pero son insuficientes para cu-

brir las necesidades; además, el tratamiento que se le da a la fruta no es el más adecuado para su buena conservación y presentación; lo que generalmente se hace es depositar el limón en cuartos refrigerados a cierta temperatura y después de algún tiempo se lanzan al mercado. El limón refrigerado tiene poca aceptación por parte del consumidor, ya que adquiere un sabor amargo y entra en descomposición rápidamente. Por otra parte las bodegas refrigeradas que existen en los centros de consumo, se utilizan principalmente en el almacenamiento de hortalizas y otras frutas que tienen una mayor demanda y su conservación es más necesaria por ser en mayor grado perecederas. Un almacenamiento deficiente ocasiona grandes mermas y aumenta el precio al consumidor (12).

ADITIVOS QUÍMICOS.

En lo que se refiere a los aditivos químicos para la conservación de las frutas cítricas, lo que generalmente se usa es su desinfección, principalmente con fungicidas, que se aplican a la fruta después que ha sido lavada. El desinfectante usado no debe causar fitotoxicidad ni toxicidad humana a las concentraciones usadas y debe estar aceptado por la Organización Mundial de la Salud y la Organización para Alimentos y Agricultura. Este proceso de desinfección de la fruta va generalmente acompañado por otros procesos de preservación tales como almacenamiento en frío y encerado.

ENCERADO.

El procedimiento de encerado de frutas puede considerarse

se como un aditivo alimenticio, ya que sus características caen -- dentro de la definición dada para "Aditivo Alimenticio" por la FAO y WHO/ "Son sustancias no nutritivas añadidas intencionalmente al alimento, generalmente en pequeñas cantidades para mejorar su apariencia, sabor, textura o propiedades de almacenamiento" (1).

Los tejidos vegetales tienen comunmente una cubierta de cera sobre su superficie exterior. Esta cera es efectiva en la reducción de la pérdida de los productos alimenticios de los vegetales; de aquí que la aplicación de una cubierta de cera a las frutas sea un proceso que ha sido probado con el tiempo. Este procedimiento ha dado buenos resultados en frutas cítricas, pepinos, las rutabagas, las chirivías. Los tomates, las patatas, los melones -- cantalup y los camotes son encerados comercialmente.(1).

El encerado mejora la apariencia de la fruta dándole un aspecto brillante, previene o reduce la pérdida fisiológica de peso, reduciendo las pérdidas de la fruta por encojimiento y además aumenta la vida de almacenamiento creando una atmosfera adecuada -- dentro de la fruta, conservando sus propiedades alimenticias durante un tiempo más prolongado (13).

El procedimiento de aplicación de la cera es comunmente por inmersión en una emulsión de cera o por rociado de la emulsión sobre la fruta, debiendo tener cuidado en el control del espesor de la capa cubriente: una cubierta gruesa crea condiciones de respiración anaeróbicas dando como resultado que el fruto muera por asfixia; una cubierta demasiado delgada ofrece poco control sobre la pérdida fisiológica de peso (13).

El encerado tiene poca acción preventiva en el retardo - de crecimiento de organismos de la putrefacción/ por esta razón se incorporan agentes germicidas a las emulsiones o la fruta se desinfecta previamente al tratamiento (1).

Entre los productos comerciales que se utilizan para cubrir los cítricos y otras frutas se encuentran: Britex, Zeevadar, - Flavorseal, Tag, etc.; siendo el Tag el que ha dado mejores resultados en la conservación de la fruta (13).

Con cualquiera de las cubiertas de cera se aumenta la resistencia a la difusión del gas, elevando la concentración interna de CO_2 y disminuyendo la de O_2 , este mismo fenómeno ocurre cuando la fruta se seca, pero la cubierta de cera retarda el secado de la cascara, reduciendo la velocidad de pérdida fisiológica de peso./

EXPERIMENTOS EN EL LABORATORIO.

En los estudios preliminares se pretendió saber si la -- cera de candelilla era efectiva para la conservación del limón, pa- ra esto se hicieron soluciones de 10, 5 y 2.5 % de cera de candelilla en hexano; recubriéndose los limones por inmersión en las solu- ciones.

De los resultados obtenidos se pudo concluir:

1. La cera de candelilla es adecuada para la conserva--- ción del limón.
2. La concentración más adecuada para nuestro propósito- fué la de 5 %.

Los factores que se consideraron para evaluar el buen es- tado de la fruta fueron: apariencia, consistencia, color y sabor.- Por razones económicas y de toxicidad del hexano se procedió a la- elaboración de una emulsión de cera aceite/agua.

Para la fabricación de la emulsión se tomaron en cuenta- varios factores:

1. Que la emulsión fuera adecuada para la conservación - del limón.
2. Que fuera estable bajo condiciones normales de almace- namiento e incluso en climas cálidos.
3. Que no cause toxicidad humana ni fitotoxicidad.
4. Que el acabado final que produzca en la fruta sea a-- gradable y natural.
5. Que el tiempo de secado de la película sea corto para

que se obtenga una película uniforme y menor costo de proceso.

APLICACION DE CERA DE CANDELILLA.

El proceso general de recubrimiento de limón fué el siguiente:

1. Selección de la fruta; siempre se procuró que fuera recién cosechada y se eliminó aquella que estaba descompuesta.
2. El limón se lavó con agua para eliminar el polvo y la tierra que pudiera tener.
3. Secado parcial con aire frío.
4. Inmersión de la fruta en la emulsión de cera de candelilla por un período de 20 segundos.
5. Secado con aire. En los primeros experimentos el secado se hizo con aire frío, pero para tratar de igualar las condiciones de secado a las de la planta industrial se hizo posteriormente con aire caliente a 30 °C aproximadamente.

Para evitar las infecciones fungales que aparecían en el limón a pesar del recubrimiento con cera, la fruta se sometió a una desinfección con fungicida antes de su tratamiento. En las últimas formulaciones el fungicida se añadió a la emulsión, evitándose así un paso del proceso y además se obtuvieron mejores resultados en lo que se refiere a la incidencia de hongos.

El experimento se organizó en lotes de 20 limones; cada lote tratado tenía su correspondiente lote testigo.

Para determinar cual era la temperatura óptima de almace

namiento de la fruta recubierta con cera se hicieron varios experimentos a diferentes temperaturas de almacenamiento: 10 °C, 15 °C, -20 °C y temperatura ambiente.

Entre los parámetros de control que se utilizaron para evaluar la durabilidad del limón tenemos:

A) Organolépticos

1. Aspecto (color, incidencia de hongos, etc.)
2. Consistencia
3. Olor
4. Sabor

B) Fisiológicos

1. Pérdida Fisiológica de Peso

C) Químicos

1. pH
2. Acidez titulable considerada como ácido cítrico
3. Acido ascórbico
4. Contenido de sólidos solubles como °Brix
5. Azúcares reductores
6. Azúcares totales.

EXPERIMENTOS EN TECOMAN COLIMA.

Los experimentos para determinar la eficiencia de la emulsión de cera de candelilla en la conservación del limón a nivel industrial se llevaron a cabo en Tecomán, estado de Colima, el cual es uno de los principales centros de producción y procesamiento del limón.

En este lugar existe una planta empaquetadora en donde el limón es tratado para su conservación con un producto comercial --- "Tag".

El procedimiento de aplicación de la emulsión fué por rociado sobre la fruta, en lugar de aplicar la cera por inmersión como se hizo en los experimentos de laboratorio. Debe tenerse en cuenta que muchos factores tanto tecnológicos, fisiológicos como ambientales afectan las características del recubrimiento, así diferentes métodos de aplicación de una misma emulsión pueden hacer variar los resultados (13).

En términos generales el procedimiento de aplicación fué el siguiente:

Después de la cosecha se hizo una selección de la fruta - eliminando aquella que estuviera descompuesta.

1. Lavado de la fruta con una solución de detergente para eliminar el polvo y la tierra.

2. Secado parcial de la fruta con aire.

3. Aplicación de la cera por medio de aspersores. La emulsión se reparte bien en toda la fruta debido a que las bandas trans

portadoras tienen cepillos que obligan a que la emulsión penetre en todas las porosidades del limón.

4. Secado con aire caliente a una temperatura entre 30 °C y 34 °C con una humedad relativa de 90 %.

5. Empacado para su almacenamiento y transporte a los diferentes mercados.

De la fruta que fué tratada con la emulsión de cera de -- candelilla parte fué transportada a la Ciudad de México para realizarle los controles mencionados y, parte permaneció almacenada en - las bodegas de Tecomán para observar su comportamiento.

DETERMINACION DEL CONSUMO DE EMULSION DE CERA DE
CANDELILLA POR TONELADA DE LIMON.

Para determinar la cantidad de emulsión de cera de candelilla que se necesita para cubrir una tonelada de limón se hicieron experimentos con radioisótopos.

Los datos obtenidos sólo pueden considerarse aproximados pues sólo se cuantea la cantidad de emulsión que cubre al fruto, - sin tener en cuenta los desperdicios que se tienen al aplicar la emulsión.

Se usaron radioisótopos de fosforos y de yodo.

Los aparatos que se usaron fueron los siguientes:

1. Detector Baird Atomic. Modelo de flujo 912-167, se usó en la región proporcional usando gas F (mezcla de argón y metano). Se usó conectado a un escalador marca Ludlum modelo 25.

2. Detector Picker Nuclear. Modelo de flujo 641-230, conectado a un escalador Picker Nuclear modelo 644-010, se trabajó como contador Geiger, se usó el gas G (mezcla de helio con butano)

En ambos casos se usó la ventana del contador Mylar.

Desarrollo del experimento:

Para llevar a cabo las determinaciones se uso una emulsión de cera de candelilla radiactiva, que se elaboró en la forma acostumbrada pero sin agregarle el total de la fase acuosa (aproximadamente 15 ml), en la que se añadió el radioisótopo y posteriormente se agregó a la emulsión mezclando perfectamente.

Se seleccionaron 25 limones, 5 de los cuales se ocuparon

para determinar la radiactividad de 1, 2, 3, 4 y 5 gotas de emulsión y así tener un patrón de comparación, determinándose también el peso y el número de gotas que correspondían a un mililitro de emulsión. Los otros 20 limones se utilizaron para hacer la determinación de la cantidad de emulsión.

El recubrimiento de la fruta fué por el método de inmersión, siendo los tiempos de inmersión de 20 segundos y un minuto, no observándose gran diferencia en la cantidad de emulsión depositada en los dos tiempos diferentes. Una vez recubiertos los limones se secaron con aire frío y posteriormente se partieron desfasadamente hacia uno de los extremos, procurando que todos los pedacitos a los que se les cuantearía la radiactividad fueran de la misma altura y una mayor superficie expuesta para evitar errores en la detección.

Se pesaron los 20 limones enteros y después se pesaron las porciones no cuanteadas sacándose posteriormente el promedio.

Cálculos:

Peso promedio de los	_	Peso promedio de la	=	Peso promedio
limones enteros		porción no cuanteadas		de la parte
				cuanteadas

X = Peso promedio de la parte cuanteadas

A = c.p.m. de la parte cuanteadas (promedio)

B = c.p.m. de 15 gotas de emulsión

Y = Número de gotas por mililitro de emulsión

1 000 000 = Factor para convertir a toneladas

E = Litros de emulsión requeridos para recubrir una tonelada de limón.

Fórmula:

$$E = \frac{1\ 000\ 000 \times A \times 15}{B \times Y \times X}$$

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Para 20 segundos de inmersión de 3.20 litros a 3.79 litros.

Para un minuto de inmersión 4.03 litros.

Los resultados obtenidos en Tecomán Colima por el método de aspersión fueron de 1.2 litros a 1.5 litros.

EXPERIMENTO DEL 18 - I - 1973

En este experimento se hizo un estudio comparativo para determinar la durabilidad y el porcentaje de pérdida fisiológica - de peso de las formulaciones de candelilla I y IV con limones tratados con Penwalt, Tag y limones testigos (sin tratamiento).

Procedimiento de recubrimiento:

Los testigos se lavaron únicamente con agua corriente; - los limones que se trataron con las formulaciones de candelilla I- y IV se lavaron con una solución de fungicida al 5 % y se enjuagaron posteriormente con agua corriente; los limones tratados con -- Penwalt y Tag sólo se lavaron con agua. Todos los limones se secan con aire y se recubrieron por inmersión en las emulsiones, secándose posteriormente con aire.

Se trataron limones de diferente estado de maduración:-- verdes y medio maduros, almacenándose a 15 ° y 20 °C. con una humedad relativa de 72 % y 77 % respectivamente.

Resultados:

A los 41 días de tratados los limones se observaron las-siguientes características:

Pérdida Fisiológica de peso:

Limones almacenados a 15 °C.

Limones verdes: Testigos	31.21 %
Fórmula I	8.83 %
Fórmula IV	4.38 %

Limones verdes:	Penwalt	20.27 %
	Tag	15.61

Limones medio maduros:	Testigos	25.01 %
	Fórmula I	-
	Formula IV	7.20
	Penwalt	19.62
	Tag	14.98

Los limones tratados con la formulación I no se controlaron hasta los 41 días debido a que se mezclaron con otros limones.

Limones almacenados a 20 °C.

Limones verdes:	Testigos	25.05 %
	Fórmula I	17.75
	Fórmula IV	15.64
	Penwalt	26.68
	Tag	14.36

Limones medio maduros:	Testigos	25.20 %
	Fórmula I	13.22
	Fórmula IV	5.47
	Penwalt	22.64
	Tag	15.96

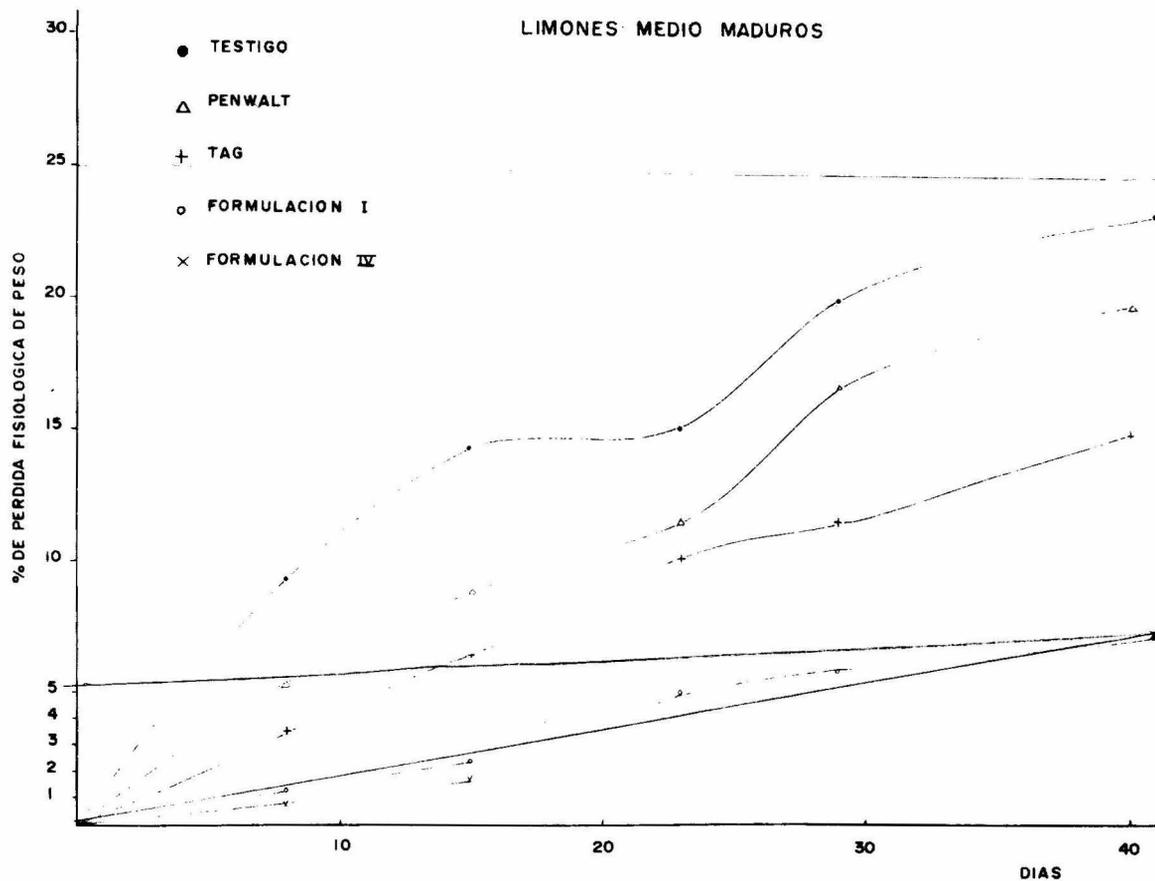
Como puede observarse, la formulación IV de cera de cande lilla es la más efectiva para prevenir la pérdida fisiológica de pe so, seguida por la formulación I, Tag y por último Penwalt. Sin embargo no se observan estos resultados en los limones verdes almace-

nados a 20 °C. En lo que se refiere al aspecto, los limones testigos estaban secos y duros, de color café. Los de la formulación I- y IV aún estaban en buen estado y tenían buen aspecto. Los limones tratados con Penwalt y Tag estaban fofos, pero de peor estado los limones tratados con Penwalt.

TEMPERATURA 15°C

EXPERIMENTO DEL 18-I-1973

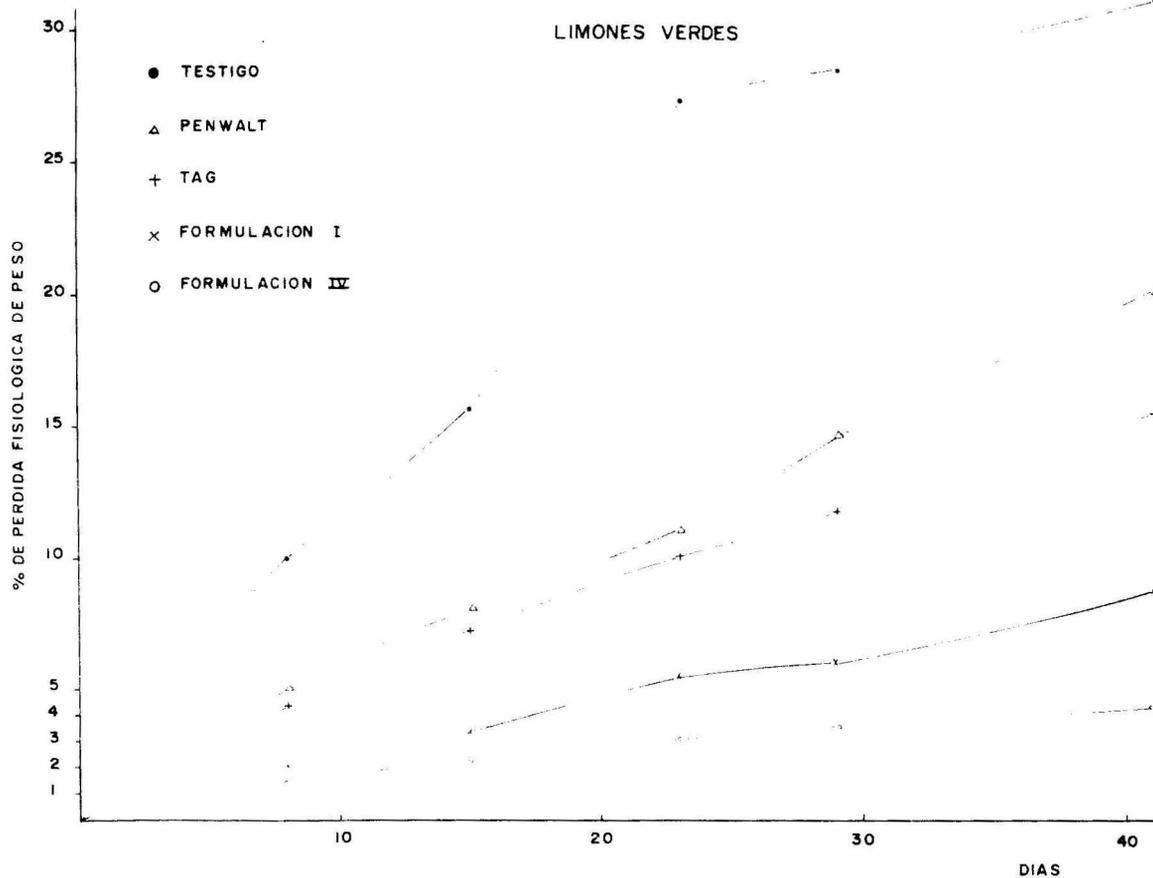
LIMONES MEDIO MADUROS



TEMPERATURA 15° C.

EXPERIMENTO DEL 18-1-73

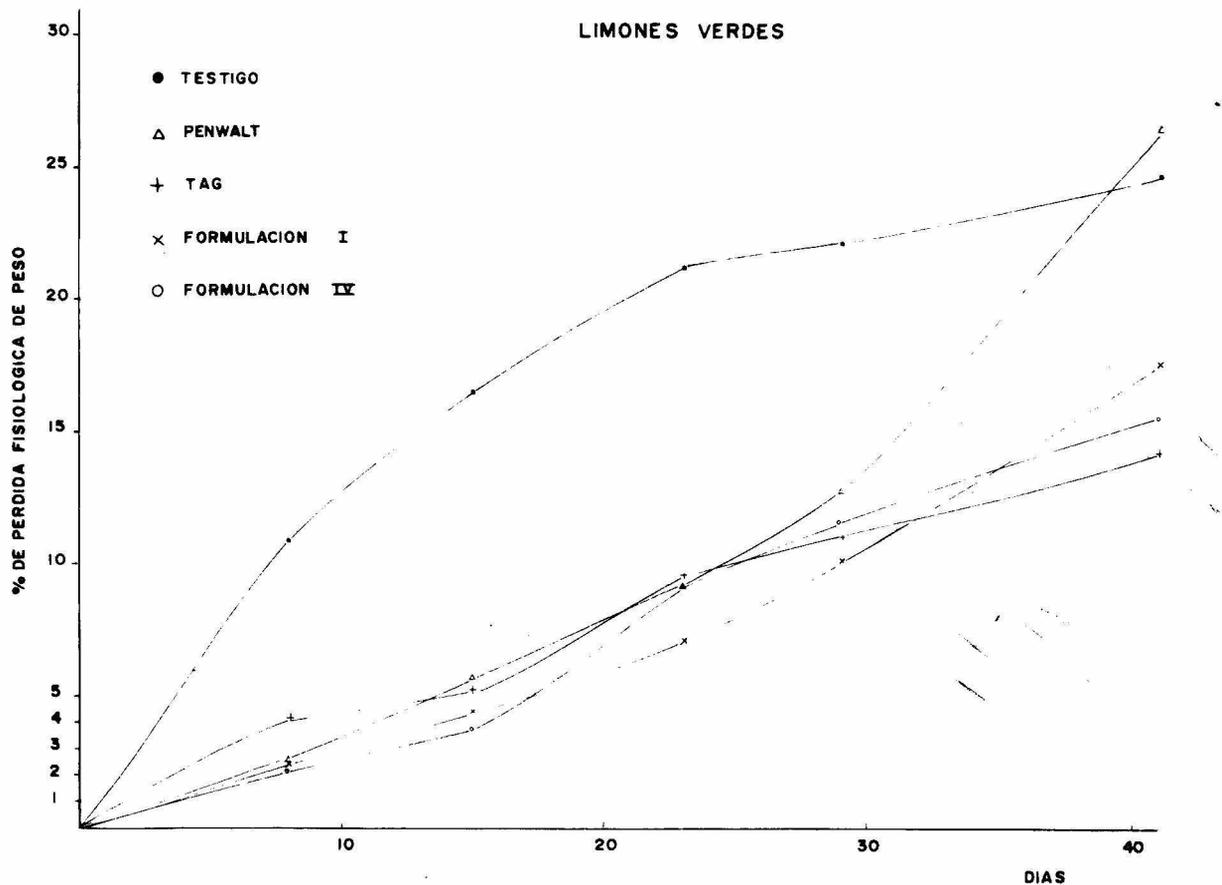
LIMONES VERDES



TEMPERATURA 20°C

EXPERIMENTO DEL 18-I-1973

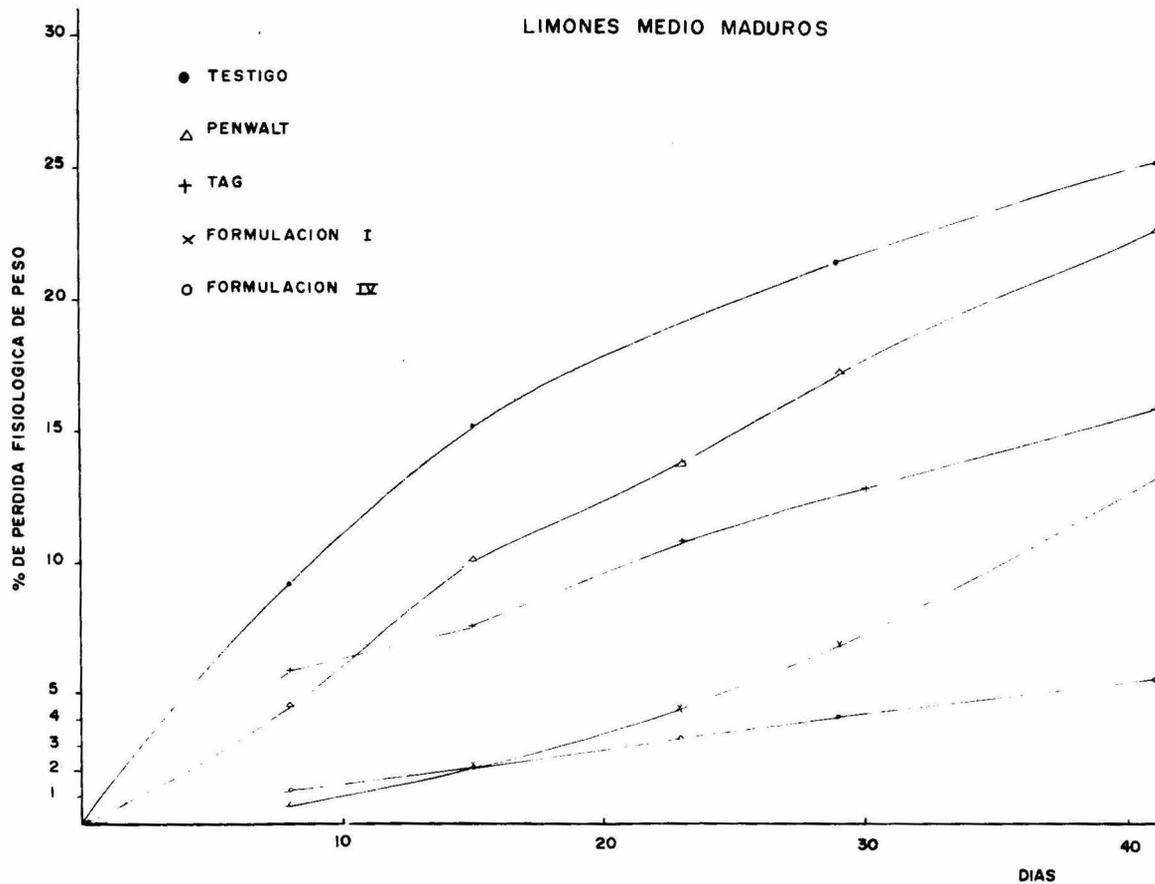
LIMONES VERDES



TEMPERATURA 20°C

EXPERIMENTO DEL 18-I-1973

LIMONES MEDIO MADUROS



EXPERIMENTO DEL 10 - II - 1973.

En este experimento se pretendió conocer el funcionamiento de la formulación VIII de cera de candelilla en la preservación de limón. Dicho experimento se realizó con limones de diferente estado de maduración: limones verdes y limones medio maduros, almacenándose a tres diferentes temperaturas: 15 °C, 20 °C, y temperatura ambiente.

Tratamiento:

Los limones testigos se lavaron únicamente con agua, los que fueron recubiertos con la formulación VIII se sometieron a un lavado con una solución de fungicida al 5 %, el tiempo de lavado y enjuagado fué entre 6 y 12 segundos, posteriormente se secaron con papel absorbente, se sumergieron en la emulsión durante 20 segundos y por último se secaron con aire frío.

Resultados:

Características de los limones después de 2 meses de ---
tratados:

Limones almacenados a temperatura ambiente:

El porcentaje de pérdida fisiológica de peso de los limones recubiertos con la formulación VIII fué de 32.36 % y el 90 % de ellos estaban de color café; los limones testigos tuvieron una pérdida fisiológica de peso de 42.35 % y todos los limones estaban descompuestos. Los limones tratados se mantuvieron en buen estado aproximadamente 25 días.

Limones almacenados a 20 °C.

Limones verdes: La pérdida fisiológica de peso fué de -- 21.73 % para los limones tratados y de 34.13 % para los testigos.-- El porcentaje por descomposición de los limones tratados fué de -- 15 %. Uno de los limones se volvió de color negro, el resto café,-- similar al color que adquieren los testigos, pero a diferencia de-- estos sus consistencia fué blanda, uno de los limones se contaminó con hongos (verdes) que aparecieron en la zona de contacto con -- los demás limones. En los limones descompuestos pudo observarse -- que la película de cera se desprendía en forma de escamas. Los limones buenos tenían un aspecto agradable, observandose más maduros y con los poros muy abiertos. Todos los testigos estaban secos y -- duros.

Limones medio maduros: La pérdida fisiológica de peso -- para los limones tratados fué de 15.91 % y para los limones testigos fué de 25 %; se observó un limón de color negro y contaminado con hongos (verdes), los demás limones malos estaban de color café con los poros muy abiertos y la película de cera se desprendía en forma de escamas. Los limones buenos tenían un aspecto agradable -- aunque más maduros y con los poros más abiertos.

Limones almacenados a 15 °C.

Limones verdes: El porcentaje de pérdida fisiológica de peso de los limones tratados fué de 15.88 % y el de los limones -- que se usaron como testigos fué de 31.40 %.

Limones maduros: Para los limones tratados la pérdida fi

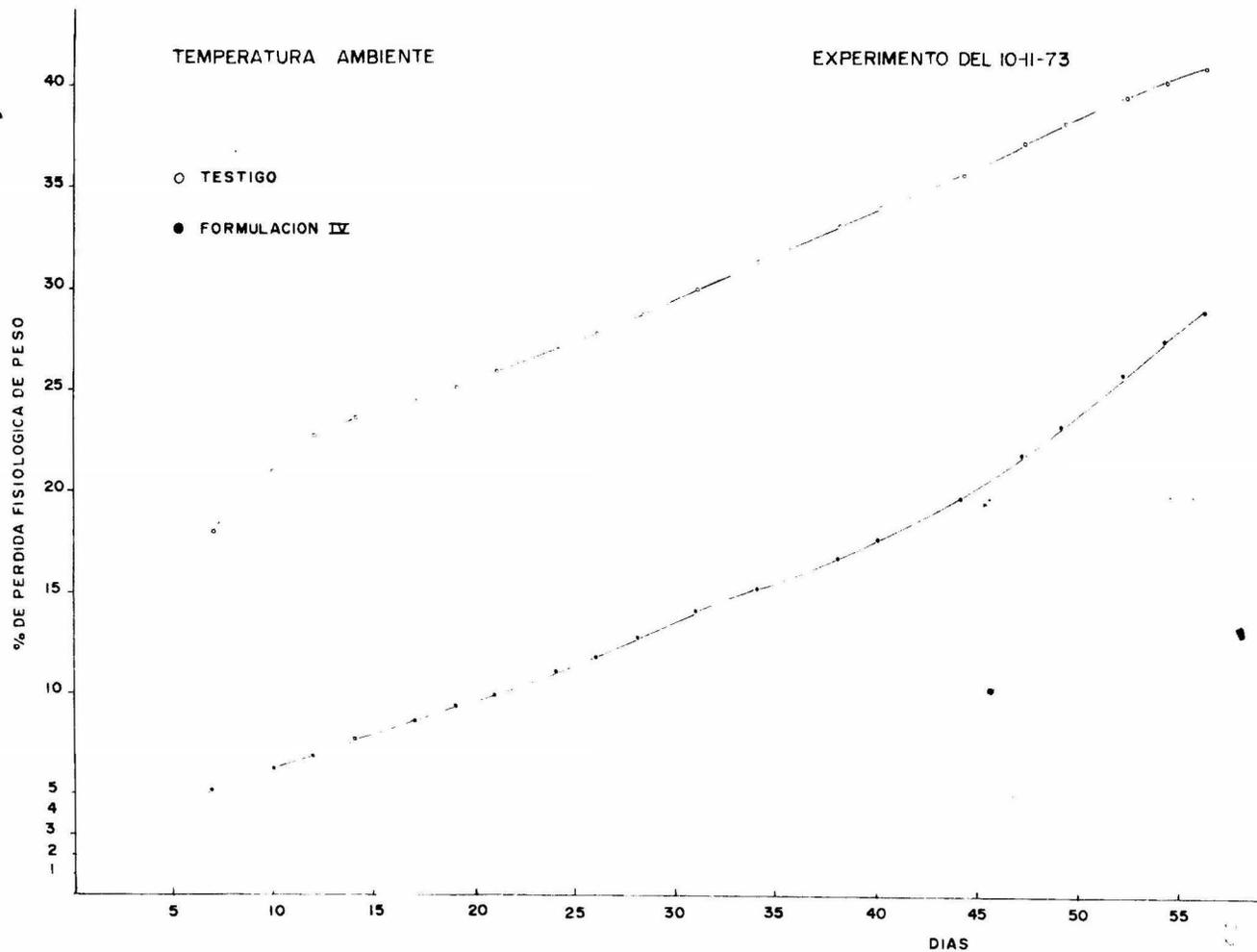
siológica de peso fué de 14.16 % y la de los testigos de 30.66 %.

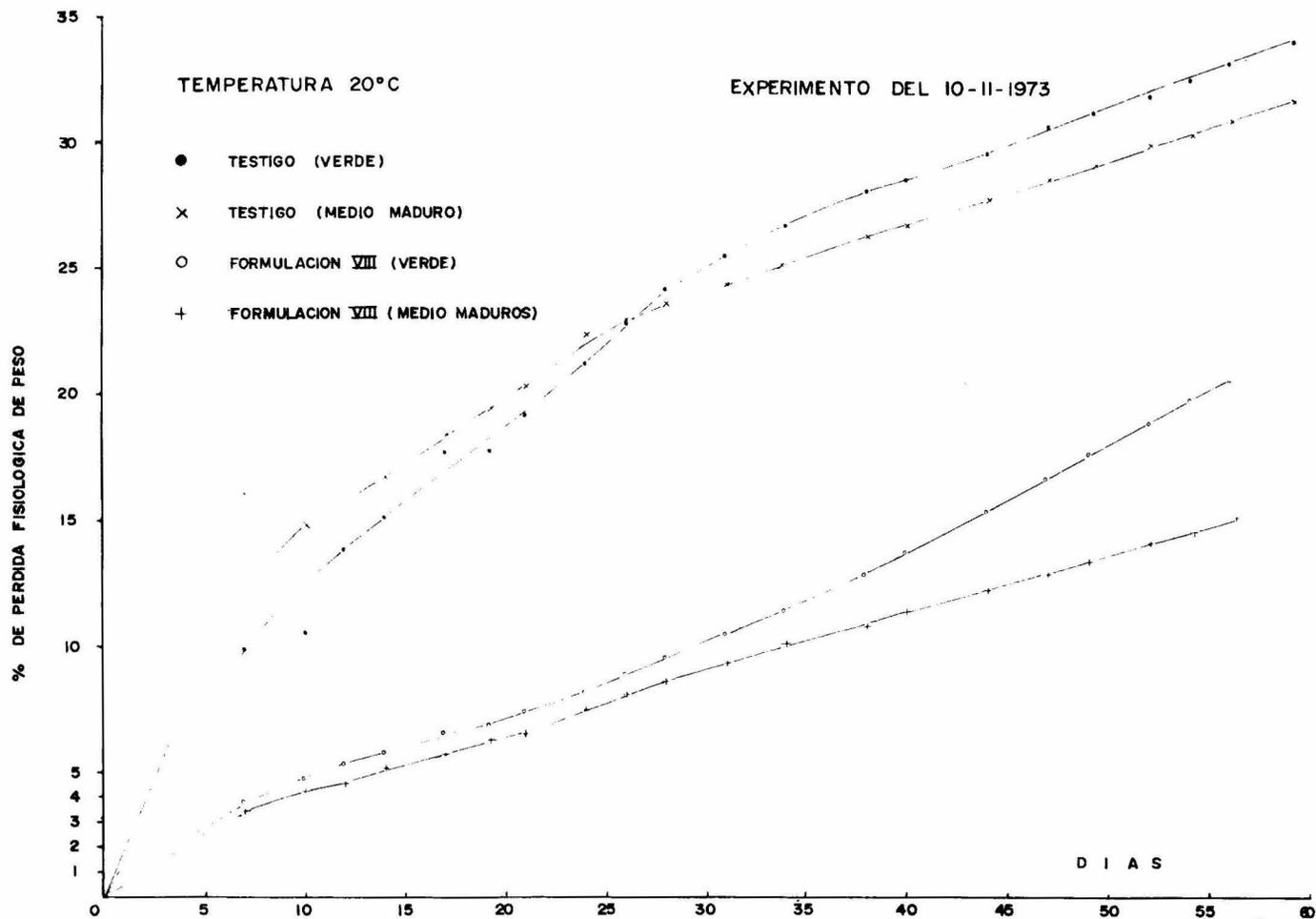
Ningún limón tratado se echó a perder, todos se conservaron con buena apariencia aunque más maduros; sin embargo, los testigos estaban secos, café y duros. Los limones tratados comenzaron a descomponerse a los 71 días.

Debe hacerse notar que cuando los limones empiezan a descomponerse el porcentaje de pérdida fisiológica de peso aumenta mucho más rápidamente a medida que se pierden los limones.

TEMPERATURA AMBIENTE

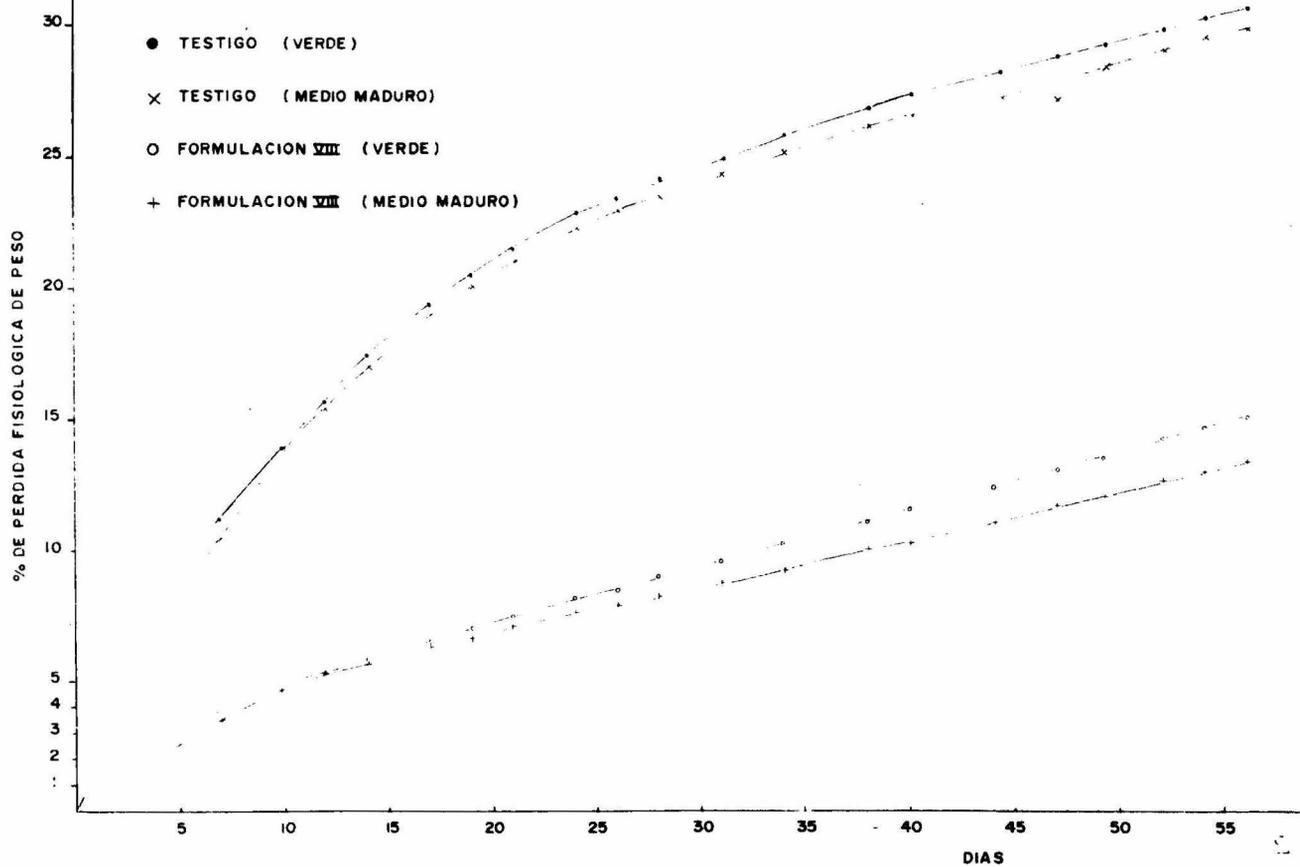
EXPERIMENTO DEL 10-II-73





TEMPERATURA 15° C.

EXPERIMENTO DEL 10-11-1973



EXPERIMENTO DEL 10 - III - 1973.

Este experimento se realizó con el objeto de determinar la funcionalidad de la formulación F₉ en la preservación de limón. Se realizó con limones verdes y medio maduros. Las temperaturas de almacenamiento fueron: Temperatura ambiente, 20 °C. y 15 °C. El -- proceso de recubrimiento de los limones fué el mismo que se usó en el recubrimiento de los limones con la formulación VIII.

Resultados:

Las características de los limones después de 45 días de tratados son las siguientes:

Limonos almacenados a temperatura ambiente:

La pérdida fisiológica de peso de los limones tratados - fué de 24.51 % y la de los testigos fué de 35.37 %. El porcentaje - por descomposición de la fruta tratada fué de 40 %, el 15 % de éstos tuvieron un color negro y 25 % estaban de color café, con los - poros abiertos y la película de cera desprendiéndose en forma de - escamas. Todos los testigos estaban duros, secos y cafés.

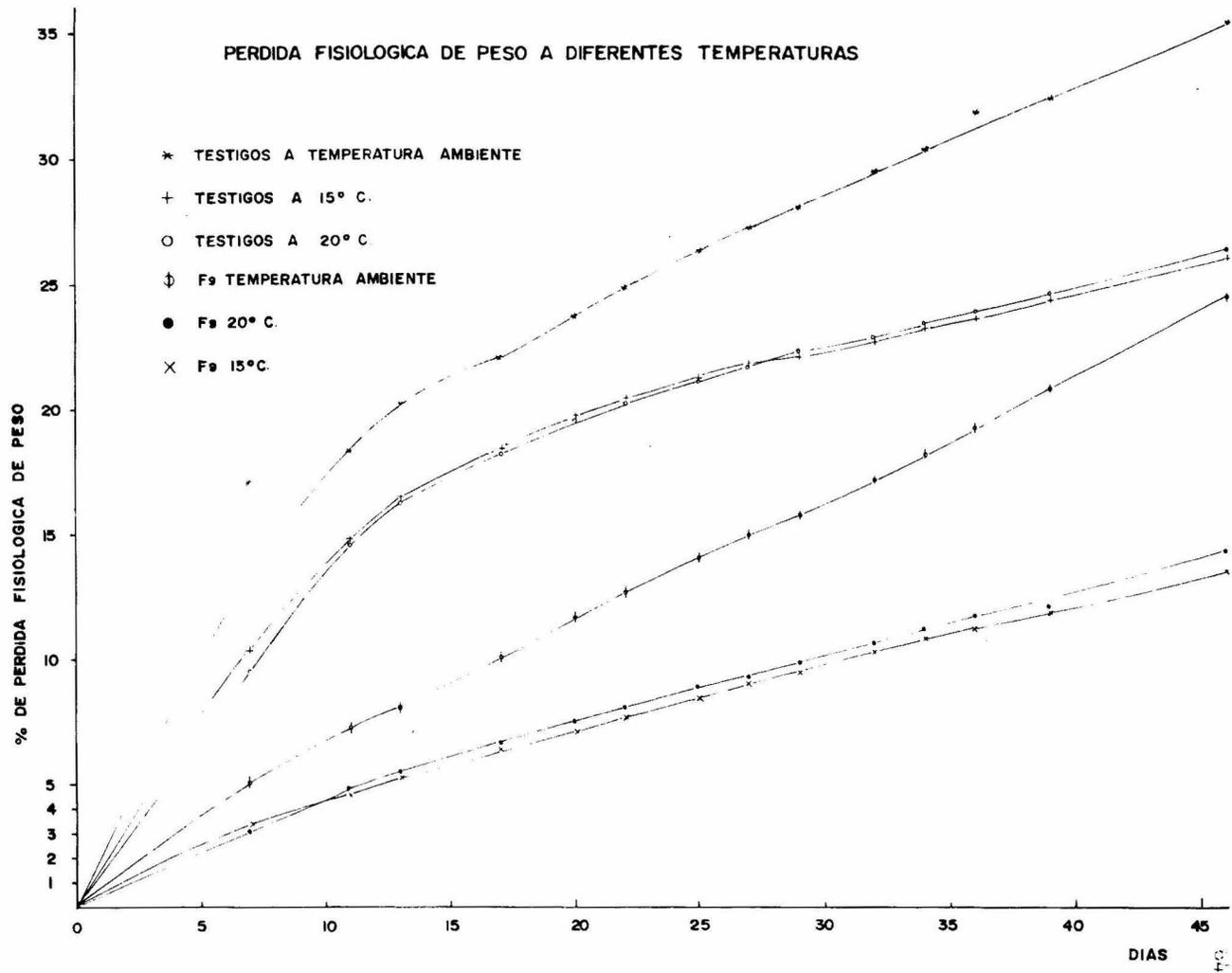
Limonos almacenados a 20 °C.

La pérdida fisiológica de peso para los limones recubier - tos fué de 14.33 % y de 26.42 % para los testigos. El porcentaje - por descomposición fué de 10 %; un limón estuvo negro y los demás - cafés y con los poros abiertos. El color de los limones buenos fué amarillo.

Limonos almacenados a 15 °C.

El porcentaje de pérdida fisiológica de peso fué de ----
13.52 % para la fruta recubierta y de 26.14 % para la fruta sin re
cubrir. El porcentaje por descomposición de la fruta recubierta --
fué de 1.25 % (de color café y fofos).

PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO A DIFERENTES TEMPERATURAS



EXPERIMENTO DEL 19 - III - 1973.

En este experimento se comparó la pérdida fisiológica de peso de limones recubiertos con la formulación de candelilla F_{10} y los productos comerciales Penwalt, Tag y limones testigos. El procedimiento de recubrimiento fué el acostumbrado, siendo la temperatura de almacenamiento de 20°C .

Las características de los limones después de 56 días de almacenados fueron las siguientes:

Porcentaje de pérdida fisiológica de peso:

Tratados con la emulsión F_{10} = 15.71 %

Tratados con la emulsión Penwalt = 38.22 %

Tratados con la emulsión Tag = 23.74 %

Testigos ; 37.97 %

Como puede observarse la emulsión F_{10} es la que reduce más la pérdida fisiológica de peso.

El aspecto de los limones fué el siguiente:

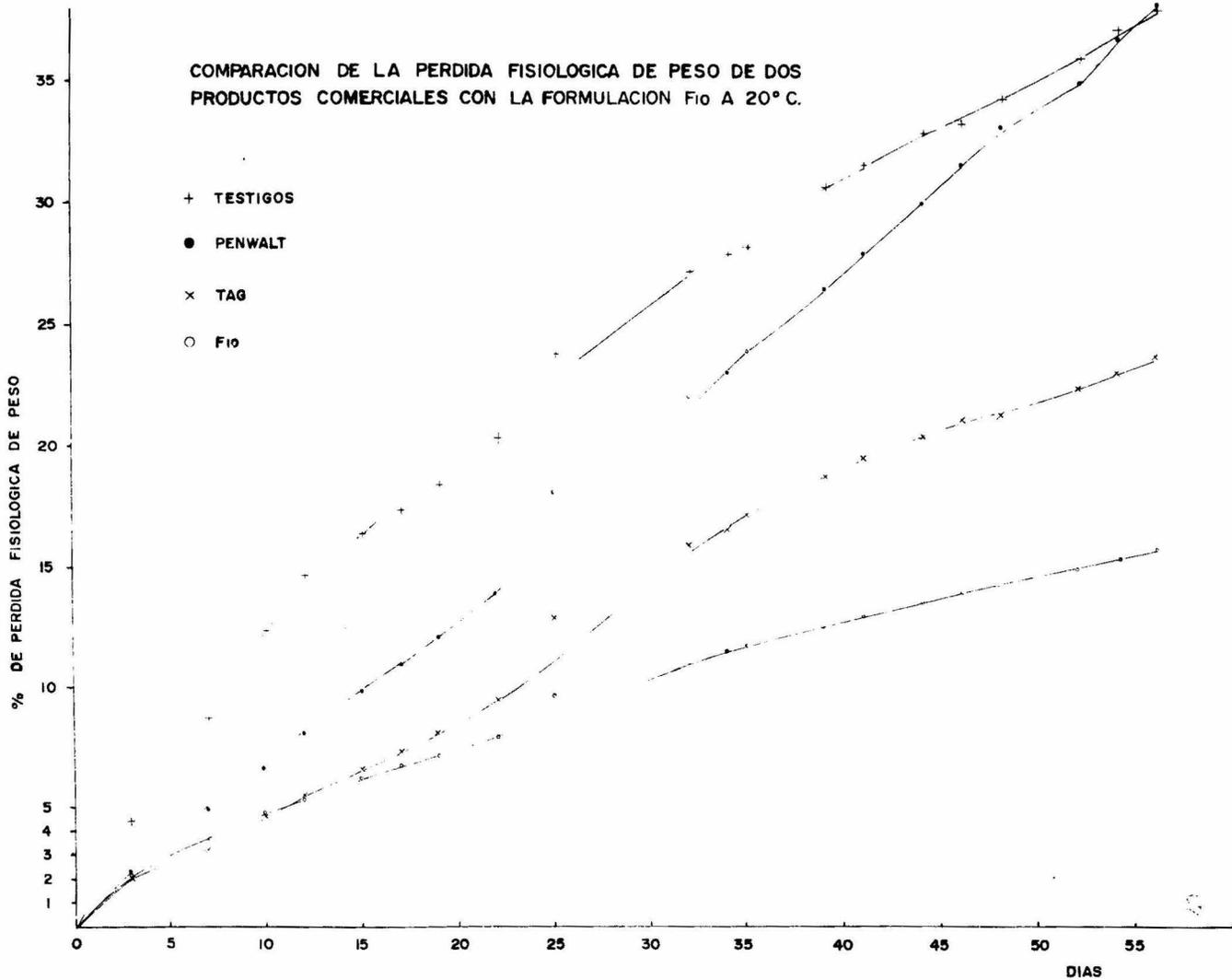
Ningún limón tratadó con la emulsión F_{10} se echó a perder. Todos tenían aspecto agradable, se veían más maduros; el brillo inicial se fué perdiendo poco a poco al igual que en la fruta-tratada con Tag.

El 95 % de la fruta tratada con Penwalt estaba descom---puesta, de ellos el 10 % se volvió negro, el resto tenía manchas -café o estaba completamente café. También se observó que a medida que pasaba el tiempo se tornaron más secos y duros, pareciéndose en su aspecto a los testigos.

El 40 % de la fruta tratada con la emulsión Tag se descompuso, de éstos 5 % se volvió negro, el resto tenía manchas café o estaba completamente café; el brillo original se perdió poco a poco pero no tanto como en la fruta recubierta con F₁₀.

Todos los testigos estaban duros, secos y café. El 10 % presentó hongos de color blanco y verde.

COMPARACION DE LA PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO DE DOS PRODUCTOS COMERCIALES CON LA FORMULACION F10 A 20° C.



EXPERIMENTO DEL 25 - IV - 1973.

Este experimento tuvo por objeto ver el funcionamiento de la emulsión de cera de candelilla en la preservación de limón a una temperatura de almacenamiento de 10 °C.

Tratamiento:

Se usaron 2 métodos para aplicar el fungicida, en uno de ellos (F₁₁) el fungicida se aplicó con una brocha y se enjuagó con el chorro de agua. En el otro método (*F₁₁) los limones se sumergieron en un baño de fungicida permaneciendo dentro durante 10 segundos, posteriormente se metieron en un baño de agua destilada -- (metiendo y sacando) durante 1.5 minutos, se escurrieron y se metieron en otro baño de agua destilada por un tiempo igual. El pH del primer baño fue de 10 y el del segundo de 5 lo que indicó que la fruta ya estaba enjuagada. Después de esto la fruta se secó parcialmente con aire y se recubrieron con la emulsión de cera de candelilla. Los limones testigos se lavaron únicamente con agua.

Resultados:

Características de los limones después de 61 días de almacenados:

El porcentaje de pérdida fisiológica de peso de F₁₁ fue de 12.67 %, el de *F₁₁ fue de 11.92 % y de los testigos 23.82 %.

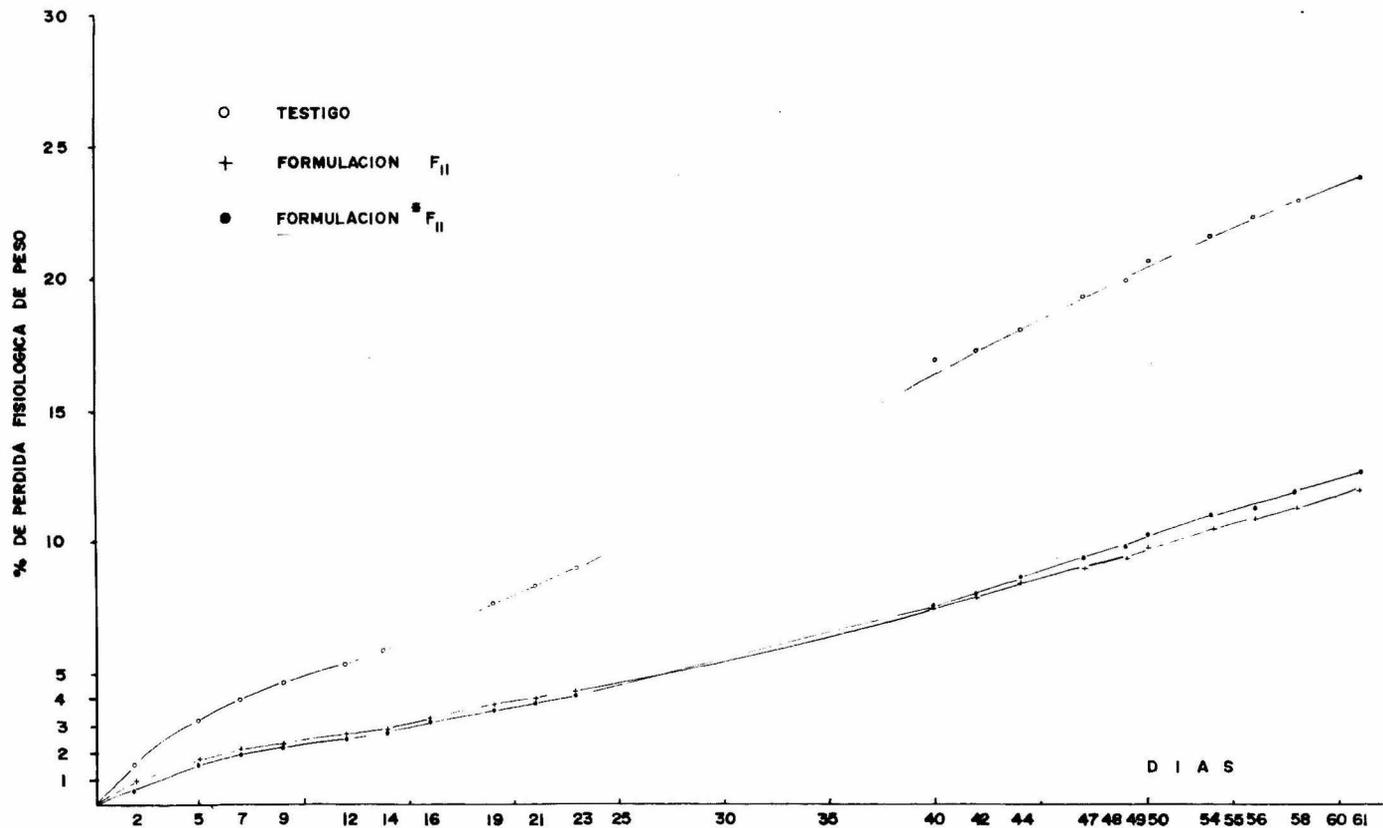
En lo que se refiere al aspecto, todos los limones testigos tenían manchas café. El porcentaje por descomposición de los limones tratados fue de 7.5 %, teniendo una consistencia fofa-

y un limón F_{11} estuvo contaminado con hongos. En general los limones tenían buen aspecto, amarillos y perdieron el brillo poco a poco.

Como puede observarse, las diferencias de porcentaje de pérdida fisiológica de peso de F_{11} y $*F_{11}$ no son significativas y puede concluirse que los diferentes métodos de lavado con el fungicida no afectan el comportamiento de la fruta tratada con la emulsión de cera de candelilla; asimismo, puede observarse que a menor temperatura menor pérdida fisiológica de peso.

TEMPERATURA 10° C.

EXPERIMENTO DEL 25-IV-1973.



EXPERIMENTO DEL 30 - VII - 1973.

LIMONES TRATADOS EN TECOMAN, COLIMA.

En este experimento se observó la pérdida fisiológica de peso de limones almacenados a 10 °C, 15 °C y 20 °C; haciéndose también observaciones de su aspecto.

Las características de los limones después de 42 días de almacenados fueron:

Porcentaje de pérdida fisiológica de peso:

Limones almacenados a 10 °C.

Testigos = 15.63 %

Tratados = 10.12 %

Limones almacenados a 15 °C.

Testigos = 23.62 %

Tratados = 19.51 %

Limones almacenados a 20 °C.

Testigos = 26.99 %

Tratados = 20.13 %

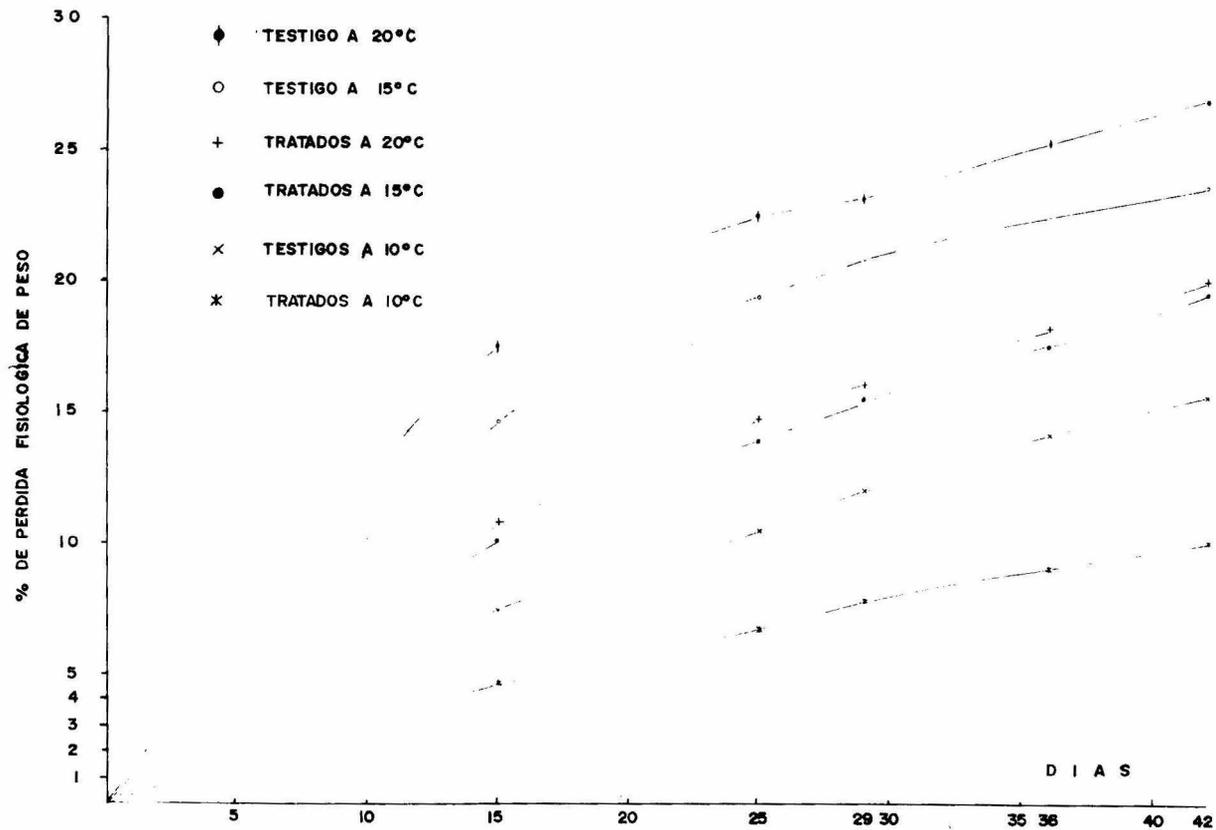
En lo que se refiere al aspecto tenemos que: Los limones tratados almacenados a 10 °C. estaban aún en buenas condiciones, - aunque amarillos; los testigos presentaron manchas café. El porcentaje por descomposición de la fruta recubierta a 15 °C y 20 °C- fué de 35 %; los testigos a ambas temperaturas estaban secos desde los 25 días.

Debe hacerse notar que el sabor de los limones recubiertos y amarillos no es amargo como puede esperarse de limones testi

gos en iguales condiciones. También pudo observarse que los limones tratados en Tecomán duraron menos que los de laboratorio, lo cual pudo deberse a los diferentes métodos de aplicación de la emulsión a las condiciones de transporte hasta la ciudad de México; sin embargo, los limones almacenados en Tecomán estuvieron en muy buenas condiciones.

LIMONES RECUBIERTOS EN TECOMAN

EXPERIMENTO DEL 30-VII-1973.



EXPERIMENTO DEL 27 - VIII - 1975.

LIMONES RECUBIERTOS EN TECOMAN, COLIMA.

Este experimento tuvo por objeto probar la funcionalidad de las formulaciones: A, B, C y D; la fruta se recubrió en diferentes días: Sábado, lunes, martes y miércoles. En el laboratorio se verificó el porcentaje de pérdida fisiológica de peso a las temperaturas de 20 °C, 15 °C, 12 °C y 10 °C, esta última temperatura no se reguló bien ya que a veces la temperatura subía hasta 18 °C. -- También se hicieron observaciones de su aspecto, así como, análisis químicos con el objeto de determinar si el recubrimiento de cera de candelilla afectaba las características del limón.

Resultados:

Las características de los limones después de 60 días de almacenamiento fueron:

Porcentaje de pérdida fisiológica de peso:

Limones almacenados a 12 °C.

F_D miér. = 11.38 %

Testigos = 21.57 %

Limones almacenados entre 10 y 18 °C.

F_C miér. = 19.42 %

Limones almacenados a 15 °C.

F_D miér. = 17.75 %

F_C miér. = 18.03 %

Testigos = 28.05 %

En lo que se refiere al aspecto, los limones almacenados a 12 °C estaban en mejores condiciones que los almacenados entre 10 y 18 °C ya que estos últimos tienen un porcentaje por descomposición de 35 %, presentando los poros muy abiertos. Los testigos - de ambos almacenamientos estaban secos y duros.

El porcentaje por descomposición de los limones almacenados a 15 °C fué: para F_D miér. de 20 % y para F_C miér. de 10 %.

Después de 46 días de tratados los limones almacenados a 20 °C presentaron los siguientes porcentajes de pérdida fisiológica de peso:

Limones tratados el sábado:

$$F_A = 17.19 \%$$

$$F_B = 15.17$$

$$F_C = 16.26$$

$$F_D = 16.21$$

Limones tratados el lunes:

$$F_A = 17.61 \%$$

$$F_B = 17.85$$

$$F_C = 17.95$$

$$F_D = 17.86$$

Limones tratados el martes

$$F_A = 16.44 \%$$

$$F_B = 15.81$$

$$F_C = 16.97$$

$$F_D = 19.40$$

Limones tratados el miércoles:

$$F_A = 18.56 \%$$

$$F_B = 20.97$$

El menor porcentaje de pérdida fisiológica de peso se observó en la fruta tratada el sábado.

El porcentaje por descomposición de los limones almacenados a 20 °C. fue:

Limones tratados el sábado: $F_A = 15 \%$

$$F_B = 0$$

$$F_C = 15$$

$$F_D = 20$$

Limones tratados el lunes: $F_A = 10 \%$

$$F_B = 0$$

$$F_C = 5$$

$$F_D = 20$$

Limones tratados el martes: $F_A = 0 \%$

$$F_B = 10$$

$$F_C = 40$$

$$F_D = 45$$

Limones tratados el miércoles : $F_A = 25 \%$

$$F_B = 30$$

ANALISIS QUIMICOS.

12 °C.

TIPO DE ANALISIS

RESULTADOS

	INICIAL		DIAS DESPUES DE TRATADOS		
			16	37	51
pH	2.40	TESTIGO	2.40	2.35	2.60
		F _D	2.40	2.40	2.60
ACIDEZ LIBRE COMO ACIDO CITRICO g/100 ml	7.92	TESTIGO	8.35	9.17	8.66
		F _D	8.29	8.48	8.72
ACIDO ASCORBICO mg/100 ml	33.66	TESTIGO	25.31	29.06	10.93
		F _D	26.10	30.13	17.72
GRADOS BRIX	10.0	TESTIGO	10.5	12.0	10.75
		F _D	10.5	12.0	10.20
AZUCARES REDUCTORES g/100 ml	0.421	TESTIGO	0.351	0.263	0.426
		F _D	0.594	0.520	0.378
AZUCARES TOTALES g/100 ml	0.573	TESTIGO	0.546	0.444	0.6310
		F _D	0.796	0.74	0.583

ANALISIS QUIMICOS

15 °C.

TIPO DE ANALISIS

RESULTADOS

	INICIAL		DIAS DESPUES DE TRATADOS		
			16	37	51
pH	2.40	TESTIGO	2.35	2.35	2.65
		F _D	2.35	2.40	2.58
		F _C	2.35	2.40	2.58
ACIDEZ LIBRE COMO	7.92	TESTIGO	8.46	9.95	8.74
ACIDO CITRICO g/100 ml		F _D	8.52	9.02	8.65
		F _C	8.52	8.65	8.85
		TESTIGO	26.89	51.55	17.96
ACIDO ASCORBICO mg/100 ml	33.66	F _D	24.62	29.81	18.21
		F _C	24.13	31.35	18.22
		TESTIGO	10.5	11.2	11.0
GRADOS BRUX	10.0	F _D	10.5	11.0	10.9
		F _C	10.0	11.0	11.0

ANALISIS QUIMICOS

15 °C.

TIPO DE ANALISIS

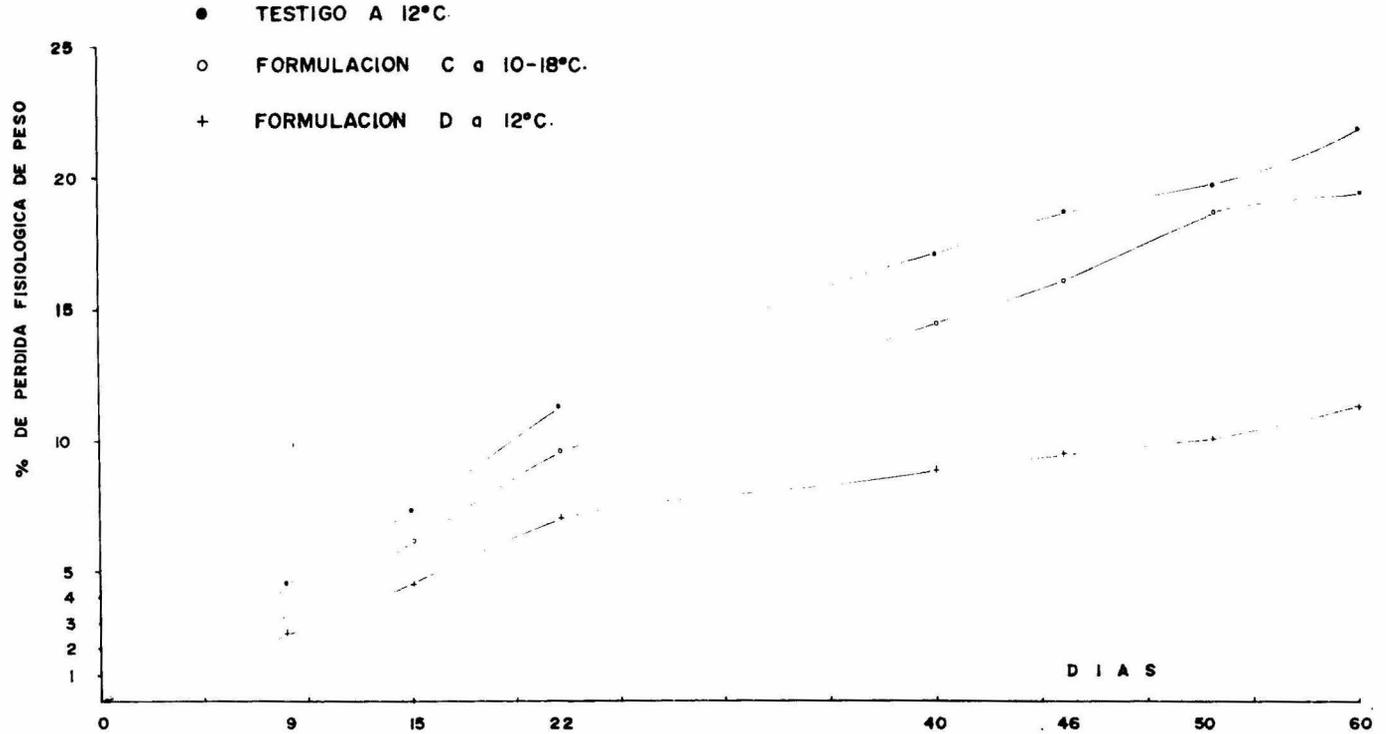
RESULTADOS

TIPO DE ANALISIS	INICIAL		DIAS DESPUES DE TRATADOS		
			16	37	51
AZUCARES REDUCTORES g/100 ml	0.421	TESTIGO	0.352	0.446	0.510
		F _D	0.396	0.457	0.544
		F _C	0.318	0.371	0.437
AZUCARES TOTALES g/100 ml	0.573	TESTIGO	0.445	-	0.712
		F _D	0.549	-	0.753
		F _C	0.460	-	0.805



EXPERIMENTO DEL 27-VIII-73.

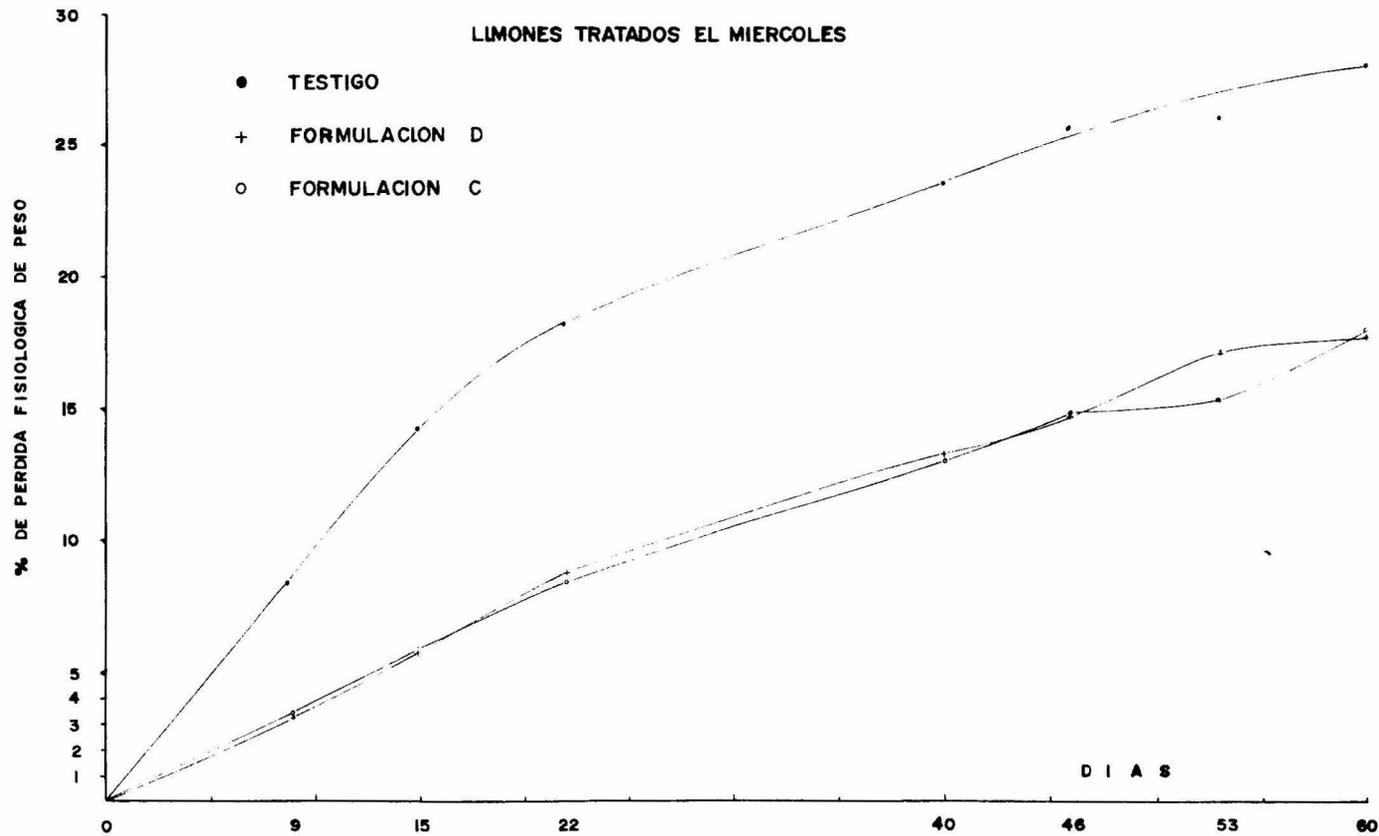
LIMONES TRATADOS EL MIERCOLES

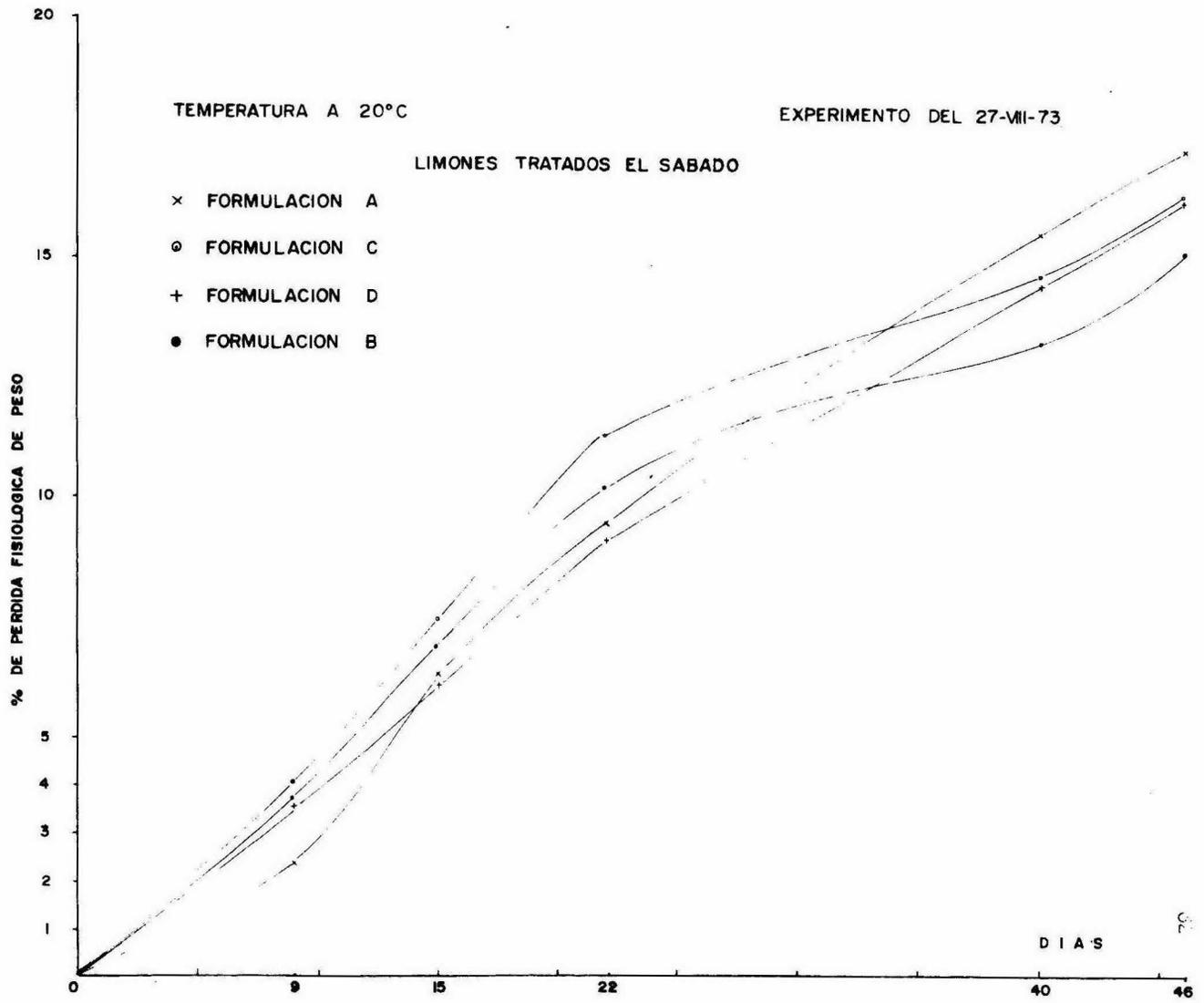


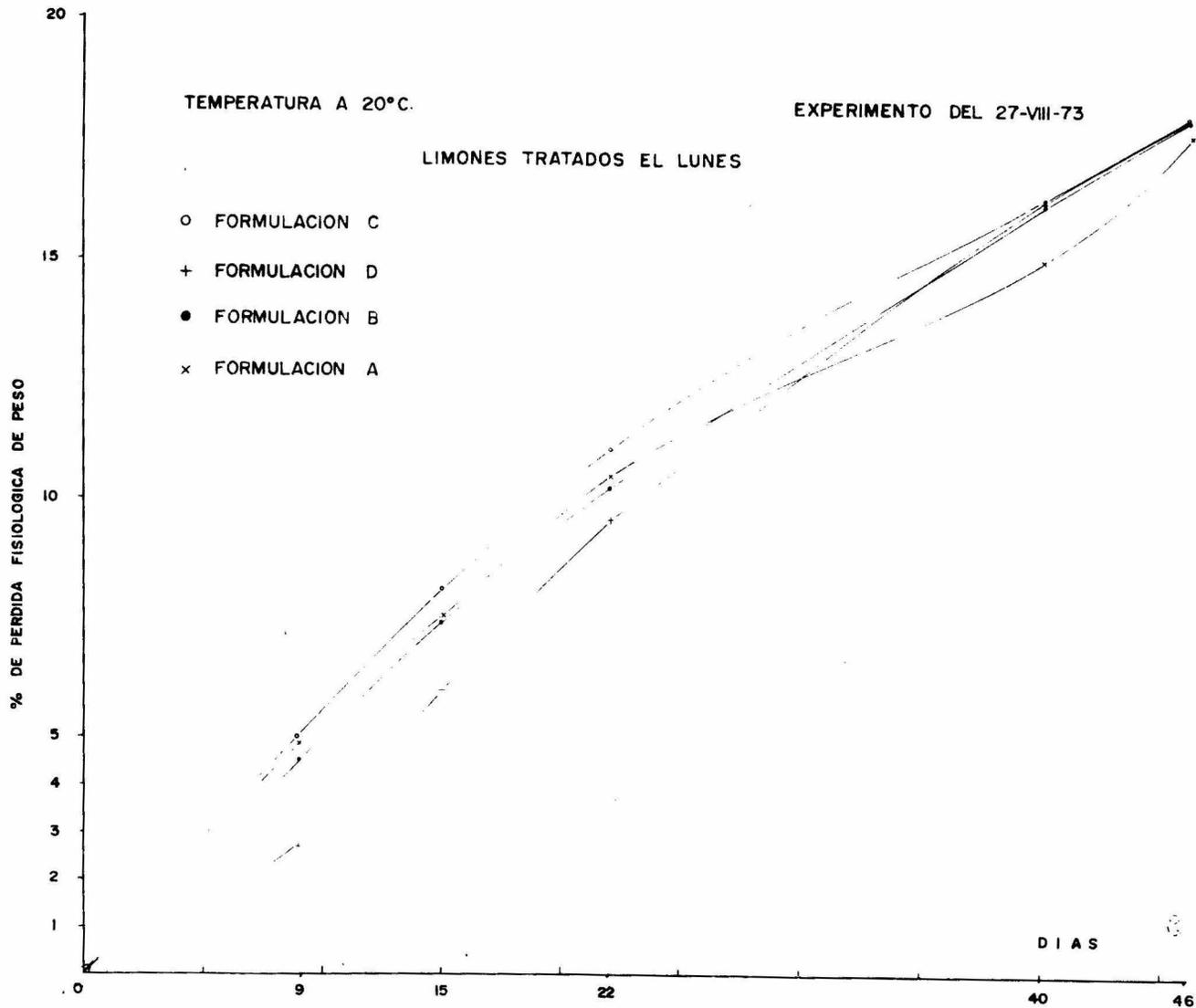
TEMPERATURA 15°C

EXPERIMENTO DEL 27-VIII-73

LIMONES TRATADOS EL MIERCOLES







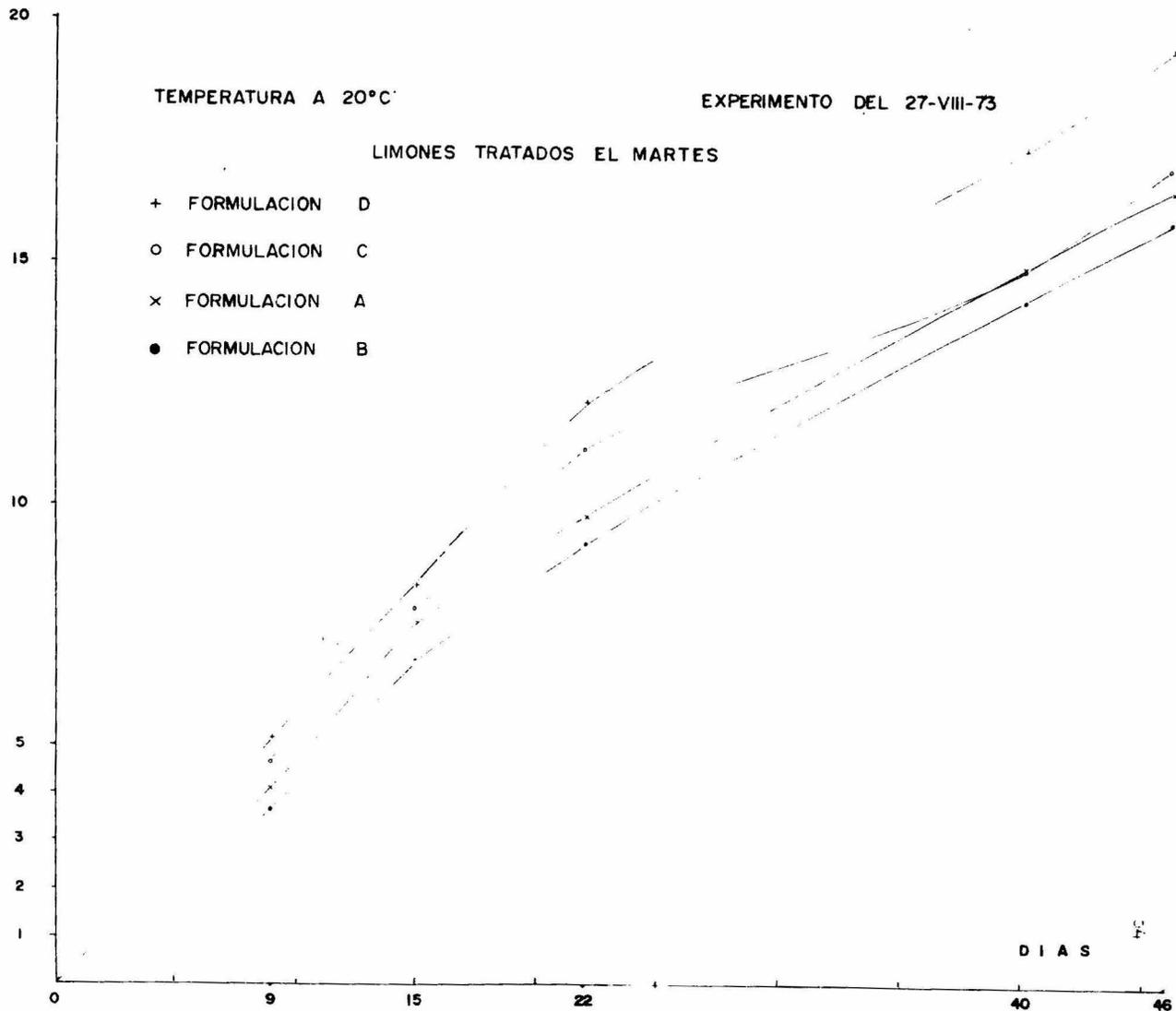
TEMPERATURA A 20°C

EXPERIMENTO DEL 27-VIII-73

LIMONES TRATADOS EL MARTES

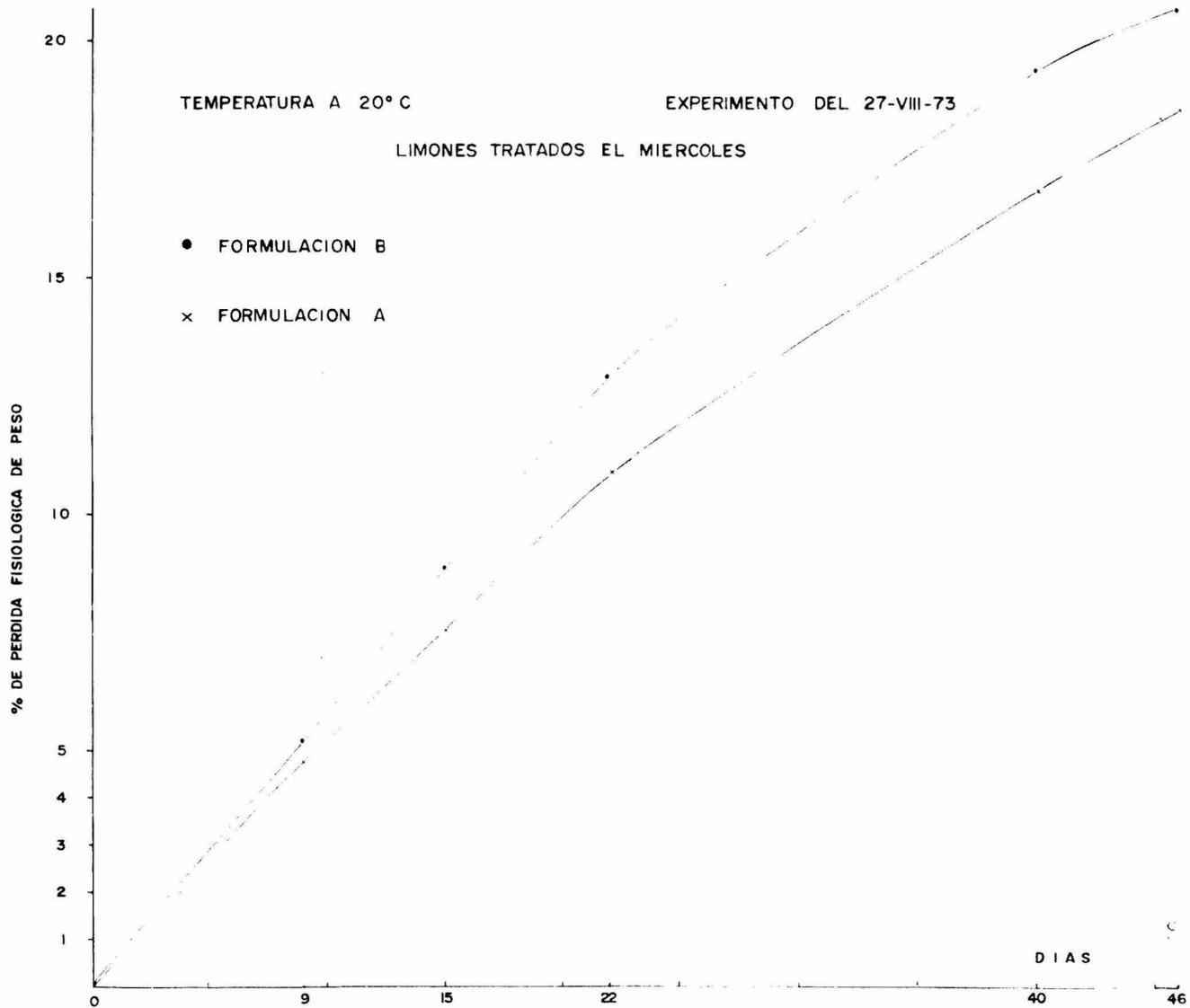
- + FORMULACION D
- o FORMULACION C
- x FORMULACION A
- FORMULACION B

% DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO



D I A S

46



EXPERIMENTO DEL 17 - IX - 73.

Tuvo como objeto comparar la funcionalidad de la formulación 16 y la del producto A en la extensión de la vida de almacenamiento del limón.

Tratamiento:

Los limones se lavaron con agua corriente, ya que el fungicida se agregó a la emulsión, se permitió que se secaran parcialmente con aire y después se recubrieron con la emulsión por frotación con el dedo; se secaron con aire caliente a 30 °C y se almacenaron a la temperatura de 20 °C.

Resultados:

El porcentaje de pérdida fisiológica de peso fué:

Formulación 16 = 10.0 %

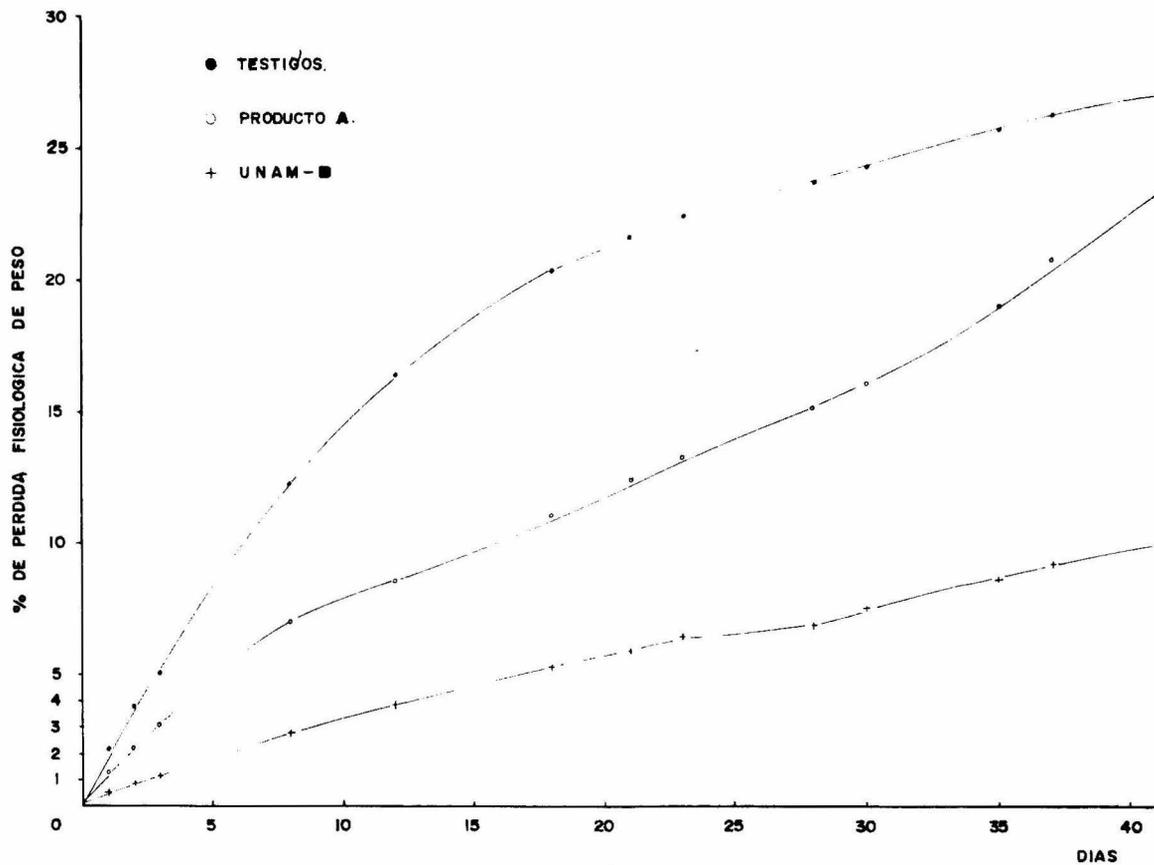
Producto A = 25.3 %

Testigo = 27.0 %

después de 41 días de almacenados.

En lo que se refiere al aspecto, todos los limones de la formulación 16 estaban en buenas condiciones; los del producto A tenían manchas café y estaban secos al igual que los testigos.

COMPARACION DE LA PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO
DEL PRODUCTO A CON LA FORMULACION UNAM-B A 20°C.



EXPERIMENTO DEL 2 - X - 1973.

LIMONES RECUBIERTOS EN TECOMAN, COLIMA.

En este experimento se probó la funcionalidad de la emulsión 16 en comparación con la D. Se hicieron determinaciones de pérdida fisiológica de peso y aspecto.

Resultados:

El porcentaje de pérdida fisiológica de peso de los limones almacenados a 15 °C después de 19 días de tratados fué:

Formulación D = 11.98 %

Formulación 16 = 8.26 %

Testigos = 16.56 %

En lo que se refiere a su aspecto, sólo el 5 % de ambas formulaciones estuvo seco; todos los testigos estuvieron secos. Como puede observarse los limones tratados con la formulación 16 tuvieron menor pérdida fisiológica de peso y puede concluirse que es la más efectiva para prevenirla. Se encontró que esta formulación reunió las mejores características en lo que se refiere al acabado final de la fruta y tiempo de secado de la película, así como disminución del porcentaje por descomposición. Esta formulación es la que recibió el nombre de "UNAM-B".

Debe hacerse notar que en este experimento, los limones se almacenaron 8 días después de haber sido tratados y que a partir del 10 - X - 1973 se les empezó a determinar la pérdida fisiológica de peso.

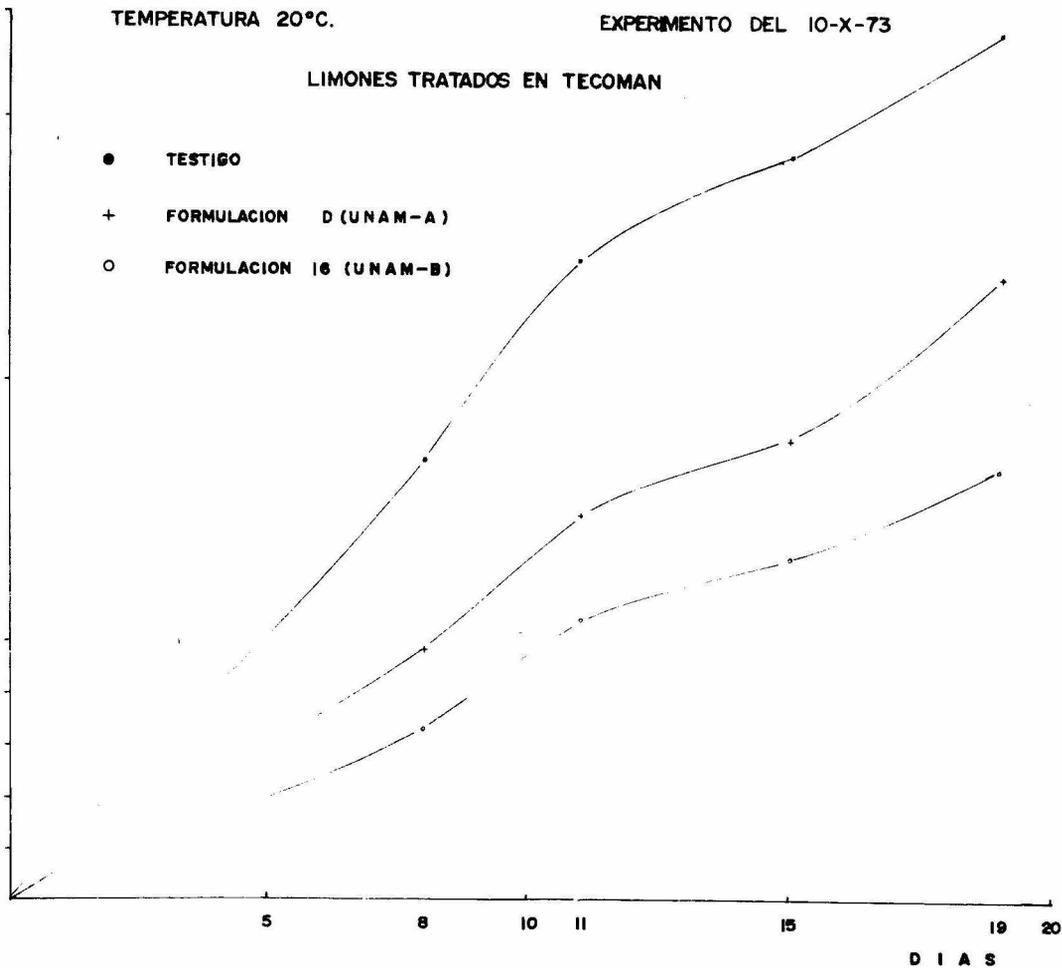
TEMPERATURA 20°C.

EXPERIMENTO DEL 10-X-73

LIMONES TRATADOS EN TECOMAN

- TESTIGO
- + FORMULACION D (UNAM-A)
- FORMULACION 16 (UNAM-B)

% DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO



EVALUACION REALIZADA POR LA COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA.

4 - Diciembre - 1973.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT -- invitó a participar en un concurso al Instituto Mexicano del Petróleo - IMP -, Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas -- IMIT -, Laboratorio Nacional del Fomento Industrial - LANFI - y a la Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM -, con el objeto de determinar cuál de las emulsiones acuosas de cera de candelilla era la de mayor eficacia en la extensión de vida de almacenamiento del limón mexicano. Las dos primeras instituciones decidieron no - participar en el concurso, quedando exclusivamente el LANFI y la - UNAM.

El Dr. Lakshmi Narayana fué el Presidente del Comité Técnico de Evaluación de Cubrientes de Cítricos CONAFRUT.

Cada una de las instituciones que participaron presentaron dos de sus mejores formulaciones, que se les nombró como: "UNAM-A", "UNAM-B", "LANFI-1", "LANFI-2" a las presentadas por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Laboratorio Nacional de Fomento Industrial respectivamente. Se emplearon además dos de las más comerciales formulaciones de ceras, Tag y Flavorseal, como índices de comparación.

Se emplearon métodos internacionalmente aceptados para el estudio del ritmo de respiración, pérdidas fisiológicas de peso, pérdidas causadas por contaminaciones microbianas y marchitamiento,

análisis químicos y evaluaciones organolépticas. Todas estas determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Investigaciones Fisiológicas de Frutas en la Comisión Nacional de Fruticultura. Obteniendo los siguientes resultados:

TIEMPO DE SECADO (con el uso de ventiladores comerciales y aire a temperaturas de 35, 50 y 40°C.).

UNAM-A	1 minuto y 20 segundos
UNAM-B	"
LANFI-1	más de 4 minutos
LANFI-2	"
TAG	menos de 1 minuto
FLAVORSEAL	practicamente instantáneo

RESPIRACION. Los estudios de respiración en todas las frutas tratadas, no mostraron variaciones significativas, comparadas con el testigo, sin tratamiento.

Tratamiento	Producción de CO ₂ *
Testigo	17.2
UNAM-A	17.2
UNAM-B	16.7
LANFI-1	15.3
LANFI-2	17.6
TAG	18.9
FLAVORSEAL	19.7

* Promedio de producción en mg. de CO₂ por Kg y por hora.

PERDIDAS FISIOLÓGICAS DE PESO. Dos de las formulaciones de candelilla mostraron las menores pérdidas fisiológicas de peso, debidas a la transpiración, en comparación con el testigo y las formulaciones de ceras comerciales.

Tratamiento	Pérdidas (%)
Testigo	17.3
UNAM-A	13.4
UNAM-B	12.0
LANFI-1	13.4
LANFI-2	12.3
TAG	14.0
FLAVORSEAL	16.9

DANOS Y MARCHITAMIENTO. Las formulaciones de candelilla de la UNAM, mostraron los mejores aspectos, en cuanto a preservación. Los valores al finalizar los 45 días de almacenados se presentan a continuación:

Tratamiento	Danadas %	No comerciales * %	Total eliminadas %
Testigo	9.34	26.61	35.95
UNAM-A	4.72	6.55	11.27
UNAM-B	4.24	6.28	10.52
LANFI-1	9.25	14.56	23.81
LANFI-2	9.48	14.36	23.84
TAG	6.94	11.34	18.28
FLAVORSEAL	8.61	21.17	29.78

* Frutas no comerciales, a causa de marchitamientos y deformaciones

EVALUACIONES ORGANOLEPTICAS. Los valores que se muestran a continuación, son los promedios de los proporcionados por 20 catadores, en relación con los diferentes aspectos de los frutos:

Tratamiento	Color	Aroma	Sabor y olor	Comerciabilidad	Calidad global
Testigo	1.15	1.65	2.05	1.35	1.55
UNAM-A	1.65	1.80	2.20	1.60	1.81
UNAM-B	2.20	1.75	2.05	2.05	2.01
LANFI-1	1.25	1.45	2.05	1.25	1.50
LANFI-2	1.50	1.65	1.65	1.75	1.64
TAG	2.10	2.05	2.25	2.25	2.16
FLAVORSEAL	2.00	1.85	2.05	2.20	2.02
REFERENCIA	3.40	2.45	3.40	3.35	3.15

La muestra de referencia, formada por limones frescos -- adquiridos en el mercado, se incluyó en la prueba, para hacer una - absoluta comparación y estudiar hasta que grado las frutas tratadas pueden compararse con la muestra fresca. Como se indica en el cuadro anterior, sólo 3 formulaciones, a saber TAG, FLAVORSEAL y --- UNAM-B respectivamente, mostraron la mayor puntuación. El resto de las formulaciones no se compararon ventajosamente con las muestras-comerciales ya existentes.

ANALISIS QUIMICOS. Los resultados de los análisis químicos efectuados en los diferentes periodos de almacenamiento, no -- mostraron diferencias significativas entre las frutas tratadas y -- el testigo, indicándonos que los tratamientos no influyen en los -- componentes químicos de las frutas.

CONCLUSIONES DEL DR. S. LAKSHMI NARAYANA:

"Por todos los datos presentados en este reporte, es claro que puede desarrollarse un producto comercial nacional a base -- de cera de candelilla, el cuál puede sustituir a las ceras extran-- jeras importadas. En el presente, la formulación de candelilla --- (UNAM-B), puede ser comparable en su funcionalidad con las ceras -- comerciales Tag y Flavorseal, tiene muy buenas oportunidades de me-- joramiento y por tanto conviene comercializarla (UNAM-B) por ahora, recomendándose realizar intentos paralelos para mejorarla aún más-- en todos los aspectos".

CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos puede afirmarse que la emulsión de cera de candelilla es efectiva en la extensión de vida media de almacenamiento de limón. Reduce la pérdida fisiológica de peso hasta cerca del 50 % y en ocasiones más. Aumenta al doble la vida de almacenamiento, conservando también su sabor y apariencia agradable.

De todas las formulaciones probadas, la Formulación 16 - (UNAM-B) resultó ser la más efectiva en la conservación del limón, así como también fué la que proporcionó el mejor acabado a la fruta y menor tiempo de secado de la película de cera.

La pérdida fisiológica de peso disminuye conforme baja la temperatura, lo cual es congruente con el hecho de que a menor temperatura menor velocidad de respiración; del mismo modo al disminuir la temperatura baja el porcentaje por descomposición. De las temperaturas probadas, la de 10 °C. resultó ser la más adecuada para aumentar la vida de almacenamiento de la fruta.

En lo que se refiere a los análisis químicos no se observaron diferencias significativas en el comportamiento de la fruta tratada con la emulsión de candelilla en relación con los testigos, ya que ambos presentan las mismas tendencias; por lo que puede decirse que el recubrimiento con la cera no afecta la composición química del limón.

El hecho de haber agregado el fungicida a la emulsión -

ocasionó una disminución en la incidencia de hongos mayor que cuando la fruta se trataba previamente con el fungicida.

Las alteraciones más comunes que se presentaron en los limones tratados fueron manchas café y que, si su consistencia no fuera blanda podrían considerarse como las manchas que aparecen en los limones sin recubrir cuando ya se están secando; los poros de la cutícula muy abiertos e incidencia de hongos.

La emulsión de cera de candelilla puede usarse para recubrir a nivel industrial el limón y poder así, evitar pérdidas en la época de sobreproducción y mantener el precio más o menos constante en la época de escasez; igualmente, pueden ampliarse las exportaciones de limón-fruta a países del Continente Europeo ya que éstos son los que importan en mayor proporción.

BIBLIOGRAFIA.

1. Desrosier W. Norman. Conservación de Alimentos. Com--pania Editorial Continental, S. A. 4^a impresión en español. 1973 - México.
2. Warth H. Albin. The Chemistry and Technology of waxes Reinhold Publishing Corporation. Second Edition. New York, 1956.
3. Powderd natural waxes. Carl J. Ish. U. S. 2, 878, 270.
4. Water-repellent composition. Domenick D. Galiardi -- (To Galiarde Research Corp.) U. S. 2, 926. 062. Feb 23, 1960
5. Textile-Treating compositions and Textiles treated -- therewith. Goldstein, Norman B. (Sun Chemical Corp) U. S. 3, 486,-911.
6. Anticorrosive fire-resistant, acid-resistant paint. - Guy Raynor and William H. Baxter. Brit 1, 075, 909.
7. Electrets. Edward D. Padgett. U. S. 2, 986, 524, may. 30, 1961.
8. Bleaching and refining candelilla and raphia waxes. - G. Schneider and R. Folgner. Fette. Sufen 43, 126-31 (1936); Ch. C. A. 28, 2203⁸.
- 9 Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1971. Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística.
10. Anuario de la Producción Forestal de México. Año --- 1971. Dirección General de Aprovechamiento Forestal y de la Fauna. México, D. F., 1972.

11. Industrialización del Limón Mexicano. Comisión Nacional de Fruticultura. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1973.

12. El Mercado del Limón en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Economía Agrícola. Primera Edición. México. 1973.

13. Tag. Fruit Coating Wax Emulsion. Test Reports 1962--1967. Makhteshim Beer-Sheva. Chemical Works. July 1968.