



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ANALISIS MICROBIOLOGICO
DE LA TUNA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
ORIENTACION TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PRESENTA

ANGELA ALVARADO ESQUIVEL

MEXICO, D. F.

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

M.T. 256



Jurado asignado originalmente según el tema:

Presidente: NATALIA SALCEDO OLAVARRETA

Vocaf: NINFA GUERRERO DE CALLEJAS

Secretario: ROSA MA. RAMIREZ GAMA

1er. Suplente: ALFREDO ECHEGARAY ALEMAN

2º Suplente: LILIA VIERNA GARCIA

Sitio donde se desarrolló el tema:

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA EXPERIMENTAL DE LA FACULTAD DE
QUIMICA

Nombre completo y firma del sustentante:

ANGELA ALVARADO ESQUIVEL

Nombre completo y firma del asesor del tema:

M. EN C. ROSA MA. RAMIREZ GAMA

Nombre completo y firma del supervisor técnico:

M. EN C. ALFREDO ECHEGARAY ALEMAN

I N D I C E

	PAG.
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....	4
III. GENERALIDADES	8
A. Sobre Tuna	9
1. Clasificación.	
2. Origen y distribución de la Familia de las Cactaceas.	
3. Localización y descripción botánica del Nopal.	
4. Usos del Nopal y la Tuna.	
5. Composición química de la Tuna.	
6. Enfermedades y plagas del Nopal.	
B. Sobre tratamientos empleados en postcosecha para <u>pro</u> longar la vida de almacenamiento de frutas y vegetales en estado fresco.	15
1. Asepsia.	
2. Hidrocalentamiento.	
3. Preenfriamiento.	
4. Refregieración.	
5. Irradfiación.	
6. Películas cubrientes o protectoras.	
7. Conservadores o preservativos.	
C. Sobre fungicidas usados en agricultura para <u>conserva</u> ción de frutas y vegetales.	23
1. Definición.	
2. Actividad biológica de los fungicidas.	
3. Manera de emplear los fungicidas.	
4. Componentes de un fungicida.	
5. Clasificación de las formulaciones de fungicidas en base a su presentación y aplicación.	

6. Fungicidas Inorgánicos.

7. Fungicidas Orgánicos.

IV.	MATERIAL Y METODOS.....	37
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	50
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
VII	BIBLIOGRAFIA.....	75

CAPITULO I

R E S U M E N

R E S U M E N

Las tunas utilizadas para la presente investigación procedieron de la Asociación Nacional de Productores de Tuna de San Martín de las Pirámides, Edo. de México.

Las tunas objeto de este estudio, se sometieron a 8 tratamientos diferentes y se procedió a evaluar la efectividad de los mismos en el control de daños causados por microorganismos para lo que se efectuaron cuantificaciones microbiológicas en el agua utilizada en los tratamientos, en tunas testigo y en tunas tratadas y almacenadas durante 36 días; se determinaron 6 tipos de alteraciones microbiológicas y se procedió al aislamiento e inoculación en tunas sanas con los microorganismos aislados.

Se concluyó que el agua y métodos empleados para el lavado de las tunas en esta región, no son adecuados y en relación a la efectividad de los tratamientos el más efectivo fué aquel en el que se empleó la acción combinada de hidrocalentamiento más fungicida y recubrimiento con cera de candélilla formulación 170.

Posteriormente se emplearon dos lotes de tunas, uno de ellos fué inoculado con diferentes mezclas de microorganismos aislados de tunas enfermas, ambos lotes se sometieron a tratamientos con agua caliente a 54°C por 5 minutos y en combinación con 16 fungicidas diferentes para combatir los daños ocasionados por microorganismos.

Los tratamientos en todos los casos redujeron el deterioro de las tunas causado por microorganismos, comparados con el testigo y en algunos casos se observaron alteraciones ocasionadas por los mismos productos probados. Las respuestas obtenidas no fueron iguales, lo que indica los diferentes gra-

dos de efectividad de los fungicidas empleados, así como los diferentes grados de sensibilidad de los microorganismos a los productos usados.

Se seleccionaron los fungicidas que presentaron mejores resultados, adicionándose por separado o en mezclas al agua caliente que se emplea en el lavado de las tunas previo al encerado; en este experimento se utilizaron 14 lotes de fruta haciéndose una clasificación a diferentes períodos de tiempo con el fin de observar los daños eliminados o desarrollados por los fungicidas empleados.

CAPITULO II

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La tuna ofrece grandes posibilidades económicas en nuestro país, si se considera que la distribución ecológica de este fruto se localiza en regiones áridas, ampliamente distribuidas en nuestro territorio, ya que su cultivo requiere de poca inversión y que es un producto para el que existen posibles mercados de exportación como son, Estados Unidos, Canadá y Japón por lo que constituiría una aceptable fuente de ingresos para el país. (35).

En relación a esto, en el período 1970-1974 las exportaciones ascendieron a 125.5 toneladas, de las cuales 28,300 se exportaron a Estados Unidos en el año 1974 con un valor de \$ 117,930.00 (2), lo que indica que sólo han salido volúmenes muy reducidos si se compara con el dato de producción correspondiente a 1972 en el que se produjeron 113,500 toneladas entre el Estado de San Luis Potosí y zonas circunvecinas al Valle de México (35), la producción es seguramente mucho más elevada, ya que se reportan como principales productores de tuna el Edo. de México, San Luis Potosí, Guanajuato, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas, estos últimos cuatro no considerados en el dato antes mencionado (41). Datos estadísticos más recientes sobre la producción agrícola de la tuna en el año de 1975 comunican que la superficie cosechada fué de 5,650 hectáreas, con un rendimiento medio de 6,750 kilogramos por hectárea, teniendo una producción total de 38,138 toneladas con un precio medio rural por tonelada de \$650.00, por lo que el valor total fué de \$ 24,789,700.00 (16).

Durante el tiempo que transcurre entre la cosecha de las frutas y su presentación al consumidor, estas sufren una serie de daños ocasionados por el mal manejo de los frutos que permite la penetración y desarrollo de organismos patógenos y saprofitos que al manifestarse disminuyen la calidad del fruto lo que causa considerables pérdidas durante el transporte y almacenamiento de los mismos. Con el objeto de solucionar dichos

problemas se han probado una serie de tratamientos en postcosecha para prolongar la vida de almacenamiento, en estado fresco, de una gran variedad de frutas y vegetales, como son el lavado con agua a temperaturas óptimas (6, 44), el lavado con agua caliente adicionada de germicidas (6) o reguladores de crecimiento, añadiendo recubrimientos superficiales previos a su almacenamiento (46).

En estudios realizados anteriormente en tuna, se ha observado la aparición de manchas blancas, pardas y negras después de ser almacenadas a una temperatura promedio de 20°C y un 80% de humedad relativa; pero no existen datos registrados de los microorganismos causantes de dichas alteraciones, tampoco se ha reportado la metodología óptima ni los productos más efectivos para el combate de daños microbiológicos de la tuna con fines de conservación. Se ha reportado como tratamiento benéfico el hidrocalentamiento a 54°C. previo a la adición protectora de la cera de candelilla formulación 170 y en condiciones de almacenamiento de 20°C. Y 80% de humedad relativa (35), sin embargo, aún cuando se logró aumentar el periodo de vida útil de las tunas, no se logró evitar la aparición de las alteraciones, por lo que los objetivos de este trabajo fueron:

1. Evaluar la flora bacteriana y micológica de la tuna con el fin de encontrar los tratamientos óptimos para su conservación con cera de candelilla.
2. Evaluar el efecto en el combate microbiológico de algunos de los productos empleados para su conservación.
3. Evaluar la protección residual de los tratamientos empleados durante diferentes periodos de almacenamiento.
4. Efectuar el aislamiento de los posibles patógenos causantes de las alteraciones en tuna.

No
se completó

5. Seleccionar los microbiocidas que permitan almacenar este fruto en buenas condiciones. ✓

CAPITULO III

GENERALIDADES

Generalidades sobre tuna (Opuntia sp.)

1. Posición Taxonómica del Nopal tunero (9, 47).

Reino.....	Vegetal
Subreino.....	Fanerogama
Tipo.....	Agiosperma
Clase.....	Dicotiledonea
Serie.....	Dialipétala
Familia.....	Cactaceae
Tribu.....	Opuntieae
Género.....	Opuntia
Subgénero.....	Platyopuntia

2. Origen y distribución de la familia Cactaceae. Las cactáceas son plantas originarias de México, América del Centro y Sur, regiones sudoccidentales de los Estados Unidos, se han extendido a otros continentes como Africa y Australia y diferentes lugares del Mediterráneo. Son plantas características de suelos desérticos, pobres y carentes de agua aunque prosperan abundantemente en climas cálidos, tropicales, subtropicales y en regiones de precipitaciones moderadas (18, 19).

Existen aproximadamente 100 géneros y más de 1,000 especies en esta familia, representadas la mayoría de ellas en México (11, 19). Las cactáceas carecen de hojas, pues éstas quedan reducidas a espinas que erizan los tallos que presentan extraña constitución, columnares, globosos o aplastados y en general muy carnosos. Tienen una serie de aplicaciones múltiples como es el caso del Saguaro que mide más de 15 metros de altura y que se emplea como combustible, forraje para ganado, para fabricación de viviendas y cuya flor es el emblema del Edo. de Arizona. El Cacto Barril es muy codiciado por los viajeros de los desiertos

pues contiene un zumo abundante que ha salvado la vida de muchos individuos a punto de morir de sed. Al norte de México y Texas se encuentra el peyote del que se extraen drogas tóxicas, siendo una fuente de narcóticos. Existen también cactus miniatura que adornan prados e invernaderos, pero ninguno es tan importante como el Nopal de México (18).

3. Localización y descripción botánica del Nopal. El nopal es una planta natural que crece abundantemente en diversas regiones áridas de México y Arizona, existiendo aproximadamente 260 especies de las cuales alrededor de 100 se encuentran en nuestro país (35).

En la República Mexicana, el nopal se localiza prácticamente en la mayoría de las condiciones ecológicas, ocupando cerca de 3 millones de hectáreas distribuidas en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, Chihuahua, Tamaulipas, Durango y Aguascalientes. Se adapta bien a diversas texturas y composiciones de suelos pero se desarrolla mejor en suelos calcáreos, arenosos, de profundidad media, con pH alcalino y altitudes que varían entre 800 - 2,500 m.; su desarrollo requiere temperaturas anuales preferentemente entre 18 - 25°C, aunque es una planta que resiste la sequía, también prospera en zonas de precipitaciones moderadas, pero no es recomendable su cultivo en zonas que presenten exceso de humedad pues provoca enfermedades fúngicas y daños por insectos (11).

El nopal es típico de los desiertos gracias a que posee una conformación especial para conservar el agua, ya que sus hojas están atrofiadas y constituidas por espinas, disminuyendo de esta manera la superficie en donde se efectúa la evaporación, por otra parte el tallo se en-

cuenta cubierto por una cutícula cerosa que evita que la acción del calor evapore su agua. Las raíces se expanden en una extensión de 2 a 3 veces mayor que el tamaño del resto de la planta, por lo que es recomendable que se cultive a una distancia de 4 m. uno de otro con el objeto de aprovechar al máximo el agua del subsuelo, la que es escasa en las regiones donde prospera este vegetal; la humedad se va depositando en las cavidades esponjosas que posee el tronco y que constituyen una fuente de agua (7,18,34)

El nopal es una planta que alcanza más de 3 m. de altura, su tallo está formado por una parte basal compacta, leñosa, sobre la que se encuentran ramificaciones verdes, de contorno oval, como paletas de 30 - 40 cms. de largo por 15 - 20 cm. de ancho, aplanadas y espinosas, que se implantan unas en otras hasta dar un aspecto de matorral; todos estos troncos son verdes y al faltar las hojas desempeñan ellos mismos la función de clorofiliana (18, 19, 47).

Las flores del nopal, como en todas las cactáceas, son muy vistosas y se insertan directamente en los bordes del tallo, presentan un cáliz constituido por sépalos coloreados, la corola está formada por pétalos libres, blancos o coloreados como los sépalos, los estambres son numerosos y el ovario da lugar a un fruto comestible carnoso y con gran número de semillas llamado tuna, o higo chumbo en España. La tuna tiene forma ovoide con una cubierta verde amarillenta erizada de espinas que encierra una pulpa que al madurar adquiere un sabor agradable, jugosa, dulce y refrescante, siendo un alimento nutritivo (11, 19, 47).

4. Usos del nopal y la tuna. El nopal se utiliza como alimento para ganado vacuno y cabrío (25, 34), su aplicación como forraje se hace posible mediante la eliminación total

o parcial de espinas ya sea mecánicamente o quemando la superficie (9), del nopal se extrae aceite y algunos colorantes, es usado como combustible (9, 34), en la fabricación de anticorrosivos y papel (11, 47); en ocasiones sirve para proteger parcialmente el suelo de erosiones (9). Los nopales tiernos constituyen una verdura de gran aceptación, cocidos, fritos o en ensalada (11, 25, 34).

La tuna se consume como fruta de mesa y con su miel se elabora jarabe, queso de tuna y la bebida llamada Colonche; también es consumida en forma de fruta cristalizada, como mermelada, melcocha de tuna y pasas de tuna; se puede obtener además alcohol por fermentación de azúcares y colorantes inocuos que se utilizan en la manufactura de dulces y refrescos (9, 11, 34). Las tunas se emplean como alimento para ganado y sus semillas son empleadas para alimentar aves domésticas (47).

5. Composición química de la tuna. Sobre este aspecto existen los siguientes datos en análisis efectuado a 100 g. de pulpa con semilla, los cuales varían dependiendo de la variedad de la tuna, estado de madurez y condiciones ecológicas (27, 34, 48).

Humedad.....	81.00- 91.0%
Carbohidratos.....	6.00- 14.0%
Grasas.....	0.10%
Proteínas.....	0.10- 1.21%
Calcio.....	25.00- 40.0 mg.
Fósforo.....	39.00 mg.
Fierro.....	0.45 mg.
Carbonatos.....	0.08 mg.
Caroteno.....	0.02 mg.
Tiamina.....	0.01 mg.
Riboflavina.....	0.03 mg.
Niacina.....	0.20 - 0.4 mg.

Ac. ascórbico.....	13.50 - 42.00 mg
Cenizas.....	0.30 - 0.70 g.
Fibra cruda.....	2.85 - 5.55 g.

Además la tuna contiene pectina, protopectina, lignina, celulosa, pentosanas, ácidos orgánicos (9, 34) y proporciona 35 kcal/100 g. de tuna, más que la sandía y la fresa (27). En cuanto a acidez las tunas caen dentro de los alimentos no ácidos ya que presenta un pH que fluctúa entre 5.4 y 6.4 dependiendo del estado de madurez y variedad de la tuna (35, 48).

6. Enfermedades y plagas del nopal. En el nopal se han reportado las siguientes enfermedades (23, 34):

Manchas de la penca, debido a Alternaria sp.

Manchas pardas bacterianas ocasionadas por Bacterium sp.

Pudrición negra causada por un hongo parecido a Fusarium

Antracnosis, debido a Colletotrichum sp.

Se han reportado otros microorganismos causantes de enfermedades en el nopal como Capnodium sp. y Phoma sp., la actividad de estos microorganismos y de otros no reportados determina la aparición de alteraciones de tipo fisiológico en el nopal y sus frutos, lo que abate su producción y comerciabilidad, para prevenir estas anomalías es importante considerar las condiciones ambientales durante su cultivo, cosecha, transporte, almacenamiento y venta.

Las principales plagas que atacan al nopal son (7, 25, 34):

Picudo barrenador

Picudo cruzado del nopal

Picudo de las espigas

Chinche gris

Chinche roja
Gusano cebra
Gusano blanco
Cochinilla

Tratamientos empleados en post-cosecha para prolongar la vida de almacenamiento de frutas y vegetales en estado fresco

Se ha considerado que más del 20% de la totalidad de las frutas y verduras recolectadas para consumo humano se pierden a causa del deterioro microbiano que origina más de 250 alteraciones durante la fase de comercialización en el mercado (26).

En la actualidad se cuenta con varios métodos para tratar frutas y vegetales con miras a su conservación, todos ellos tienen como objetivos prevenir o retardar la descomposición microbiana, prevenir o retardar la autodescomposición de los alimentos y prevenir las alteraciones ocasionadas por los insectos, animales superiores y causas mecánicas. Los métodos empleados para tratar de combatir la actividad microbiana son también efectivos contra la acción enzimática y reacciones químicas (22). Estos métodos pueden emplearse solos o combinados, y entre los más importantes figuran:

1. Asepsia

En este tratamiento lo que se persigue es impedir que los microorganismos lleguen al alimento.

Las frutas, una vez cosechadas, son colocadas en rejillas, cajas, bolsas o cestos y están expuestas a contaminación microbiana del medio y organismos que pasan de una fruta alterada a otra; durante el transporte al mercado aumenta la susceptibilidad a las alteraciones pudiéndose iniciar el crecimiento microbiano; lo anterior se puede prevenir (de ningún modo evitar) si las cajas, rejillas, bolsas y cestos están prácticamente libres de microorganismos, para lo que deben ser lavados con detergente y desinfectados antes de utilizarse.

Entre los desinfectantes más empleados para ayudar a la

conservación de las frutas se encuentran los hipocloritos, bicarbonato sódico, bórax, propionatos, difenilos y o-difenilfenoles.

Es recomendable tratar el papel con el que suele envolverse la fruta con algunos de los desinfectantes citados o por lo menos desechar el papel entre empaque y empaque (22).

2. Hidrocalentamiento

El empleo de altas temperaturas en la conservación de alimentos se basa en su efecto destructivo sobre los microorganismos (26).

Los microorganismos presentes en la superficie de las frutas recién recolectadas comprenden no sólo la flora normal sino también contaminantes procedentes del suelo, aire y agua, por lo que es recomendable lavar las frutas una vez cosechadas y de esta forma eliminar los microorganismos, suciedad y restos de productos químicos venenosos empleados en tratamiento de precosecha (22).

El lavado se hace con agua a diferentes temperaturas sola o combinada con algún detergente, desinfectante como el cloro o con algún fungicida (35).

El hidrocalentamiento es muy utilizado y tiene como fin disminuir las infecciones latentes e incipientes, debido a que el agua penetra más profundamente que los productos químicos, originando que los organismos que se encuentran por debajo de la piel se inactiven, además se ha reportado que el agua caliente a ciertas temperaturas generalmente entre 48.9 - 60.0°C, resulta más dañina al microorganismo que al fruto. Se recomienda sumergir la fruta a una temperatura de 48.0 - 49.0°C. durante dos o tres minutos agitando para obtener mejores resultados, sin embargo, esta temperatura puede variar de una fruta a otra debido

a que cada una de ellas tiene una temperatura óptima de hidrocalentamiento (46).

La desventaja que ofrece este método es que carece de efecto residual, pero se puede contrarrestar este defecto añadiendo algún detergente o fungicida.

Cuando el agua empleada lo ha sido ya anteriormente, puede ser fuente de contaminación y el proceso de lavado, al humedecer la superficie de los frutos, facilita el crecimiento de microorganismos (22).

3. Preenfriamiento

Este tratamiento permite la eliminación rápida del calor del campo antes o después del empaque, como paso previo a la refrigeración, puede efectuarse con agua, aire o hielo (46).

4. Refrigeración

Las temperaturas bajas son empleadas para retardar las -- reacciones químicas, la acción de las enzimas y retardar o inhibir el crecimiento y actividad de los microorganismos que se encuentran en las frutas. Cuanto más baja sea la temperatura tanto más lentas serán las reacciones químicas, la actividad enzimática y el crecimiento microbiano. Cada fruta tiene una temperatura de refrigeración óptima, sin embargo, el tiempo de almacenamiento es limitado, puesto que incluso a temperaturas cercanas a la congelación, continúa la actividad metabólica (22).

La refrigeración tiene un efecto directo sobre la respiración del fruto debido a que se incrementa a medida que aumenta la temperatura y a medida que decrece la tempera-

tura baja la respiración hasta llegar al punto térmico mortal, en el cual cesa la respiración; la temperatura a la cual la velocidad de respiración sea mínima será la óptima.

La refrigeración, además de ser bastante cara, tiene la desventaja de ser perjudicial para ciertas frutas, sobre todo en aquellas que crecen en regiones cálidas, ocasionándoles daños por enfriamiento, como son la aparición de manchas oscuras en la superficie e interior de la fruta, mayor susceptibilidad a las infecciones, hundimientos de algunas porciones de la superficie, pérdida de la capacidad para madurar normalmente y reducción del valor nutritivo por degradación del ácido ascórbico (35).

5. Irradiación

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología reporta la irradiación como único tratamiento que ha demostrado buenos resultados para las infecciones establecidas en las frutas. Los rayos gama de alta energía penetran fácilmente ionizando algunos átomos y alterando estructuras de grandes moléculas, vitales para los microorganismos, provocándoles la muerte (46).

Los rayos gama son radiaciones electromagnéticas ampliamente usadas para irradiar alimentos por ser la forma más barata de obtener radiaciones (26).

Los efectos físicos y químicos que produce la radiación son mínimos y están relacionados directamente con las dosis aplicadas. Los cambios en los carbohidratos, lípidos, proteínas y en las enzimas son apenas perceptibles, no encontrándose hasta el momento evidencia de formación de productos tóxicos o cancerígenos; además los alimentos no sufren efectos nocivos, ni se tornan radiactivos, con ven

taja de que a dosis bajas producen menos pérdida de vitaminas que otros métodos de conservación como la deshidratación, refrigeración y congelación.

Otra ventaja que ofrece este método es que retarda la maduración de frutas y vegetales por dos o tres semanas más que las frutas testigo sin ningún cambio apreciable en el sabor y contenido (46).

Sin embargo, se ha reportado que a dosis de radiación suficientes para la eliminación de microorganismos se producen reacciones no deseables en el agua, proteínas y otros compuestos nitrogenados, lípidos y vitaminas del grupo B. Además, se han señalado otros efectos perjudiciales en frutas y vegetales irradiados como cambios de color, olor y sabor, así como ablandamiento de estos productos, causado por la degradación de la pectina y de la celulosa al ser irradiadas, que como se sabe son los polisacáridos estructurales de las plantas, por lo que su uso no es recomendable ni práctico para el agricultor. (22,26).

6. Películas cubrientes o protectoras. El uso de recubrimientos con cera, para aumentar la vida de almacenamiento de frutas en estado fresco, se ha venido practicando desde hace medio siglo y desde entonces se han reportado la eficacia y composición de diferentes tipos de emulsiones de cera en base a derivados del petróleo como parafinas, polietileno, o en base a cera de abejas, caña de azúcar, etc. con distintas concentraciones de sólidos y tamaños. Actualmente se ha mejorado su eficiencia mediante la incorporación de fungicidas, fitorreguladores de crecimiento, abrillantadores y colorantes artificiales (28).

Las películas protectoras son aplicadas a la superficie de varias frutas para reducir la pérdida de humedad conser-

vando el peso de la fruta y retardar los procesos metabólicos al disminuir el intercambio gaseoso entre el fruto y el medio que lo rodea, retardando de esta forma su madurez y por lo tanto la vida útil de las frutas dándoles además una magnífica presentación (46). --

Las películas cubrientes, no reducen la descomposición provocada por microorganismos, sino al contrario, pueden incrementar las infecciones por atrapamiento de esporas en los estomas y pequeñas heridas de la fruta; para reducir este problema es conveniente lavar la fruta antes del encerado o adicionar a la cera desinfectantes o bien germicidas (35).

El proceso de encerado se hace por inmersión de la fruta en la emulsión durante 20 - 30 segundos o por aspersión de la misma, no debe ser ni muy gruesa porque puede provocar la muerte del fruto, ni muy delgada porque no retarda la pérdida fisiológica de peso (46).

En el presente trabajo se utilizaron dos emulsiones de cera, una de ellas, llamada TAG de origen israelí y otra a base de cera de candelilla preparada en el Departametro de Química Orgánica de la División de Estudios Superiores de la Facultad de Química, la que presenta un aspecto lechoso, tiene un pH alrededor de 8.0, es estable bajo condiciones normales a temperatura ambiente, es frágil y resistente a la vez y es atóxica (14). *

El empleo de las emulsiones de cera de candelilla como tratamiento, a nivel comercial, para conservación de la fruta en estado fresco, se ha incrementado ultimamente en nuestro país gracias a que su fuente de obtención es una hierba silvestre perenne de la familia Euforbiáceae típica de las regiones áridas del norte de México y Texas. La *

mayor producción procede de México y asciende a más de 500 toneladas anuales entre los Edos. de Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Durango y Chihuahua, cotizándose a razón de \$ 18.00 por kilogramo y se emplean aproximadamente en el caso del limón 200 g. de cera de candelilla para tratar una tonelada de fruta, por lo que resulta ser un método sumamente económico (50).

7. Conservadores o preservativos

Los preservativos son definidos según Jacobs como aquellas sustancias químicas que se añaden a los alimentos con el fin primordial de retardar, detener, enmascarar o inhibir la descomposición, fermentación, inestabilidad, falta de turgencia, enranciamiento o cualquier otro cambio indeseable.

La mayoría de los preservativos son relativamente inoocuos, dependiendo de la dosis a que se usen, por lo que se han establecido límites de tolerancia para evitar que los alimentos sean adulterados. Un buen conservador debe reunir las siguientes características (12):

- Debe prevenir el crecimiento de organismos para retardar el deterioro del alimento.
- No debe ser perjudicial para la salud del consumidor.
- No debe disminuir la calidad del alimento.
- No debe ser sustituto de una completa limpieza.
- No debe transformarse en una sustancia más tóxica por acción de los procesos metabólicos.
- No debe hacerse uso indiscriminado de conservadores en alimentos que puedan preservarse satisfactoriamente sin ellos.

En los últimos años los preservativos han tenido gran de-

manda para conservación de frutas y vegetales, ya que poseen efecto residual, una vez aplicados, prolongando su vida útil de almacenamiento, son económicos y fáciles de aplicar. Los conservadores inhiben el crecimiento y actividad metabólica de los microorganismos alterando las membranas celulares, la actividad enzimática y sus mecanismos genéticos (22).

Los preservativos se clasifican generalmente de acuerdo con su uso como antioxidantes, estabilizadores, emulsificantes, humectantes, afirmadores, neutralizadores, bactericidas, fungicidas, etc.

Los preservativos empleados en el presente trabajo fueron los fungicidas que, dada su importancia, merecen capítulo aparte.

Fungicidas usados en agricultura para conservación de frutas y vegetales

1. Definición

Los fungicidas se definen como productos químicos que inhiben la germinación de las esporas o el crecimiento de los micelios sin destruir el cuerpo del hongo (12) y se aplican como preservativos para tratamiento de enfermedades de las plantas producidas por hongos y por extensión a las causadas por bacterias (33). Propiamente deben ser llamados fungistáticos, aunque existen conservadores orgánicos que actúan como verdaderos fungicidas eliminando los hongos aún después de manifestarse la enfermedad, reprimiendo o erradicando dicha enfermedad (4).

Existen muchos fungicidas llamados sistémicos que tienen la propiedad de pasar a través de la epidermis de las hojas, flores, tallos, raíces o semillas de las plantas incorporándose a la savia la cual los transporta a todas las partes de la planta, y más señaladamente a los órganos en crecimiento, dejándola envenenada para los microorganismos que se alimentan de ellos (1).

Las enfermedades que atacan a las plantas, frutas y vegetales son causadas generalmente por dos tipos de hongos denominados "mildius" y "oidium" ya sea que los parásitos germinen en el interior de los tejidos o bien que el parasitismo se manifieste más bien en el exterior de los tejidos de una manera superficial o penetrando escasamente; por tales motivos los tratamientos que se apliquen serán curativos o preservativos según el caso (1, 4).

Las enfermedades tipo mildius son causadas por hongos Omicetos y las de tipo oidium por Ascomicetos (33); existe

una apreciable especificidad en la acción de los fungicidas sobre determinado tipo de hongo, pero actualmente se sabe que esta especificidad es sólo cualitativa y no absoluta (12, 22).

Entre las principales enfermedades que atacan a las plantas, frutas y vegetales se pueden citar las siguientes: antracnosis, cáncer del tallo y fruto, marchitamiento, putrefacción o pudrición del fruto, roña del fruto, roya, tizones y fumaginas (24).

Puede presentarse el caso de un ataque simultáneo de dos o más parásitos que se combaten con sustancias terapéuticas de efectos opuestos, entonces es recomendable usar mezclas de fungicidas teniendo el cuidado de seleccionar aquellos que no presenten incompatibilidad, para impedir que por reacciones físicas y químicas se disminuya o anule su efecto (30).

2. Actividad biológica de los fungicidas

El mecanismo de acción de los fungicidas se conoce sólo parcialmente, sin embargo, sobre este aspecto existen varias teorías generales sobre la forma de penetración y la manera en que actúan sobre la célula, ya que en seguida que los fungicidas penetran en la membrana celular o en el citoplasma pueden actuar por diversos caminos para interrumpir las funciones vitales.

Se postula que el residuo insoluble en agua de los fungicidas pone en libertad lentamente algunas moléculas pasando al interior del hongo como alimento, acumulándose suficientes moléculas para envenenarlo.

Otra teoría postula que cuando un hongo crece, excreta -

sustancias en el medio, esas sustancias disuelven el compuesto fungicida o lo convierten en un compuesto soluble tóxico; según esta teoría el hongo desempeña un papel activo en la eliminación de sí mismo.

Teorías más modernas postulan que la actividad fisiológica de los fungicidas se debe a la precipitación de proteínas causada principalmente por la acción quelatante de los metales pesados; interferencia en los sistemas enzimáticos; antagonismo de metabolitos esenciales en la célula y reacciones de oxidación-reducción (12, 38).

3. Manera de emplear los fungicidas

Los fungicidas se aplican mediante dos sistemas; uso de producto químico tal cual, o bien utilizando el producto debidamente acondicionado en un vehículo adecuado. La forma de aplicación es por el método de pulverización o por el de espolvoreo; en el primero se emplean directamente sobre cultivos, en tanto que el segundo requiere de formulaciones especiales para que se usen directamente sobre los cultivos (4).

Para el buen uso de cualquier fungicida deben de tenerse en cuenta los siguientes factores: grado de finura, densidad, absorción, adherencia, fluidez, pH, humedad y compatibilidad (3).

4. Componentes de un fungicida

En toda formulación existen tres clases de componentes - (4):

- La materia o el principio activo contra la enfermedad que se trata de combatir.

- Disolventes y diluyentes que actúan como vehículos de la materia activa siendo inertes frente a los patógenos.
- Acondicionadores o coadyuvantes, sustancias que ayudan eficazmente al principio activo perfeccionando, e inclusive mejorando su propia acción; son inertes frente a los patógenos.

5. Clasificación de las formulaciones de fungicidas en base a su presentación y aplicación. Se clasifican de la siguiente forma (4):

	Polvos espolvoreables
FORMULACIONES	Polvos solubles
SOLIDAS	Polvos mojables
	Gránulos

FORMULACIONES	Solubles en agua
LIQUIDAS	Emulsionables

Polvos espolvoreables

En estos compuestos la materia activa se encuentra dispersada en un vehículo sólido inerte (talcos, arcillas, etc) Se les añaden ciertos coadyuvantes para tener una mejor formulación como agentes de fluidez y estabilizantes; en este tipo de fungicidas es muy importante que el tamaño de la partícula sea mínima para asegurar una mejor cobertura.

Polvos solubles

Son compuestos que vienen en forma de polvos y al agregarse al agua forman verdaderas soluciones, transparentes o translúcidas; para mejorar su efectividad se les añade

acondicionadores como adherentes y detergentes,

Polvos mojables

Estos compuestos se presentan en forma de polvo capaz de ser mojado y mantenerse en suspensión en el agua durante un tiempo más o menos largo, el principio activo se encuentra disperso en material inerte y es conveniente agregar agentes de suspensión, estabilizantes y humectantes.

Gránulos

Son formulaciones con aspecto arenoso más o menos fino que se aplican directamente a las plantas, frutas o al suelo.

Líquidos solubles

Estos compuestos están constituidos por un principio activo soluble en agua, por disolventes adecuados y acondicionadores para un mejor efecto.

Líquidos emulsionables

Son productos presentados en forma emulsionable que constan de un principio activo disuelto en un medio adecuado al que acompañan acondicionadores necesarios; su disolución en agua produce emulsiones formadas por finas gotitas en el agua y el conjunto posee un aspecto lechoso.

Esta clasificación de formulaciones no sólo es válida para los fungicidas sino también para cualquier producto plaguicida(4).

Los fungicidas, atendiendo a su composición química, se

dividen en fungicidas inorgánicos y fungicidas orgánicos. A continuación se describen brevemente sobre todo aquellos empleados en esta investigación.

6. Fungidas inorgánicos

Actualmente los fungicidas inorgánicos son usados en menor escala que los orgánicos por su elevada toxicidad y alto costo, sin embargo, siguen siendo utilizados en agricultura. Entre los más importantes se encuentran los siguientes:

a) Cobre

Este elemento y sus sales ocupan un lugar muy importante como fungicidas aunque su uso haya sido disminuido por el empleo de los fungicidas orgánicos (38).

La acción fungicida del cobre y sus sales no está bien aclarada; una teoría clásica postula que el cobre actúa provocando la coagulación del protoplasma celular causando la muerte de las esporas de los hongos; teorías modernas afirman que el cobre tiene capacidad de quelación sustituyendo así a otros metales esenciales para la vida celular y producir una intoxicación (4).

Entre las principales sales de cobre usadas como fungicidas se encuentra el sulfato de cobre, carbonato cúprico básico, óxido de cobre y el oxiclорuro de cobre (1, 4, 21), éste último se emplea en la presente investigación bajo el nombre de Gy-Cop-Extra 86 fungicida empleado contra numerosas enfermedades en frutales (10): es muy efectivo contra enfermedades de tipo mildius y bacterianas en frutas y se aplica

solo o combinado con algún fungicida orgánico como el Maneb o el Zineb (1, 33).

b) Azufre

El azufre es usado como fungicida desde hace más de un siglo y a pesar de haber sido desplazado por el cobre y fungicidas orgánicos sigue siendo considerado muy efectivo sobre todo en enfermedades tipo oidium (4, 33).

La manera de actuar del azufre no está completamente esclarecida, muchos investigadores oponan que los hongos y otros microorganismos oxidan el azufre aerobiamente a ácido pentatiónico $H_2S_5O_6$, cuya acción antibacteriana y fungicida no ha sido probada; otros productos de la oxidación son el anhídrido sulfuroso SO_2 y el ác. sulfúrico H_2SO_4 . Otra teoría postula que la acción fungistática se produce cuando el azufre es reducido a ác. sulfhídrico H_2S , se ha observado que en las zonas tratadas con azufre después de transcurridos 2 o 3 minutos desde el momento en que se inicia el contacto con las esporas, el azufre comienza a desprenderse en forma de H_2S . Otra teoría más moderna expone que el azufre atraviesa las capas externas de las esporas de los hongos y se incorporan a su metabolismo interfiriendo en los fenómenos respiratorios y metabólicos (4, 8, 12).

El azufre se utiliza en dos formulaciones: azufres mojables y azufres para espolvoreo, siendo de mayor aplicación los primeros debido a que se pueden mezclar con otros fungicidas orgánicos como el Maneb y el Zineb (1, 4).

c) Polisulfuros

Son compuestos empleados como fungicidas que están relacionados con el azufre, entre los más usados se encuentra el polisulfuro de calcio y el de bario, tienen acción fisiológica semejante a la del azufre; a las pocas horas de depositarse en la planta, el producto se descompone en azufre elemental y tiosulfato, éste último por descomposición progresiva, produce más azufre libre. Al igual que el azufre los polisulfuros son incompatibles con los aceites y el cobre si se aplican en temperaturas medianamente altas (35° C) y en atmósferas húmedas con secado lento, resultan ser fitotóxicos produciendo en los tejidos quemaduras o necrosis (1, 4, 30).

d) Mercurio

Este elemento es empleado como fungicida en forma de sales como el cloruro mercúrico y el bicloruro de mercurio. Como todos los metales pesados el mercurio afecta a algunas enzimas, como las amilasas y precipita a las proteínas por tener acción coagulante (1, -12).

e) Arseniatos

Los arseniatos más empleados son bajo la forma de sales de plomo y calcio; poseen una sensible efectividad sobre enfermedades en frutas, ayudando a la acción de otros fungicidas y endurecen la piel de las frutas haciéndola menos sensible a daños físicos. Son compuestos que tienen una elevada toxicidad (1, 4).

Existen otros muchos compuestos inorgánicos empleados co-

mo fungicidas tales como sales de níquel, de zinc, de cadmio, de plata, cromatos, fosfuros, derivados halógenados, etc. pero con poca aplicación en agricultura (1, 8, 21).

7. Fungicidas orgánicos

El empleo de fungicidas orgánicos se ha venido incrementando a partir de la Segunda Guerra Mundial, gracias a los numerosos ensayos que se han realizado en pleno campo, comprobándose que no provocan ningún efecto depresivo en la vegetación; por el contrario, la estimulan muy a menudo por lo que existe completa seguridad y confianza en su empleo (33); entre los productos orgánicos más importantes para el fruticultor y horticultor se tienen los siguientes:

a) Ditiocarbamatos

El grupo de los fungicidas ditiocarbámicos, es, sin lugar a duda, el más importante entre todos los productos químicos usados para el combate de enfermedades en plantas (38). Los ditiocarbamatos han demostrado bajos niveles de toxicidad (39). Estos compuestos presentan en común el grupo ditiocarbámico $H_2N-CS-SH$; se cree que actúan sobre los sistemas enzimáticos de los microorganismos provocando una acumulación de pirúvico que inhibe la germinación de esporas, además son activos frente al cobre y otros metales de sistemas enzimáticos por su capacidad para formar quelatos (4).

Los ditiocarbamatos se pueden dividir de la siguiente manera:

- Alquilditiocarbamatos. En estos compuestos el hidró

geno del grupo $-NH_2$ se sustituye por radicales alquilo, como ejemplo se puede mencionar el Dimetiliditiocarbamato(4).

- Etilen bisditiocarbamatos. Estos productos presentan en su formulación dos grupos ditiocarbámicos unidos por un puente de estileno $-CH_2-CH_2-$. Los etilenbisditiocarbamatos son considerados en la actualidad como los compuestos más fungistáticos y menos tóxicos que existen (4, 38), muy económicos y la mayoría de ellos están formulados para pulverización o espolvoreo (33). En el presente trabajo se utilizaron varios de estos derivados cuyas características, nombres químicos y comerciales se presentan a continuación:

.. Maneb (etilen-bis-ditiocarbamato de manganeso). Es el menos tóxico de los etilenbisditiocarbamatos (1), se descompone al calentar y en presencia de humedad dando sulfhídrico y otros productos como polisulfuros de tiuran y en ocasiones se forma sulfuro de cobre que da un color oscuro al producto en tratamiento resultando fitotóxico (4, 20). Es poco resistente a lluvias, es incompatible con productos alcalinos y muy efectivo contra mildius (1, 20). También se utilizó el Manzate (Etilen-bis-ditiocarbamato de manganeso al 80%) sinónimo del Maneb que tiene grandes propiedades de adherencia, dispersión y humectabilidad (5, 17).

.. Zineb (Etilen-bis ditiocarbamato de zinc). Es un compuesto empleado como bactericida y como fungicida, es inestable al calor, a la humedad y a la luz, pudiendo ser fitotóxico (20, 49), es incom-

patible con medios alcalinos, compuestos cuaternarios de amonio, derivados organomercurícos y sulfato de fierro (1). Es un fungicida muy efectivo contra enfermedades tipo mildius y muy poco en las de tipo oidium (1, 33).

Existen en el comercio sinónimos de Zineb como el Parzate (17) y el Sperlox-Z (37), ambos fueron utilizados en la presente investigación con el objeto de comparar la calidad de fabricación entre diferentes casas comerciales y determinar la concentración óptima.

- .. Dithane M-45 (Etilen-bisditiocarbamato de manganeso). Dithane M-45 es un fungicida con las siguientes propiedades: es inocuo en los cultivos, tiene amplio espectro de acción, no desarrolla resistencia, amplia compatibilidad con otros fungicidas, prolongado poder residual, es resistente a las lluvias y presenta efectos nutricionales en las plantas (40); no es compatible con productos alcalinos (1) y es combinable con el Zineb formando una mezcla muy efectiva (32). Un fungicida sinónimo al Dithane M-45 es el Gy-Zn 80 con el que también se trabajó (10).

- Disulfuros de tiuram. Son compuestos químicos usados como fungicidas que presentan dos grupos ditiocarbámicos unidos por sus azufres terminales y presentan los hidrógenos de los grupos $-NH_2$ sustituidos por radicales alquilo; estos compuestos no son muy utilizados (4).

b) Derivados imídicos. Son compuestos caracterizados por la presencia del grupo funcional N-S-R. La presencia

del átomo de azufre en estos compuestos es imprescindible pues las imidas por sí solas no tienen acción fungicida. La manera de actuar de estos fungicidas se cree que es debido a que actúan sobre la coenzima A, interfiriendo con el mecanismo respiratorio, interrumpiendo el ciclo de Krebs y provocando acumulación de hidratos de carbono y de pirúvico (4). Los fungicidas imídicos usados en este trabajo fueron:

- Captan o Cis - N ((triclorometil) tio) - 4-ciclohexano- 1,2 -dicarboximida. Es un fungicida insoluble en agua, erradicante, inestable en presencia de productos alcalinos, puede combinarse con Maneb (20), puede ser fitotóxico (49) y es muy activo en enfermedades mildius (1, 33). El Captan es considerado como producto estándar para tratamiento de furtales por su amplio espectro de acción y su buen efecto sobre el acabado de las frutas (4).
 - Difolatan o Captafol o Cis-N- ((1,1,2,2,-tetracloro etil)tio)-4-ciclohexano- 1,2-dicarboximida. Compuesto insoluble en agua, incompatible con otros fungicidas o productos alcalinos (49), es erradicante (20) presenta gran poder contra mildius (1); es inocuo a los seres humanos, animales superiores y plantas, pues inclusive a dosis elevadas no causa daño alguno a la vegetación (4).
- c) Fungicidas de heterociclo pentagonal (tiazol, imidazol, isoxazol, triazol y pirazol). Todos ellos tienen como característica principal ser fungicidas sistemáticos y ser muy efectivos contra oidium (4, 38). Dentro de este grupo se encuentra el Benlate o Benomil y el Tiabendazol empleados en este trabajo y a continuación se mencionan sus principales propiedades:

- Benlate o Metil-1-(butilcarbamoil)-2-benzimidazol-carbamato. Es un fungicida sistémico de baja toxicidad, que presenta gran poder residual (19, 32) y un amplio rango de acción en enfermedades causadas por hongos en fruta encerada y almacenada (5, 17).
 - Tiabendazol o 2-(4'-triazolin)-bencimidazol. Es un fungicida sistémico, preservativo y curativo (1, 20) activo sobre enfermedades tipo oidium (4), muy efectivo en tratamientos de precosecha en frutas (32) y según datos reportados muy útil contra Penicillium sp. (20).
- d) Fungicidas de heterociclo hexagonal como derivados de quininas, piridina y quinolinas como la 8-hidroxiquinolina. La acción fisiológica de estos derivados como fungicidas, se atribuye a la capacidad que poseen de quelar microelementos metabólicos, existen pruebas de que las quinonas inmovilizan el grupo sulfhidrilo y el imino prostético de las enzimas (4, 12); de estos derivados se utilizó el Dyrene y el SaproI.
- Dyrene o 4, 6-Dicloro-N-(2-clorofenil)-1,3,5-triazin-2-amina. Este fungicida es un derivado de la anilina y es utilizado contra enfermedades de las frutas y follaje (5).
 - SaproI o Triforine o N, N'-(1, 4-piperazinedil-bis(2,2,2-tricloroetilidina)) bis-(formamida). Es un fungicida sistémico(31), curativo, fácilmente absorbido por los tejidos vegetales y con amplio espectro de acción (10, 20).
- e) Guanidfn. derivados. El fungicida derivado de la guanidina empleado en este trabajo fué el Melprex o Dodi

ne (acetato de dodecilguinidina); es un fungicida estable en medios ligeramente alcalinos o ácidos (1), tiene acción penetrante, lo que prolonga su acción residual, se adhiere fácilmente al tejido vegetal, es útil para proteger la fruta almacenada (15), es incompatible con emulsiones aceitosas, se combina con la mayoría de los fungicidas y productos no alcalinos, actualmente se ha empleado combinado con Captan y Zineb dando buenos resultados pues de esta forma se disminuye la dosis de Melpres resultando menos fitotóxico y su cualidad más relevante es su capacidad de erradicar infecciones ya implantadas, por lo que se le considera curativo, poco se conoce sobre su forma de acción (1, 4).

En esta investigación se trabajó con un fungicida antibiótico denominado Kasumin o Hidrocloruro de Kasugamicin, empleado en tratamientos de frutas por ser sistémico (19, 31). Por último se utilizó Vanodine, fungicida y bactericida atóxico derivado yodado cuya fórmula y síntesis se encuentran patentados, es un fungicida de amplio rango de acción, tiene poder residual, acción inmediata, gran estabilidad, es sistémico y no es fitotóxico empleándose a las dosis recomendadas; se usa como fungicida en tratamientos de postcosecha en frutas (36).

Existen muchos fungicidas orgánicos como ács. carboxílicos, benceno, formaldehído, derivados cuaternarios de amonio, dinitrofenil derivados, derivados organomercúricos, polichlorobencenos, polichlorofenoles, etc., todos ellos de menor aplicación en agricultura (8, 21, 31).

CAPITULO IV

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se dividió en 5 etapas:

- I. Para el desarrollo de esta primera etapa se contó con 20 rejas de tuna blanca sin espinas (Opuntia sp.), con un total de aproximadamente 3,000 tunas, seleccionadas en la Asociación Nacional de Productores de Tuna en San Martín de las Pirámides, Edo. de México. Los frutos seleccionados en condiciones no asépticas, presentaban en general buen aspecto, un tono verde uniforme y un estado de madurez de paroximadamente tres cuartos.

Esta primera etapa se dividió a su vez en tres fases:

- A. Pruebas preliminares o de tanteo con el objeto de establecer una relación entre el número de microorganismos en la tuna y los posibles microorganismos introducidos por los diferentes tratamientos a que se sometió la tuna, para tal efecto se procedió a cunatificar el número de microorganismos presentes en algunos de los productos empleados por el método de dilución en los medios de gelosa-triptona-glucosa y Sabouraud, las diluciones empleados fueron de 10^{-1} - 10^{-7} por triplicado.

Descripción de las muestras analizadas

1. Agua natural a 54°C. para tratamiento de tunas.
2. Agua natural a 54°C. más fungicida para tratamiento de tunas.
3. Agua natural a 54°C. después de haber sumergido 6 rejas de tunas, aproximadamente con 175 tunas cada una.
4. Agua natural a 54°C. más fungicida después de efectuar el lavado a varias rejas de tuna
5. Agua procedente del lavado de 10 tunas testigo --

(tunas sin ningún tratamiento), partiendo inicialmente de agua destilada estéril.

- B. Determinación del tratamiento más efectivo para conservar la tuna; ésta evaluación se hizo mediante la cuantificación de bacterias y hongos presentes en la superficie y en los extractos de cáscara y pulpa de tuna y por observación de daños desarrollados en las tunas sometidas a diferentes tratamientos y almacenadas durante 36 días a una temperatura de $20^{\circ}\text{C.} \pm 2$. y 80% de humedad relativa, así como en tunas sin ningún tratamiento a tiempo '0' y 36 días de almacenamiento en las condiciones antes mencionadas.

La determinación del número de microorganismos presentes en la superficie de la tuna se efectuó de la siguiente forma:

Se tomaron 10 tunas al azar de cada lote con guantes estériles y se colocaban en bolsas de papel para ser transportadas al laboratorio, en donde se trabajó en el cuarto estéril de la siguiente manera: cada tuna se raspó con un bisturí estéril con el objeto de arrastrar todos los microorganismos superficiales enjuagando cada tuna con 10 ml de agua destilada estéril, la cual se recibía en un vaso de precipitado estéril y de esta forma se contó con muestras de 100 ml finalmente se hicieron diluciones de 10^{-1} - 10^{-6} por triplicado en los medios de Czapek, gelosa-extracto de tuna, gelosa-extracto de tuna-rosa de bengala-estreptomicina, gelosa-triptona-glucosa, Sabouraud y Sabouraud-rosa de bengala-estreptomicina. Se incubó a 28°C. y se hicieron lecturas y observaciones cada 24 horas.

El número de microorganismos presentes en la cáscara

de la tuna se determinó por cuenta indirecta en placa. Las muestras de tunas fueron tomadas de la forma descrita anteriormente. En el laboratorio se enjuagaban las 10 tunas de cada lote con agua y detergente común y en el cuarto estéril se enjuagaban varias veces con agua destilada estéril, con el fin de eliminar los microorganismos superficiales; se cortó la cáscara con un bisturí estéril tomando cáscara del cuerpo del fruto, del pedúnculo y del extremo floral se pesaron 10 g. de cáscara y se homogeneizaron en una licuadora cuyo vaso estaba estéril agregando 90 ml de agua petonada estéril y se dejó moler no más de 2 minutos, por último, se hicieron diluciones de 10^{-1} - 10^{-6} por triplicado en los medios citados anteriormente, se incubó a 28°C. y utilizando el cuenta-colonias se hicieron lectas a las 24 h. y 48 hrs. en el caso de cuantificación de bacterias y los hongos se contaron después de 5 días de incubación.

Se prepararon varias cajas de Petri únicamente con el medio de cultivo para patrón de comparación.

En la cuantificación de microorganismos presentes en la pulpa de la tuna se siguió la misma metodología que para la cáscara (13, 45).

Para ello, las tunas, se dividieron en 9 lotes y se sometieron a los siguientes tratamientos:

- T: Tunas sin tratamiento.
- TC: Tunas lavadas con agua caliente a 54°C por 5 minutos.
- TCF: Tunas lavadas con agua caliente a 54°C. más Captan por 5 minutos.
- TAG: Tunas lavadas con agua caliente a 54°C. durante

5 min. más la emulsión TAG.

TAGF: Tunas lavadas con agua caliente a 54°C por 5 min. más Captan, más la emulsión TAG.

170: Tunas lavadas con agua caliente a 54°C. durante 5 min. más la emulsión 170.

170F: Tunas lavadas con agua caliente a 54°C. por 5 min. más Captan, más la emulsión 170.

170TBZ Tunas lavadas con agua caliente a 54°C. por 5 min. más Tiabendazol más la emulsión 170.

170TBZF Tunas lavadas con agua caliente a 54°C. por 5 min. más Captan, más Tiabendazol, más la emulsión 170.

Posteriormente se empacaron en rejas (no asépticas) cubiertas con papel de estraza y se transportaron a la Facultad de Química en donde se almacenaron a una temperatura de 20°C. \pm 2. y 80% de humedad relativa durante 36 días.

- C. Aislamiento directo de las zonas dañadas de las tunas almacenadas en los siguientes medios: gelosa-extracto de tuna, gelosa-triptona-glucosa, gelosa-sulfito, Sabouraud-rosa de bengala-estreptomycina y soya-triptica.

Para efectuar el aislamiento de los posibles organismos causales, se llevó a cabo la siguiente metodología (43):

1. Lavar las tunas con detergente común.
2. Enjuagar con agua destilada estéril.
3. Lavar con cloruro mercúrico.
4. Enjuagar con agua destilada estéril varias veces.
5. Tomar un sacabocado.
6. Macerar con agua destilada estéril en una caja de

Petri estéril.

7. Sembrar por triplicado y por el método de agotamiento en los medios ya mencionados.

El aislamiento en caja de Petri por agotamiento, consiste en lo siguiente: con un lápiz grueso se traza una línea a la mitad de la parte inferior de la caja de Petri que ya tiene el medio, una de estas partes, se divide nuevamente a la mitad. Con el asa de cultivo previamente esterilizada y enfriada, se toma un poco de la mezcla de microorganismos y se traza una serie de estrías paralelas en la caja empezando en la sección más grande; al llegar al centro de la caja se hace un giro de 90° y se siembra perpendicularmente a las primeras estrías hasta llegar nuevamente al centro de la caja; se giran otros 90° y se siembra por estrías oblicuas con respecto a las dos anteriores. Se debe tener las precauciones de no cruzar ni tocar ninguna estría previamente sembrada, ni introducir el alambre dentro del medio de cultivo (42).

- II. En la segunda etapa se utilizaron 540 tunas blancas (*Opuntia* sp.) sin espinas y en estado sazón, cosechadas en huertas comerciales de San Martín de las Pirámides, Edo. de México, fueron transportadas al laboratorio en donde se dividieron en lotes de 10 frutos, empleándose tres de estos lotes para cada tratamiento. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

T₀: Sin tratamiento

T₁: Agua caliente a 54°C . por 5 min.

T₂: Agua caliente a 54°C . por 5 min. más Benlate 50 g/100 l.

T₃: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Captan 250 g./100 l.

- T₄: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Difolatan 400 g /100 l.
- T₅: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Dithane M-45 240 g./100 l.
- T₆: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Dyrene 250 g. 100 l.
- T₇: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Gy-Cop-Extra 86 625 g./100 l.
- T₈: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Gy-Zn 80 240g/ 100 l.
- T₉: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Kasumin 2 1/100 l.
- T₁₀: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Maneb 240 g./ 100 l.
- T₁₁: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Manzate-D 210 g /100 l.
- T₁₂: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Melprex 95 g./ 100 l.
- T₁₃: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Parzate 150 g./ 100 l.
- T₁₄: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Zineb 150 g./ 100 l.
- T₁₅: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Sapro1 125 g./ 100 l.
- T₁₆: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Sperlox-Z 255 g /100 l.
- T₁₇: Agua caliente a 54°C por 5 min. más Vanodine 500 ml /100 l.

NOTA: Las dosis de fungicidas utilizadas corresponden a aquellas recomendadas por las diferentes casas comerciales.

A continuación las frutas tratadas fueron almacenadas a 20°C. y 80% de humedad relativa. Se hicieron observacio-

nes periódicas de los daños ocasionados por microorganismos, por fungicidas, cambios de color y se determinó la mayor efectividad inmediata y residual.

III. En la tercera etapa del experimento se programó un estudio químico de bacterias y hongos aislados de la tuna que causan daños en el fruto, para lo que se utilizaron 440 tunas sin espinas en estado sazón y se dividieron en 8 lotes de 55 frutos cada uno, 7 de ellos se trataron de la siguiente manera:

Cada lote fué sumergido en agua contaminada con una mezcla de microorganismos procedentes del aislamiento de tunas enfermas. La inmersión se efectuó por un período de 5 min. y se dejaron secar de 16 a 18 hrs. con objeto de que la flora microbiana inoculada se estableciera en el fruto, después, cada lote se dividió en 18 grupos de 3 tunas y estos se sometieron a los tratamientos descritos en la segunda etapa y se almacenaron a 20°C. y 80% de humedad relativa por un período de 15 días durante los cuales se observó la aparición de alteraciones específicas así como de otros daños.

Las mezclas de microorganismos empleadas fueron las siguientes:

1. Tunas sin inocular (testigo).
2. 15 hongos y 1 bacteria aislados de las manchas morenas del cuerpo.
3. 6 hongos, 11 bacterias y 3 levaduras procedentes de las manchas morenas del tallo.
4. 9 hongos, 14 bacterias y 2 levaduras aisladas de la pudrición suave.
5. 2 hongos, 13 bacterias y 3 levaduras procedentes de las manchas blanquecinas en estado inicial.

6. 4 hongos, 13 bacterias y 3 levaduras aisladas de las manchas blanquecinas en estado avanzado.
 7. 15 hongos, 14 bacterias y 3 levaduras aisladas de la pudrición suave en estado avanzado (reinfeción).
 8. Penicillium sp. hongo aislado de todas las enfermedades por lo que se inoculó en forma separada.
- IV. Se realizaron pruebas de patogenicidad con 131 cepas aisladas en tunas sanas sin espinas, previamente desinfectadas con alcohol al 70% y enjuagadas con abundante agua destilada estéril. Para inocular las tunas se dividieron en dos secciones longitudinales, en ambas se marcaron, con bisturí estéril, dos cuadros de aproximadamente 1 cm. dos en la parte superior del fruto, y dos en la inferior. En los dos cuadros de una sección se introdujo un volumen pequeño de inóculo por debajo del epicarpio con una jeringa y en las áreas de la otra sección se inoculó la suspensión de cada uno de los microorganismos por medio de un hisopo (43). Estas pruebas se hicieron por triplicado y se incubó a temperatura ambiente por 7 días durante los que se hicieron observaciones cada 24 horas. Cuando apareció el daño esperado se procedió al aislamiento y comprobación de que el organismo causante fué el inoculado.
- V. Esta etapa se efectuó en colaboración con la Comisión Nacional de Fruticultura y se dividió en dos fases:
- A. Se aplicaron 9 tratamientos a nivel comercial y de ellos se llevó un control microbiológico observándose la aparición de daños microbiológicos a diferentes periodos de almacenamiento; para tal objeto se emplearon 7,170 tunas blancas (Opuntia sp.) sin espinas, debido a que en estudios anteriores se ha establecido que el uso de tunas con espinas no ofrece ventajas comerciales (35). Las tunas se clasificaron en

base al color que presentaron 3,376 tunas en estado sazón (verdes) y 3,744 tunas maduras (amarillas), luego se agruparon en 9 lotes de tunas verdes y 9 de tunas amarillas con el objeto de utilizar un lote de tunas en estado sazón y otro en estado maduro para todos los tratamientos y de esta forma establecer las ventajas de emplear tunas en un estado o en otro.

16 lotes (8 verdes y 8 amarillos) se trataron con agua caliente por 5 min. y 2 lotes (uno verde y otro amarillo) se hidrocalentaron sólo por un minuto. La mitad de los lotes fueron encerados y los otros se usaron como testigos, posteriormente todos fueron -- almacenados en condiciones de humedad de un 75% -- aproximadamente y a diferentes temperaturas de refrigeración con el fin de encontrar la temperatura ideal para conservación de la tuna con cera de candelilla.

Los tratamientos que se aplicaron fueron los siguientes:

1. 4°C. T. 2 lotes de tunas hidrocalentadas y almacenadas a 4°C.
2. 4°C. T. + C. 2 lotes de tunas hidrocalentadas, enceradas y almacenadas a 4°C.
3. 8°C. T. 2 lotes de tunas hidrocalentadas y almacenadas a 8°C.
4. 8°C. T. + C. 2 lotes de tunas hidrocalentadas, enceradas y almacenadas a 8°C.
5. 12°C. T. 2 lotes de tunas hidrocalentadas y almacenadas a 12°C.
6. 12°C. T. + C. 2 lotes de tunas hidrocalentadas, enceradas y almacenadas a 12°C.
7. 14°C. T. 2 lotes de tunas hidrocalentadas y alma-

cenadas a 14°C.

8. 14°C. T. + C. 2 lotes de tunas hidrocalentadas, en ceradas y almacenadas a 14°C.
 9. 14°C. T' + C. 2 lotes de tunas hidrocalentadas por un minuto, enceradas y almacenadas a 14°C.
- B. En base a los resultados obtenidos en las etapas II y III del experimento a nivel laboratorio, se seleccionaron aquellos fungicidas con los que se obtuvo una mejor respuesta y se procedió a aplicarlos en tratamientos de la tuna con cera de candelilla, a nivel comercial, utilizando las dosis antes citadas.

Para esto se emplearon 5,170 tunas blancas sin espinas, en diferentes estados de madurez, procedentes de San Martín de las Pirámides, Edo. de México. El experimento se realizó en la CONAFRUT.

El método empleado fué el hidrocalentamiento a 54°C. durante 5 minutos. más los fungicidas seleccionados y que se aplicaron por separado o en mezclas, previo al encerado. Las condiciones de almacenamiento fueron a temperatura ambiente y un 75% de humedad relativa -- aproximadamente.

Los tratamientos a los que se sometieron 39 lotes de tunas fueron los siguientes:

1. Agua caliente a 54°C por 5 min. más Gy-Zn 80, previo al encerado.
2. Agua caliente a 54°C por 5 min. más Sperlox-Z, previo al encerado.
3. Agua caliente a 54°C. por 5 min. más Gy-Zn 80 más Maneb, previo al encerado.
4. Agua caliente a 54°C por 5 min. más Gy-Zn 80 más

- Melprex, previo al encerado
5. Agua caliente a 54°C por 5 min. más Gy-Zn 80 más Parzate, previo al encerado.
 6. Hidrocalentamiento a 54°C por 5 min. previo al encerado con la emulsión adicionada con Benlate.
 7. Agua caliente a 54°C por 5 min. más Sperlox-Z más Maneb, previo al encerado.
 8. Agua caliente a 54°C por 5 min. más Sperlox-Z más Melprex, previo al encerado.
 9. Agua caliente a 54°C. por 5 min. más Sperlox-Z más Parzate, previo al encerado.
 10. Agua caliente a 54°C. por 5 min. más Sperlox-Z, previo al encerado con la emulsión adicionada con Benlate.
 11. Agua caliente a 54°C por 5 min. más Gy-Zn 80, previo al encerado con la emulsión adicionada con Benlate.
 12. Hidrocalentamiento a 54°C durante 5 min.
 13. Hidrocalentamiento a 54°C durante 5 min. más en-
cerado.
 14. Testigos.

Periódicamente se hicieron clasificaciones con el objeto de observar los deterioros que se pudieran manifestar tanto en los tratamientos almacenados a diferentes temperaturas de refrigeración como en los tratamientos a base de fungicidas. Esta clasificación se hizo de la siguiente manera: los lotes de tunas son llevados tratamiento por tratamiento a un cuarto adjunto a las cámaras de refrigeración, el cual está provisto de mesas sobre las que se coloca papel de envoltura que se cambia al finalizar la clasificación de cada tratamiento. Sobre el papel se colocan las tunas de cada lote en grupos de 20 tunas cada uno, se observaron periódicamente una por una y se

agruparon de acuerdo con los daños que presentaron para facilitar la cuenta.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Resultados y discusión de la etapa I.

En la tabla núm. 1 se observa el gran número de microorganismos presentes en el agua natural caliente y el aumento de microorganismos después de efectuar el lavado, ya que esta cifra corresponde a la suma de microorganismos del agua y de aquellos que fueron arrastrados de la superficie de la tuna. Al agregar el fungicida se aprecia la eliminación total de bacterias y disminución del número de hongos. También se observa que el número de bacterias presentes en el agua esteril, procedente del lavado de 10 tunas recién cosechadas y sin ningún tratamiento, resultó menor que el número de bacterias en el agua caliente más fungicida procedente del lavado de 6 rejas de tuna.

En la tabla núm. 2 se presentan los resultados de la cuantificación de bacterias y hongos en tunas vendibles sometidas a los tratamientos antes mencionados y almacenadas durante 36 días así como de tunas sin ningún tratamiento a tiempo '0' y después de 36 días de almacenamiento. Los resultados expuestos indican que los tratamientos más efectivos respecto a bacterias y hongos en la superficie de la tuna (columna 1 y 4) son TCF y 170F ya que reprimieron el desarrollo de microorganismos y se obtuvieron cuantificaciones menores con respecto al testigo y a los tratamientos almacenados y similares a los registrados al tiempo '0'.

La cuantificación de bacterias y hongos en el extracto de la cáscara de tuna (columna 2 y 5) indica que los mejores tratamientos son el TCF, TAG y 170; en el extracto de pulpa se registró en todos los casos disminución de la microflora; no se observaron cambios en el aspecto del fruto hasta el momento en que se efectuó la cuanti-

T A B L A N U M . 1

CUANTIFICACION DE BACTERIAS Y HONGOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA
UTILIZADAS PARA EL LAVADO DE LA TUNA

M U E S T R A	NUM. DE BACTERIAS/100 ML. DE AGUA EN EL ME- DIO GELOSA-TRIPTONA- GLUCOSA	NUM. DE HONGOS/ 100 ML. DE AGUA EN EL MEDIO DE SABOURAUD
1. Agua natural a 54°C para tra- tamiento de tu- nas	26,600 millones	12,300 millones
2. Agua natural a 54°C más fungi- cida para tra- tamiento de tu- nas	0	6 millones
3. Agua natural a 54°C después - de haber sumer- gido 6 rejas - de tunas	115,000 millones	650 millones
4. Agua natural a 54°C más fungi- cida después - de efectuar - el lavado a va- rias rejas	61 millones	138 millones
5. Agua resultan- te del lavado de 10 tunas -- testigo con -- agua destilada estéril	1 millón	1,700 millones

CUANTIFICACION DE BACTERIAS Y HONGOS EN TUNAS TRATADAS Y ALMACENADAS

TRATAMIENTO	NUM. DE BACTERIAS EN GELOSA-TRIPTONA-GLUCOSA			NUM. DE HONGOS EN SABOURAUD-ROSA DE BENGALA-ESTROPTOMICIA		
	POR FRUTO SUPERFICIE	POR 10 G.		POR FRUTO SUPERFICIE	POR 10 G.	
		CASCARA	P U L P A		CASCARA	P U L P A
T tiempo 0	1.6 millones	140.0 millones	0.5 millones	2.2 millones	9.0 millones	0.1 millones
T tiempo 36	10.7 millones	13.0 millones	-----	1.3 millones	4.0 millones	5.5 millones
TC	46.5 millones	6.1 millones	-----	1.6 millones	3.7 millones	0.1 millones
TCF	2.5 millones	0.7 millones	0.1 millones	0.1 millones	0.6 millones	0.1 millones
TAG	7.5 millones	1.6 millones	0.4 millones	2.4 millones	1.9 millones	1.1 millones
TAGF	31.0 millones	260.0 millones	-----	0.06 millones	36.5 millones	0.2 millones
170	9.2 millones	1.9 millones	0.6 millones	0.2 millones	2.2 millones	-----
170 F	1.6 millones	18.5 millones	0.1 millones	0.2 millones	6.0 millones	0.5 millones
170TBZ	31.0 millones	218.0 millones	0.5 millones	2.2 millones	24.0 millones	0.1 millones
170TBZF	390.0 millones	17.3 millones	0.4 millones	6.0 millones	2.6 millones	0.2 millones
	1	2	3	4	5	6

ficación.

B. Resultados y discusión de la etapa II

En la tabla núm. 3 se presentan los resultados en el testigo de los daños que se presentaron con mayor incidencia y que corresponden a las manchas morenas en el cuerpo del fruto y a la pudrición blanda del pedúnculo causadas por hongos, así como alteraciones producidas por los mismos fungicidas (ver figura 1), y se observa que a los 5 días de almacenamiento el Gy-Zn 80 (T_8) resultó el más efectivo en el control de ambos problemas y que su actividad declinó a medida que aumentó el período de almacenamiento; los frutos a los 10 días de almacenamiento presentaron características excelentes ya que si bien se registraron daños, estos se encontraban en estado inicial; en cambio a los 15 días, más del 50% de las tunas presentaban ambas alteraciones y en estado más avanzado (ver figura 2).

Los tratamientos con Parzate y Zineb impidieron la aparición de las manchas morenas en el cuerpo del fruto a los 5 días de almacenamiento, pero resultaron con poco poder residual. Los tratamientos con Benlate, Dyrene y Maneb, (T_2 , T_6 , T_{10}) fueron los menos fitotóxicos.

Los tratamientos de mayor efectividad resultaron ser -- aquellos en donde se utilizó Manzate (T_{11}), Maneb (T_{10}), y Saprol (T_{15}) con los que se obtuvo un incremento de frutas sanas con respecto al testigo de 26, 15 y 11% respectivamente (ver figura 3). Es de hacer notar que el Vanodine combate los dos tipos de enfermedades de manera eficiente pero da mal aspecto al fruto por lo que no es recomendable.

EFFECTO DE LA APLICACION DE FUNGICIDAS EN LOS DAÑOS CAUSADOS POR MICROORGANISMOS Y POR LOS PRODUCTOS EMPLEADOS EN LA TUNA

TRATAMIENTO	NUM. DE TUNAS CON LOS SIGUIENTES DAÑOS (base 30 tunas tratadas)								MANCHAS POR FUNGICIDAS	% DE FRUTAS DAÑADAS	% DE FRUTAS SANAS
	MANCHAS MORENAS EN EL CUERPO ; PUDRICION SUAVE EN EL PEDUNCULO										
	DIAS				DE ALMACENAMIENTO						
	5	10	15	20	5	10	15	20			
T ₁	23	25	26	26	18	23	26	26	0	86	14
T ₂	12	20	25	25	15	20	20	25	10	83	17
T ₃	10	17	25	25	15	20	22	25	12	83	17
T ₄	17	20	22	25	20	22	22	22	10	76	24
T ₅	10	12	22	25	20	20	20	22	15	76	24
T ₆	7	12	22	25	15	20	25	25	10	83	17
T ₇	17	22	22	25	20	22	22	22	12	76	24
T ₈	5	15	20	25	10	20	22	22	12	76	24
T ₉	10	17	22	25	17	20	25	25	20	83	17
T ₁₀	12	15	22	25	15	20	20	20	10	75	25
T ₁₁	15	15	20	22	17	17	22	22	12	71	29
T ₁₂	7	20	25	25	17	22	25	25	20	83	17
T ₁₃	5	15	17	25	15	20	22	22	15	76	24
T ₁₄	5	20	22	25	15	17	22	22	15	76	24
T ₁₅	7	12	20	25	12	12	20	20	12	75	25
T ₁₆	7	12	17	20	12	12	17	17	12	60	40
T ₁₇	5	17	17	22	17	20	20	20	20	70	30

Fig. No. 1 EFECTO DE 16 FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE MANCHAS MORENAS Y PUDRICION EN EL PEDUNCULO DE LA TUNA Y ALTERACIONES CAUSADAS POR LOS FUNGICIDAS EMPLEADOS.

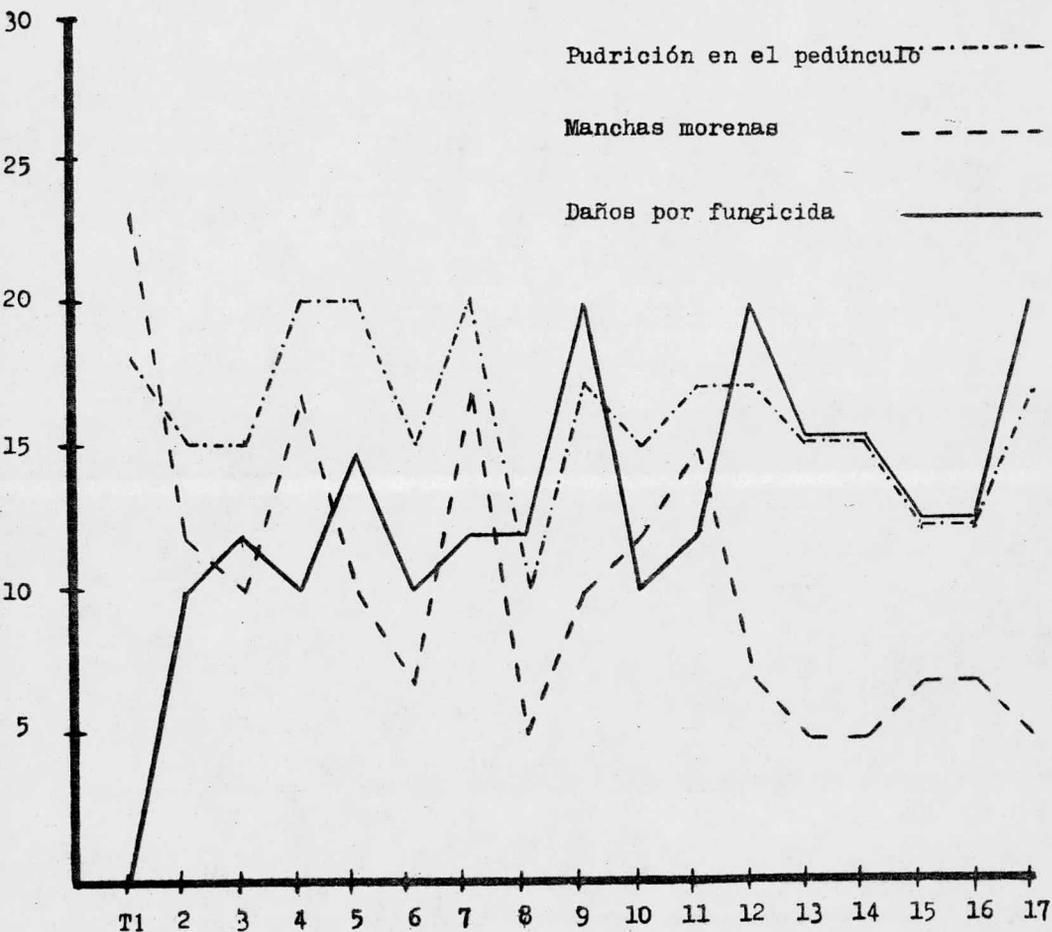


Fig. No. 2 EFECTO DE 16 FUNGICIDAS EN LA CONSERVACION DE LA TUNA A DIFERENTES PERIODOS DE ALMACENAMIENTO.

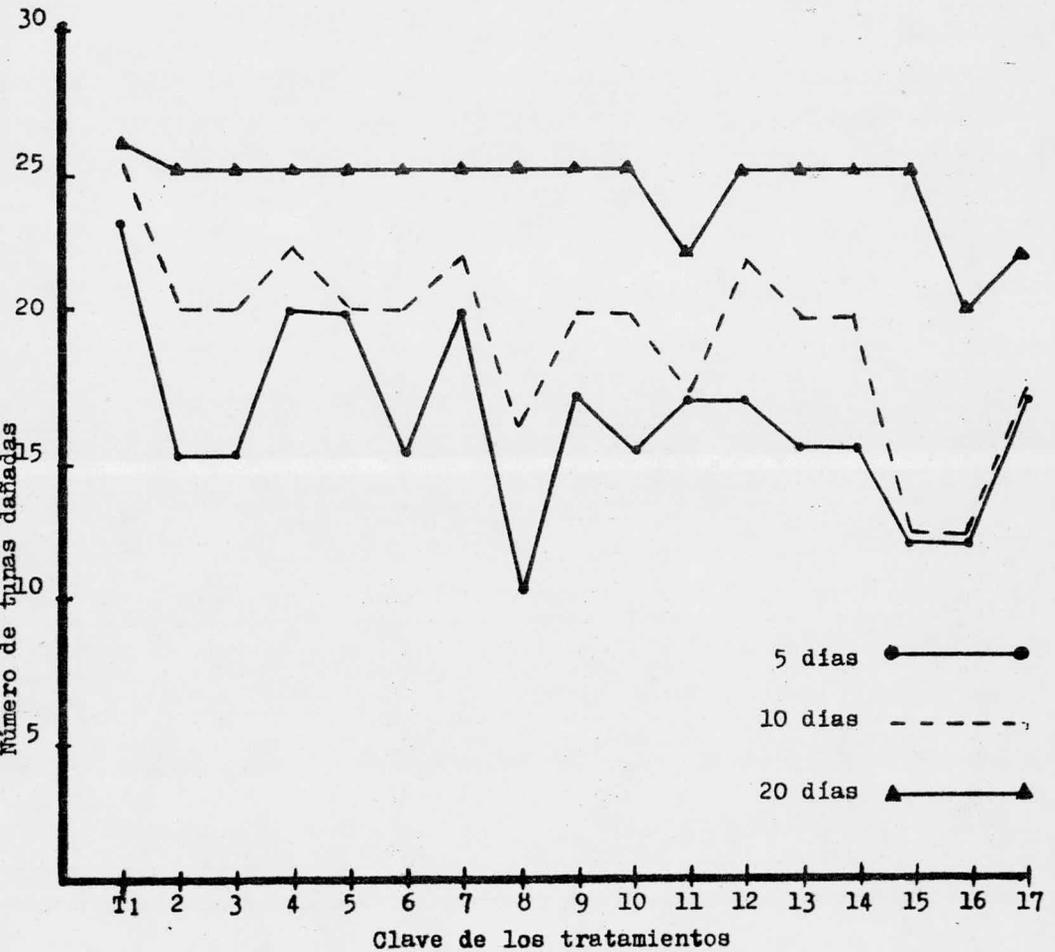
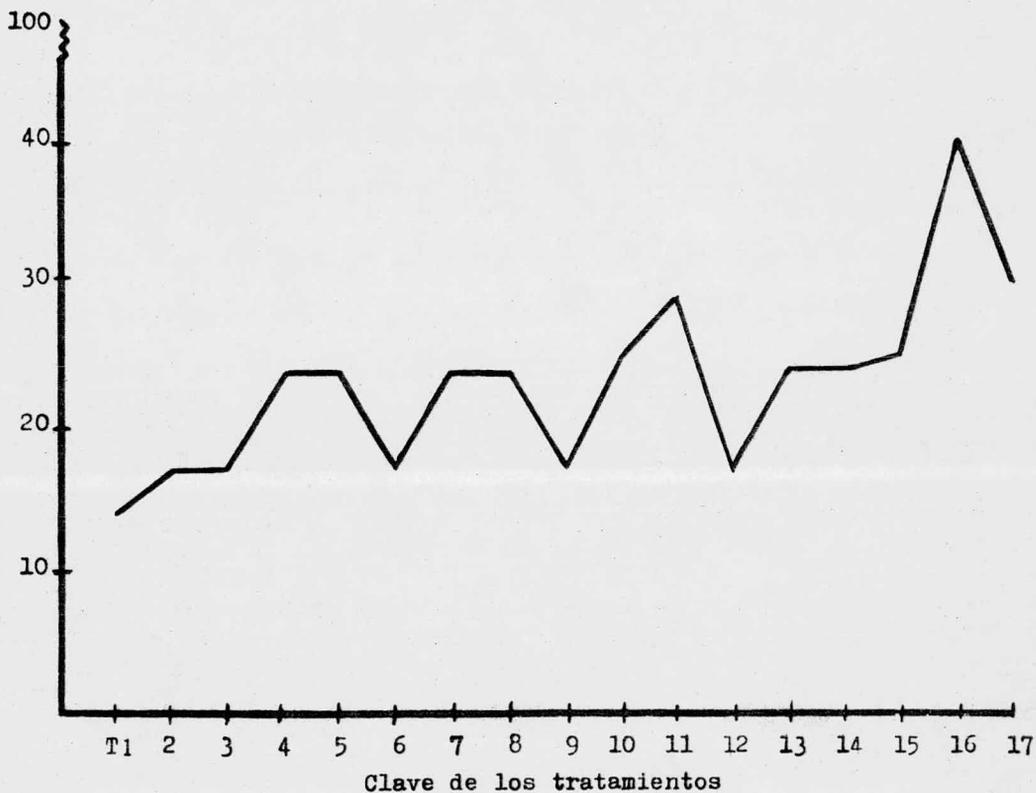


Fig. No. 3 EFECTO DE 16 FUNGICIDAS EN LA CONSERVACION DE LA TUNA DURANTE 20 DIAS DE ALMACENAMIENTO



C. Resultados y discusión de la etapa III

En la tabla núm. 4 se observan los resultados del efecto de los fungicidas sobre 5 alteraciones observadas en las tunas, las que fueron inducidas por la inoculación de microorganismos aislados previamente; las claves 6 y 7 corresponden a mezclas de organismos aislados en etapas avanzadas del daño y la clave 8 corresponde a Penicillium sp. hongo que se presentó en todas las enfermedades y fué el único que se desarrolló en medio de cultivo a base de extracto de tuna.

Los resultados están expresados con una escala numérica arbitraria que corresponde a la siguiente descripción:

- 0 - Tunas en estado óptimo.
- 1 - Tunas en buen estado y sin alteraciones microbiológicas.
- 2 - Tunas buenas que presentaban daños por microorganismos en estado inicial y que desde el punto de vista comercial son vendibles.
- 3 - Tunas con alteraciones aisladas y con un valor comercial de menor aceptación.
- 4 - Tunas en mal estado debido a daños evidentes.
- 5 - Tunas en estado pésimo.

Los resultados expuestos indican que los fungicidas con un espectro más amplio de acción sobre los daños inducidos son el Gy-Zn 80 (T_8), Kasumin (T_9) y Sperlox-Z (T_{16}); los tratamientos T_8 y T_{16} tienen el inconveniente de no impedir el desarrollo de Penicillium sp. el que se desarrolla en todo tipo de alteraciones; el Kasumin altera por sí mismo el aspecto del fruto, por lo que no se considera adecuado aún cuando suprime la aparición de daños causados por microorganismos.

EFECTO DE LA APLICACION DE FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE DAÑOS ESPECIFICOS INDUCIDOS POR INOCULACION

TRATA- MIENTO	CLAVE DE LAS MEZCLAS DE ORGANISMOS INOCULADOS																									
	1			2			3			4			5			6			7			8				
	D I A S D E A L M A C E N A M I E N T O																									
	5 10 15			5 10 15			5 10 15			5 10 15			5 10 15			5 10 15			5 10 15							
T ₁	3	4	4	5				3	3	3	3	3	3	3	4	5				3	3	4	5			
T ₂	2	3	3	5				2	4	4	4	4	4	1	2	3	5				1	1	3	1	1	1
T ₃	3	4	4	5				4	4	4	5				2	3	4	5				2	4	4	5	
T ₄	5			5				2	5		2	2	2	2	2	3	5				1	1	2	5		
T ₅	3	4	4	5				5			5				2	2	2	5				4	4	5	5	
T ₆	3	3	3	5				2	1	2	4	4	4	1	2	3	5				1	1	1	4	4	4
T ₇	2	2	2	1	1	1	4	5		0	0	1	4	4	4	1	1	1	4	4	4	5				
T ₈	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	2	3	3	1	1	1	4	4	4	5				
T ₉	4	4	4	1	1	1	5			0	0	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3	1	1	1		
T ₁₀	4	4	4	1	1	1	3	3	3	0	0	0	1	1	3	1	1	1	2	2	2	2	2	2		
T ₁₁	3	4	4	5				1	2	2	5				1	2	3	5				1	1	1	5	
T ₁₂	2	2	3	2	2	2	2	4	4	3	3	4	4	4	4	2	2	2	1	1	2	1	1	1		
T ₁₃	3	3	4	1	1	1	2	3	3	2	2	4	4	4	4	1	1	1	1	3	3	1	1	1		
T ₁₄	4	5		5				1	3	3	0	0	0	2	3	4	5				2	2	2	5		
T ₁₅	4	4	5	1	1	1	1	2	3	5				1	1	2	1	1	1	2	2	2	5			
T ₁₆	1	1	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	2	2	2	5				
T ₁₇	4	4	4	5				1	1	1	4	4	4	5				5			2	3	4	2	4	4

Y se observa que Benlate (T_2), Melprex (T_{12}) y Parzate (T_{13}), inhibieron el desarrollo de Penicillium sp. a través de los 15 días del experimento.

D. Resultados y discusión de la etapa IV

En la tabla núm. 5 se exponen los resultados de las pruebas de inoculación "in vivo" y se observa que de las 131 cepas aisladas en la etapa inicial, 76 resultaron positivas ocasionando el daño esperado. Las manchas en el tallo y en el cuerpo del fruto probablemente corresponden a la misma alteración, sólo que localizada en distintas partes del fruto; las manchas negras, puntos pardos y pudrición suave, se presentan en el cuerpo, tallo y extremo floral del fruto. La zona necrótica fué causada solamente por hongos. La mancha blanca no se manifestó claramente y no se pudo aislar nuevamente de tunas que la presentaran debido a que esta alteración fué característica de las tunas proporcionadas en el primer año del experimento, no encontrándose en tunas tratadas al año siguiente.

E. Resultados y discusión de la etapa V

Los resultados de la última parte del experimento se presentan en las tablas números 6, 7, 8 y 9. En las gráficas 1 y 2 se representa la media aritmética de los valores registrados entre los lotes de tunas de un mismo tratamiento (verdes, amarillas o ambos) ya que presentaron valores semejantes en la mayoría de los casos y facilitan de esta forma el análisis de los resultados a través de las gráficas.

En las tablas números 6 y 7 se observan los resultados que presentaron los 9 tratamientos de las tunas almace-

T A B L A N U M . 5

DESCRIPCION DE LOS DAÑOS ENCONTRADOS EN LA TUNA

DESCRIPCION DE LOS D A Ñ O S	TIPO DE MICROORGANISMOS		
	Bacterias	Levaduras	Hongos
Mancha morena en el cuerpo	5	2	15
Mancha morena del tallo	6	las mismas	las mismas
Pudrición suave	12	-	12
Mancha blanca*	1	1	4
Mancha negra	-	1	5
Mancha ocre	1	-	5
Zona necrótica	-	-	6
Num. total de micro- organismos	25	4	47

* Este tipo de daño no fué muy evidente al efectuar la inoculación.

nadas a diferentes temperaturas de refrigeración por 15 y 30 días. En la gráfica núm. 1 se observa que las alteraciones b, d, e y f desaparecieron en todos los tratamientos a los 15 días de almacenamiento, sin embargo, a los 30 días el número de tunas dañadas por la pudrición suave en el tallo aumentó considerablemente. Las manchas pardas en el cuerpo de los frutos se eliminaron de manera satisfactoria en todos los tratamientos excepto en el tratamiento 7 (14°C. T.)

Las manchas negras en el tallo no desaparecieron, ni tampoco las manchas y puntos pardos y amarillo-ocre localizados en todo el cuerpo del fruto. Estas últimas alteraciones no son causadas por bacterias ni por hongos, ya que al efectuar el aislamiento en medios específicos no se obtuvo desarrollo microbiano, por lo que se atribuyen a procesos fisiológicos del fruto o a cambios ocasionados por las condiciones de almacenamiento o bien a la acción de plaguicidas empleados en precosecha o postcosecha.

Los mejores tratamientos a temperaturas de refrigeración fueron el 2 (4°C. T. + C) y el 4 (8°C. T. + C) tanto a los 15 días como a los 30 días de almacenamiento y los tratamientos que resultaron menos efectivos fueron el 5 (12°C T.) y el 7 (14°C T.) La reinfección se presentó notoriamente en el tratamiento 5.

Los resultados que registran los tratamientos en los que se aplicaron fungicidas se exponen en las tablas 8 y 9, y en la gráfica núm. 2 se observa que a los 10 días la mayoría de ellos suprimieron las manchas negras en el tallo excepto los tratamientos 5, 6 y en tunas sin ningún tratamiento, sin embargo, a los 20 días todos la presentaban.

RESULTADOS OBTENIDOS EN % DE LAS ALTERACIONES QUE PRESENTARON LAS TUNAS ALMACENADAS POR 15 DIAS
A DIFERENTES TEMPERATURAS DE REFRIGERACION

TRATAMIENTO	MANCHAS EN EL CUERPO		MANCHAS NEGRAS EN EL TALLO	PUDRICION SUAVE EN EL		MANCHAS BLANCAS	MANCHAS Y PUNTOS EN TODO EL CUERPO, PARDAS Y AMARILLO - OCRE	REINFECCION	NUM. TOTAL DE TUNAS
	PARDAS	NEGRAS		CUERPO	TALLO				
1. 4°C T V	10.61	0.96	29.15	2.16	0.00	0.00	100	0.00	100
A	13.80	0.95	100.00	8.80	2.30	0.71	100	0.00	100
2. 4°C T+C V	17.72	0.00	50.90	0.00	0.00	1.36	100	0.00	100
A	5.52	0.00	26.66	1.11	0.00	1.11	100	0.00	100
3. 8°C T V	18.16	1.76	96.93	1.96	1.09	0.00	100	0.00	100
A	12.16	3.81	100.00	5.63	2.70	3.82	100	0.00	100
4. 8°C T+C V	12.62	0.00	32.98	1.03	0.51	0.77	100	0.00	100
A	5.27	0.40	37.70	1.89	0.00	0.54	100	0.00	100
5. 12°C T V	3.98	1.32	34.73	2.43	0.66	0.00	100	99.55	100
A	3.23	5.88	100.00	8.23	2.35	2.35	100	0.88	100
6. 12°C T+C V	8.25	2.05	78.75	0.50	0.00	0.50	100	0.00	100
A	8.15	1.84	100.00	0.00	0.00	1.31	100	0.00	100
7. 14°C T V	3.84	3.73	95.02	4.97	5.47	2.09	100	0.49	100
A	57.63	3.15	100.00	7.36	0.52	0.00	100	0.00	100
8. 14°C T+C V	10.40	0.00	91.62	0.45	0.45	3.16	100	0.00	100
A	8.88	1.94	100.00	0.55	0.55	1.38	100	0.00	100
9. 14°C T'+C V	4.00	0.50	100.00	0.00	0.00	2.05	100	0.00	100
A	7.40	1.60	100.00	1.00	1.00	2.08	100	0.00	100
	a	b	c	d	e	f	g	h	

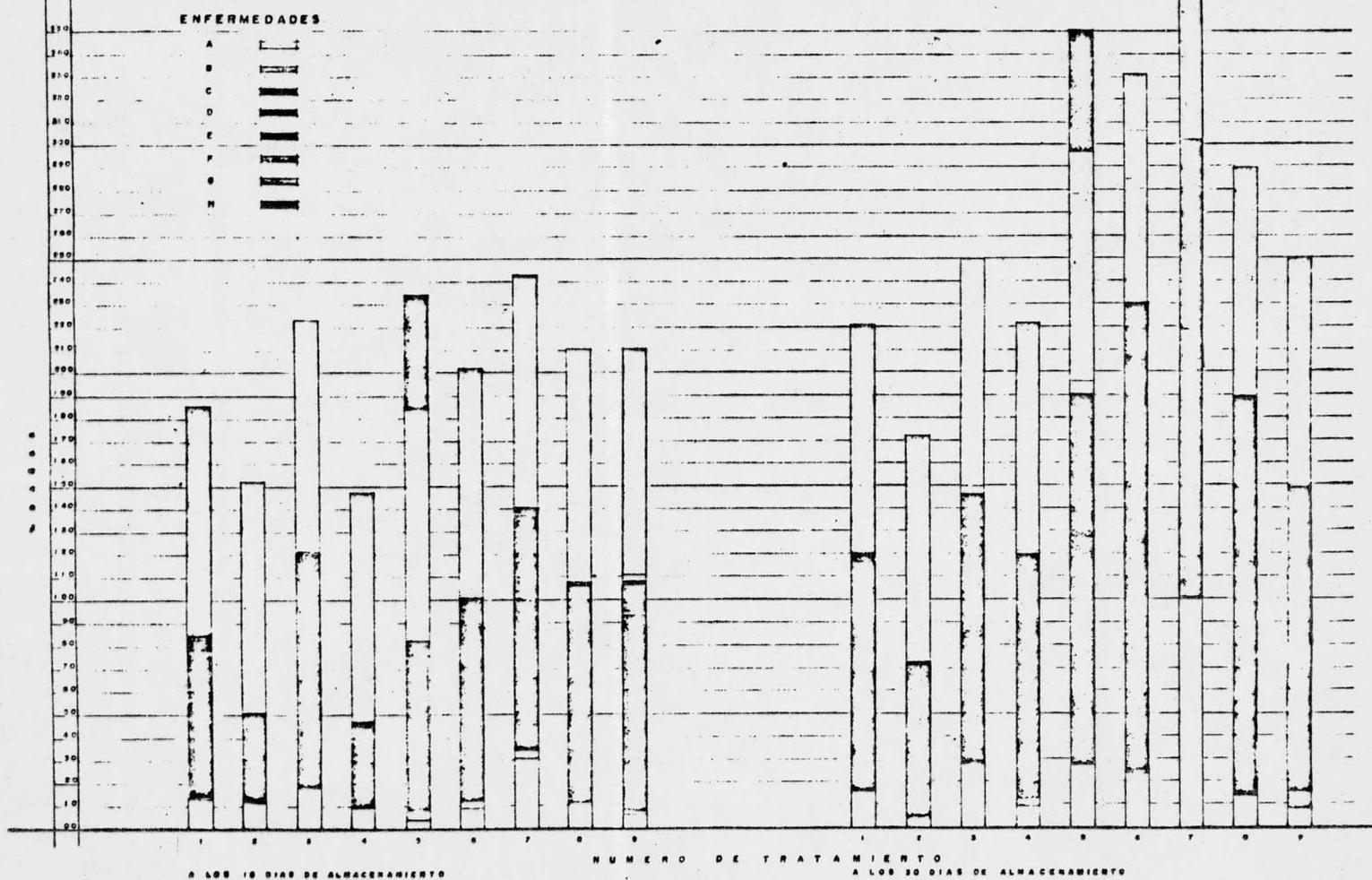
A = amarillas
V = verdes

RESULTADOS OBTENIDOS EN % DE LAS ALTERACIONES QUE PRESENTARON LAS TUNAS ALMACENADAS
POR 30 DIAS A DIFERENTES TEMPERATURAS DE REFRIGERACION

TRATAMIENTOS	MANCHAS EN EL CUERPO		MANCHAS NEGRAS EN EL TALLO	PUDRICION SUAVE EN EL		MANCHAS BLANCAS	MANCHAS Y PUNTOS EN TODO EL CUERPO, PARDAS Y AMARILLO - OCRE	REINFECCION	NUM. TOTAL DE TUNAS	
	PARDAS	NEGRAS		CUERPO	TALLO					
1. 4°C T	V	7.83	0.62	100.00	5.01	0.00	0.31	100	0.00	100
	A	22.34	0.42	100.00	2.12	0.00	1.48	100	0.00	100
2. 4°C T+C	V	2.88	0.82	67.90	0.82	0.41	0.00	100	0.00	100
	A	4.33	1.09	65.34	0.36	0.36	0.00	100	0.00	100
3. 8°C T	V	27.70	0.25	100.00	3.27	13.35	0.50	100	0.00	100
	A	27.20	0.00	100.00	5.28	15.36	7.05	100	0.00	100
4. 8°C T+C	V	9.67	2.41	100.00	3.62	1.41	0.40	100	0.00	100
	A	9.56	2.60	100.00	2.60	7.82	2.17	100	0.00	100
5. 12°C T	V	30.27	0.00	100.00	2.79	21.62	5.08	100	70.90	100
	A	23.88	0.00	100.00	3.05	100.00	5.55	100	36.10	100
6. 12°C T+C	V	27.02	1.08	100.00	10.27	100.00	0.00	100	0.00	100
	A	26.45	0.00	100.00	1.79	100.00	0.00	100	0.00	100
7. 14°C T	V	100.00	0.00	100.00	7.16	100.00	7.44	100	0.00	100
	A	100.00	0.00	100.00	24.00	100.00	17.25	100	9.00	100
8. 14°C T+C	V	15.33	0.63	100.00	3.33	35.60	0.00	100	0.00	100
	A	12.09	0.00	100.00	11.69	100.00	0.00	100	0.00	100
9. 14°C T+C	V	8.18	7.27	81.81	0.00	32.70	0.90	100	0.00	100
	V	6.97	6.97	100.00	0.00	38.30	0.45	100	0.00	100
		a	b	c	d	e	f	g	h	

V = verdes

A = amarillas



GRAFICA NUM. 1

Las manchas morenas en el cuerpo desaparecieron no sólo a los 10 días sino también a los 20 días de almacenamiento en todos los tratamientos excepto en el 13 y 14.

Las alteraciones d, e y f reprimieron en casi todos los tratamientos a los 10 y a los 20 días de almacenamiento y es de hacer notar que en los tratamientos 12, 13 y 14, en los que no se utilizaron fungicidas, la pudrición suave del cuerpo y tallo del fruto, se incrementó considerablemente.

T A B L A N U M E R O 8
 RESULTADOS OBTENIDOS EN % DE LAS ALTERACIONES QUE PRESENTARON LAS TUNAS TRATADAS
 CON FUNGICIDAS A LOS 10 DIAS DE ALMACENAMIENTO

TRATAMIENTOS	MANCHAS EN EL CUERPO		MANCHAS NEGRAS EN EL TALLO	PUDRICION SUAVE EN EL CUERPO		MANCHAS BLANCAS	MANCHAS Y PUNTOS EN TODO EL CUERPO, PARDAS Y AMARILLO - OCRE	REINFECCION	NUM. TOTAL DE TUNAS
	PARDAS	NEGRAS		CUERPO	TALLO				
1 A y V	0.62	0	35.62	1.25	0.62	0	100	0	100
1' A	0.55	0	43.33	1.60	0.55	0	100	0	100
1" V	0.62	0	36.87	0.62	1.25	0	100	0	100
2 A y V	0.55	0	55.00	1.11	1.11	0	100	0	100
2' A	0.83	0	59.16	1.66	0.83	0	100	0	100
2" V	0.00	0	38.34	0.75	0.75	0	100	0	100
3 A y V	2.85	0	44.28	0.00	1.42	0	100	0	100
3' A	0.00	0	20.71	2.14	0.11	0	100	0	100
3" V	0.83	0	34.16	0.83	1.66	0	100	0	100
4 A y V	1.00	0	33.00	1.00	0.00	0	100	0	100
4' A	0.00	0	42.14	0.00	0.71	0	100	0	100
4" V	0.00	0	41.41	0.00	0.71	0.71	100	0	100
5 A y V	0.00	0	100.00	0.00	0.00	0	100	0	100
5' A	0.00	0	100.00	3.89	0.00	0	100	0	100
5" V	0.00	0	100.00	0.76	1.53	0	100	0	100
6 A y V	0.00	0	100.00	1.42	2.14	0	100	0	100
6' A	0.00	0	100.00	1.25	0.00	0	100	0	100
6" V	0.00	0	42.85	0.00	0.00	0	100	0	100
7 A y V	0.00	0	50.90	0.90	0.90	0	100	0	100
7' A	0.00	0	55.35	8.92	1.78	0	100	0	100
7" V	0.00	0	48.33	0.00	0.00	0	100	0	100
8 A y V	14.37	0	35.62	0.00	0.00	0	100	0	100
8' A	14.28	0	47.85	0.00	0.00	0	100	0	100
8" V	3.57	0	56.42	0.00	0.00	0	100	0	100
9 A y V	5.00	0.71	49.28	0.00	0.00	0	100	0	100
9' A	8.12	0	57.5	0.00	0.00	0	100	0	100
9" V	2.85	0	51.42	0.00	0.00	0	100	0	100
10 A y V	4.00	0	58.50	0.50	0.00	0	100	0	100
10' A	2.14	0	53.50	0.71	0.71	0	100	0	100
10" V	3.57	0	47.85	0.71	0.00	0	100	0	100
11 A y V	5.00	0	47.14	5.00	0.00	0	100	0	100
11' A	3.57	0	45.00	22.14	0.00	0	100	0	100
11" V	1.00	0	59.00	9.00	0.00	0	100	0	100
12' A	1.25	0	43.75	15.00	2.50	0	100	0	100
12" V	1.25	0	42.50	3.70	3.75	0	100	0	100
13 A y V	22.50	0	64.16	5.83	3.33	0	100	0	100
13' A	11.25	0	2.50	8.75	1.25	0	100	0	100
14 A y V	0.00	38.0	100.00	3.00	3.00	0	100	0	100
14' A	21.75	0	91.25	26.25	26.25	0	100	0	100
	a	b	c	d	e	f	g	h	

A = amarillas
 V = verdes
 A y V = amarillas y verdes

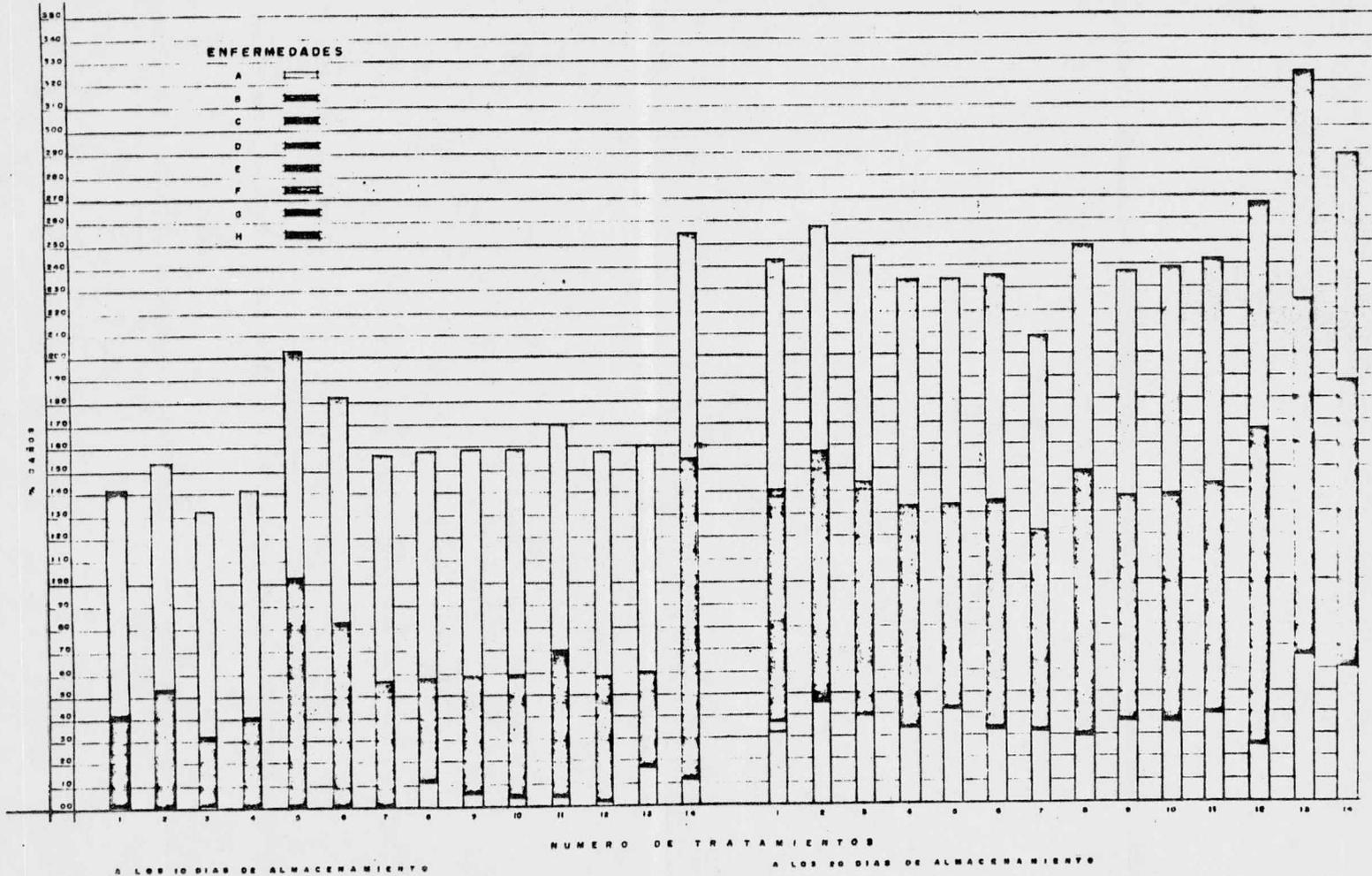
RESULTADOS OBTENIDOS EN % DE LAS ALTERACIONES QUE PRESENTARON LAS TUNAS TRATADAS
CON FUNGICIDAS A LOS 10 DIAS DE ALMACENAMIENTO

TRATAMIENTO	MANCHAS EN EL CUERPO		MANCHAS NEGRAS EN EL TALLO	PUDRICION SUAVE EN EL		MANCHAS BLANCAS	MANCHAS Y PUNTOS EN TODO EL CUERPO, PARDAS Y AMARILLO - OCRE	REINFECCION	NUM. TOTAL DE TUNAS
	PARDAS	NEGRAS		CUERPO	TALLO				
1 AyV	20.00	13.3	100	0.83	3.33	5.00	100	0	100
1' A	32.85	0.0	100	2.14	0.00	2.14	100	0	100
1" V	42.85	0.0	100	2.14	2.85	0.00	100	0	100
2 AyV	51.04	0.0	100	7.29	1.45	0.00	100	0	100
2' A	41.00	0.0	100	2.00	18.00	0.00	100	0	100
2" V	41.0	0.0	100	2.00	8.00	0.00	100	0	100
3 AyV	48.33	0.0	100	0.00	2.50	0.00	100	0	100
3' A	33.00	0.0	100	1.00	5.00	0.00	100	0	100
3" V	35.00	0.0	100	3.33	0.00	0.00	100	0	100
4 AyV	48.68	0.0	100	0.00	0.00	0.00	100	0	100
4' A	33.75	0.0	100	0.00	0.00	0.00	100	0	100
4" V	14.00	0.0	100	0.00	0.00	0.00	100	0	100
5 AyV	55.55	0.0	100	0.00	1.58	0.00	100	0	100
5' A	34.40	0.0	100	0.00	0.00	0.00	100	0	100
5" V	35.52	0.0	72.36	0.00	0.00	0.00	100	0	100
6 AyV	35.00	0.0	100	0.00	1.00	0.00	100	0	100
6' A	26.60	0.0	100	0.00	0.74	0.00	100	0	100
6" V	36.00	0.0	100	3.00	0.00	0.00	100	0	100
7 AyV	23.52	0.0	68.62	0.00	0.00	0.00	100	0	100
7' A	35.00	0.0	100	0.00	0.00	0.00	100	0	100
7" V	35.00	0.0	100	0.00	1.00	0.00	100	0	100
8 AyV	30.71	0.0	100	0.00	0.71	0.00	100	0	100
8' A	28.33	0.0	100	0.83	2.50	0.00	100	0	100
8" V	30.00	0.0	100	0.00	2.14	0.00	100	0	100
9 AyV	43.33	0.0	100	0.00	0.83	0.00	100	0	100
9' A	31.61	0.0	100	0.00	0.73	0.00	100	0	100
9" V	31.66	0.0	100	0.00	0.83	0.00	100	0	100
10 AyV	33.88	0.0	100	0.00	1.66	0.00	100	0	100
10' A	29.16	0.0	100	0.00	0.83	0.00	100	0	100
10" V	43.84	0.0	100	0.76	0.76	0.00	100	0	100
11 AyV	46.80	0.0	100	0.00	0.00	0.00	100	0	100
11' A	27.50	0.0	100	0.00	0.83	0.00	100	0	100
11" V	43.15	0.0	100	0.00	0.00	0.00	100	0	100
12' A	18.18	0.0	100	12.72	23.63	0.00	100	0	100
12" V	31.66	0.0	100	5.00	41.60	0.00	100	0	100
13 AyV	60.00	0.0	100	15.00	35.50	0.00	100	0	100
13' A	70.00	0.0	100	17.50	50.00	0.00	100	0	100
14 AyV	60.00	0.0	100	0.00	32.50	0.00	100	0	100
14' A	60.00	0.0	100	2.50	20.00	0.00	100	0	100
	a	b	c	d	e	f	g	h	

V = verdes

A = amarillas

AyV = verdes y amarillas



GRAFICA NUM. 2

C A P I T U L O V I

C O N C L U S I O N E S Y R E C O M E N D A C I O N E S

De los resultados presentados en la etapa I, se concluye que el agua utilizada para el lavado de las tunas en esta región, constituye una fuente de contaminación, debido a que tiene un número muy elevado de microorganismos y a que la temperatura a la que se calienta no es suficiente para eliminar microorganismos mesófilos ni termófilos; el método de lavado por inmersión de varias rejas de tuna en el mismo tanque determina la disminución inicial del fungicida el que queda - adherido a las primeras muestras sumergidas y desde el punto de vista microbiológico, cada inmersión enriquece el contenido de microorganismos del tanque por lo que se recomienda lavar por aspersión o bien disminuir el número de rejas sumergidas entre cada cambio de agua del tanque.

Es recomendable empacar y transportar los frutos en condiciones higiénicas.

En relación a los tratamientos probados resultaron más efectivos el TCF y la acción combinada de éste con el recubrimiento a base de la emulsión 170 con los que se obtuvo una buena eliminación de la flora saprofita obtenida por cuantificaciones totales, así como de daños desarrollados en el periodo de almacenamiento. Por el contrario los tratamientos en los que se utilizó la emulsión 170 con Tiabendazol (170TBZ) y fungicida (170TBZF) en este caso Captan, favorecieron el desarrollo de todo tipo de microorganismos así como en el tratamiento TAGF en el que se observó mayor incidencia de daños y por lo tanto no son recomendables.

De los resultados y observaciones citados anteriormente en la etapa II y III, resulta evidente concluir que el tratamiento T₁₆ es el más efectivo en el combate a daños específicos y el que presenta mayor efecto residual, pero tiene el inconveniente de no inhibir el desarrollo de Penicillium - sp., por lo que se recomienda el uso de mezclas de Sperlox-Z

con Melprex o Benlate. En los tratamientos que se emplearon Kasumin y Vanodine (T_9 y T_{17}), reprimieron de manera eficiente los daños causados por microorganismos pero tienen la desventaja de causar daños ellos mismos por lo que no son recomendables.

Respecto a los daños inducidos por inoculación se recomienda efectuar otros estudios con el objeto de comprobar si estos microorganismos producen las alteraciones en forma aislada, como se observó en este experimento, o bien si el daño es producido por otro patógeno presente en la tuna y al efectuar la inoculación de otros microorganismos estos se establecieron y desarrollaron como infección secundaria agudizando y poniendo de manifiesto la alteración causada por el patógeno inicial.

De la última etapa se concluye que el almacenamiento de tunas tratadas a baja temperatura resulta efectivo sólo para tunas enceradas, como se observa en la gráfica núm. 2, las temperaturas de 4°C y 8°C fueron las que presentaron mejores resultados a los 15 y 30 días de almacenamiento; las temperaturas de 12°C y 14°C no son recomendables pues inducen sobre todo la pudrición suave del cuerpo y tallo.

Con el empleo de fungicidas se logró impedir de manera satisfactoria la pudrición suave de los frutos por lo que se recomienda programar un experimento en donde se combinen los tratamientos a base de fungicidas y las temperaturas de refrigeración con las que se obtuvo mejor respuesta.

Los resultados de los tratamientos a nivel comercial, en los que se aplicaron fungicidas previamente encerados, no fueron los esperados en comparación con los obtenidos en el laboratorio, en donde los frutos se sometieron a hidrocalentamientos combinados con fungicidas pero sin encerar pos

teriormente; esto se debe posiblemente a que la mayoría de los fungicidas utilizados son incompatibles con productos alcalinos como la emulsión de cera de candelilla.

Se recomienda disminuir las dosis empleadas con el objeto de eliminar los daños provocados por ellos mismos; por otra parte se recomienda probar el lavado de las tunas con agua caliente a menor temperatura que la empleada (54°C) ya que los fungicidas suelen ser inestables a la humedad y al calor resultando fitotóxicos.

Se recomienda identificar el o los patógenos causantes de las manchas pardas del cuerpo y la alteración negra del tallo para que una vez determinado el microorganismo causal se proceda a aplicar el fungicida más adecuado y de esta forma tratar de eliminar estos daños.

Por último, se recomienda llevar a cabo una vigilancia estricta de la incidencia de enfermedades y de los tratamientos empleados en precosecha, hacer un estudio detallado de la incidencia de enfermedades por área y la respuesta a los plaguicidas empleados con el fin de seleccionar y aplicar los mejores productos, evitando de esta manera el deterioro de los frutos en postcosecha y asegurar los resultados de tratamientos posteriores.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

1. Alfaro Moreno A.
Plaguicidas Agrícolas y su Aplicación
Madrid 1968, 3a. Edición.
2. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos,
Dirección General de Estadística, S.I.C.
Se consultaron los correspondientes a los años citados.
3. Badillo N., Ernesto
El Mercado de Parasiticidas Agrícolas en México,
Colegio de Postrados E.N.A. Chapingo, México, 1968.
4. Barberá C.
Pesticidas Agrícolas
Ediciones Omega. Barcelona, 1976, 3a. Edición.
5. Bayer de México, S.A.
Folleto Informativos sobre Benlate, Manzate, Parzate y Dyrene,
División Agrícola
6. Bosquez M.E., Moreno M., Lakshminarayana S.
Efecto de la aplicación de fungicidas en la maduración, composición química y control de daños causados por hongos en mangos.
Folleto de la Comisión Nacional de Fruticultura, México, 1976.
7. Brom Rojas, F.
El Nopal
CONAFRUT, S.A.G., México, 1971.
8. Burger A.
Química, Bioquímica y acción terapéutica y farmacológica de las drogas naturales.

Tomo 2. Ed. Aguilar, S.A. Madrid, 1955.

9. Chávez Guzmán, M.D.
Posibilidades de Utilización de Xerofitas Mexicanas.
Tesis. Laboratorio de Bioquímica Aplicada I.M.I.T., Banco de México, S.A., México, D.F. 1953.
10. Ciba-Geigy Mexicana, S.A.
Hojas de información sobre Gy-Cop-Extra 86, Gy-Zn 80 y SaproI,
División Agropecuaria.
11. Ciencia Forestal.
Revista del Instituto Mexicano de Investigaciones Forestales.
Vol. 2. Núm. 5, pp. 36-52, Enero-Febrero, México, 1977.
12. Clark G.L., Hawley G.G. y Hamor W.A.
Enciclopedia de Química.
Ed. Omega, S.A. Barcelona, 1961, pp. 75-76, 650-651.
13. Collins C.H.
Métodos Microbiológicos
Ed. Acribia, Zaragoza- España, 1969.
14. Comisión Nacional de Zonas Áridas
Cande. Emulsión para la conservación de frutas.
Hoja informativa.
15. Cynamid de México, S.A. de C.V.
Hoja de información sobre Melprex,
División Agropecuaria.
16. Dirección General de Economía Agrícola. Estados Unidos Mexicanos.

Valoración de la Producción Agrícola. S.A.G. Serie Estadística. Expediente 202/1-c (00) 76, Legajo I, año 1977.

17. Du Pont, S.A. de C.V.
Boletines Agrotécnicos sobre Benlate, Manzate y Parzate.
Departamento Agroquímico.
18. Enciclopedia Ilustrada Cumbre,
Vol. 3, 9 y 13. pp. 24, 25, 126, 127 y 286. Ed. Cumbre.
México, 1964.
19. Enciclopedia Monitor
Tomo 2 y 9. pp. 1050 y 4472. Ed. Salvat. México 1968.
20. Farm Chemicals Handbook
Meister Publishing Co. 1977.
21. Frear Donal E.H.
Chemistry of Insecticides, Fungicides and Herbicides.
D. Van Nostrand Co. Inc. New York, 1948, 2a. Edición.
22. Frazier W.C.
Microbiología de los Alimentos
Ed. Acribia, Zaragoza, España 1.972. 2a. Edición.
23. García Álvarez M.
Enfermedades en las plantas en la República Mexicana,
Ed. Limusa Wiley, México 1974.
24. García Alvarez M.
Patología vegetal práctica.
Edit. Limusa Wiley, México 1971.
25. García Velázquez A.
Cultive Nopal de Verdura. Folleto E.N.A. Chapingo. México



26. Jay M. James,
Microbiología Moderna de los alimentos.
Ed. Acribira, Zaragoza-España, 1973.
27. Laguna J.
Bioquímica.
La Prensa Médica Mexicana, México, D.F. 1974.
28. Lakshminarayana S., Sarmiento L.L., Ortíz R.J.I. y Sánchez Colín S.
Evaluación de formulaciones de cera de candelilla con limón mexicano.
Serie de Investigaciones Fisiológicas, CONAFRUT, S.A.G., México, 1975.
29. Lakshminarayana S., Velasco J.J. y Sarmiento L.L.
Mango, variedades Keitt y Kent; tratamientos en postcosecha.
Tecnol. Alim. 9: 57-66, México 1974.
30. Lerena Gabarret A.
Enciclopedia de la Huerta
Ed. Mundo Técnico, Argentina, 1975, 3a. edición.
31. Marsh R.W.
Systemic Fungicides
Longman Group Limited, London, 1972, 1a. Edición.
32. Martin H. Worhing Ch. R.
Insecticide and Fungicide Handbook for crop protection,
Blackwell Scientific Publications, Ed. Arnold, London,
1964, 5a. Edición.
33. Messiaen C.M. Y Lafon R.,
Enfermedades de las Hortalizas. Ed. Oikos-tau, S.A.

Barcelona - España, 1968.

34. Moreno González J.
 Datos sobre Nopales Tuneros (Opuntia sp.) e introducción
 al Estado de Nuevo León,
 Tesis Ec. Agricultura y Ganadería, Instituto Tecnológico
 y de Estudios Superiores de Monterrey, S.A.G., 1962.
35. Pelayo Zaldivar C.
 Preservación de la Tuna y Melón con Emulsiones de Cera de
 Candelilla.
 Tesis, Facultad de Química, U.N.A.M., 1975.
36. Pfizer, S.A. de C.V.
 Folleto informativo sobre Vanodine.
 División Agrícola.
37. Química Crystal de México, S.A.
 Hoja de información sobre Sperlox-Z.
38. Raymond E.K., Othmer D.F., Scott J.D. y Standen A.
 Enciclopedia de Tecnología Química,
 Tomo 4 y 8, pp. 298, 646-653, Ed. Hispano-Americana,
 New York, 1962, 1a. Edición.
39. Residuos de Plaguicidas en los alimentos
 Informe de la Reunión Conjunta FAO/OMS de 1974.
 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
 y la Alimentación, Roma, 1974.
40. Rohm and Hass Company,
 Dithane M-45; Fungicida Unico.
 Boletín Técnico Núm. 8, Productos Agrícolas, June 1976.
 Agricultura Business Team, Latin, American Region.

41. Rojas Mendoza P,
Aprovechemos las zonas áridas..... Cultive Nopal
Tunero.
Boletín "Agronomía". Sección Botánica, núm. 79, 1961.
Esc. Agric. y Gand. del Inst. Tec. de Monterrey, N.L.
42. Salcedo O. Natalia
Prácticas de Microbiología
Facultad de Química, UNAM.
43. Sarasola Abel A. y Roca de Sarasola M.A.
Fitopatología, Curso moderno.
Tomo 4. Edit. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina,
1975, 1a. Edición.
44. Tandon I.N. y Singh B.B.
Control of Mango Antracnose by Hot Water Treatment
Indian Phitopath 21: 331-336, 1968.
45. Thatcher F.S. y Clark D.S.
Análisis Microbiológico de los alimentos,
Ed. Acribia, Zaragoza-España, 1973,
46. U.N.A.M. - C.O.N.A.C.Y.T.
Memorias del primer ciclo de conferencias sobre conser-
vación de hortalizas y frutas.
México, 1975.
47. Velázquez Castro R.
Aspectos Ecológicos, Distribución y Abundancia de Opuntia
streptocautha y Opuntia leucotricha en la Región Árida de
Zacatecas y San Luis Potosí,
Tesis, E.N.A. Chapingo, México, 1962.

48. Villarreal F. , De Alva B.E. y Romero G.
Estudio Químico sobre Jugos de Tuna enlatados.
Ciencia Aplicada, Vol. XXIII (2), pp. 75-82.
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
N.L. 1964.

49. Vimsa S.A. de C.V.
Hojas de información sobre Captan, Difolatan, Maneb y Zineb.
Productos Agroquímicos de Calidad, San Luis Potosí, México.

50. Información adquirida en el II Congreso Nacional de Fruticul
tura. Morelia, Mich.,
México, 1977.