

86
19j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

SELECCION DEL METODO MAS VIABLE PARA LA
CONSERVACION DEL NOPAL



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUÍMICO FARMACEUTICO BIÓLOGO

PRESENTAN :

LAURA ELENA YOSHIKO YABUTA OSORIO
TEOFILO MORALES CORIA

MEXICO, D. F.

1 9 8 8

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E

OBJETIVO

INTRODUCCION

1.- G E N E R A L I D A D E S :

1.1.- GENERALIDADES SOBRE LOS VEGETALES:

1.1.1.- Clasificación Botánica	1
1.1.2.- Morfología del Nopal	3
1.1.3.- Estructura Celular	6
1.1.4.- Fisiología :	
1.1.4.1.- Metabolitos y Transpiración	9
1.1.4.2.- Respiración	12
1.1.4.3.- Clorofila y Fotosíntesis	14
1.1.5.- Composición Química y Bromatológica	19
1.1.6.- Factores que intervienen en la alteración y en el deterioro de los vegetales :	
1.1.6.1.- Temperatura	21
1.1.6.2.- Actividad Acuosa	22
1.1.6.3.- Luz Solar	22
1.1.6.4.- Humedad Relativa	23
1.1.6.5.- Microorganismos	23
1.1.6.6.- Actividad Enzimática	25
1.1.6.7.- Fitorreguladores	30
1.1.6.8.- Aireación	30
1.1.6.9.- pH	31
1.1.6.10.- Etileno	32
1.1.6.11.- Plagas del Nopal	33
1.1.7.- Proceso de descomposición	35
1.1.8.- Cultivo y Cosecha del Nopal	38
1.1.9.- Mercadeo del Nopal	40

1.2.- GENERALIDADES SOBRE METODOS DE CONSERVACION :

1.2.1.- Tratamientos Superficiales	43
1.2.1.1.- Cera de Candelilla	44
1.2.1.2.- Películas Plásticas	47

1.2.2.- Tratamientos Químicos	49
1.2.2.1.- Antioxidantes	49
1.2.2.2.- Agentes contra el oscurecimiento	49
1.2.2.3.- Acido Bórico	50
1.2.2.4.- Acido Fórmico	50
1.2.2.5.- Acido Acético	50
1.2.2.6.- Acido Sorbico	51
1.2.2.7.- Acido Dehidroacético	51
1.2.2.8.- Acido Benzóico	51
1.2.2.9.- Nisina	52
1.2.2.10.- Acido Cítrico	52
1.2.2.11.- Acido Ascórbico	54
1.2.2.12.- Atmósferas Controladas	57
1.2.3.- Tratamientos Térmicos:	
1.2.3.1.- Escaldado	60
1.2.3.2.- Preenfriamiento	61
1.2.3.3.- Refrigeración	63
1.2.3.4.- Congelación	64
2.- INTRODUCCION AL DISEÑO EXPERIMENTAL	66
3.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y TECNICAS:	
3.1.- Diseño Experimental	68
3.2.- Técnicas :	
3.2.1.- Técnica para aplicar la Cera de Candelilla	72
3.2.2.- Técnica para aplicar el Acido Ascórbico	72
3.2.3.- Para realizar los controles:	
3.2.3.1.- Evaluación organoléptica	73
3.2.3.2.- Determinación del Ancho, Largo, Grosor, Altura y Angulos de Elongación	74
3.2.3.3.- Determinación de Humedad	75
3.2.3.4.- Determinación de Cenizas	75
3.2.3.5.- Determinación de Proteína Cruda	76
3.2.3.6.- Determinación de Extracto Etéreo	77
3.2.3.7.- Determinación de Fibra Cruda	78
3.2.3.8.- Determinación de Carbohidratos	79

3.2.3.9.- Determinación de Actividad Enzimática	80
3.2.3.10.- Determinación del Cociente Respiratorio	81
3.2.3.11.- Determinación de Acidez	83
3.2.3.12.- Determinación de pH	84
3.2.3.13.- Determinación de Azúcares	84
4.- RESULTADOS	88
5.- ANALISIS DE RESULTADOS	129
6.- CONCLUSIONES	140
7.- APENDICE	
Figuras (fotografías)	143
8.- BIBLIOGRAFIA	

1.1.4.- FISILOGIA

INDICE DE GRAFICAS

<u>No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Análisis Bromatológico: Humedad	89
2	Análisis Bromatológico: Cenizas	89
3	Análisis Bromatológico: Proteínas	89
4	Análisis Bromatológico: Fibra cruda	89
5	Análisis Bromatológico: Grasa (Extracto Etéreo)	89
6	Análisis Bromatológico: Carbohidratos	89
7	% en Peso diario de los Controles y Nopales Tratados	95
8	Determinación de λ máxima	97
9	Cociente Respiratorio	104
10	Absorbancia a 630 nm.	107
11	Acidez. Primera vez	110
11'	Acidez. Segunda vez	111
12	Catalasa	114
13	pH	117

INDICE DE FIGURAS

<u>No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Célula Vegetal	7
2	Corte Transversal de una Hoja	8
3	Gráfica de Respiración	13
4	Panorámica de Milpa Alta	143
5	Panorámica de Milpa Alta	143
6	Experimento previo (Control, Refrigeración y Cera)	144
7	Experimento previo (Control, Congelación y Ac. Ascórbico)	144
8	Nopales Clasificados	145
9	Aplicación del Tratamiento	145
10	Almacenamiento en Costal	146
11	Almacenamiento por Pilas	146
12	16avo. Día. Nopales Medianos Control y con Cera	147
13	16avo. Día. Nopales Chicos Control y con Cera	147
14	19avo. Día. Control. Primera vez	148
15	19avo. Día. Tratados con Cera. Primera vez	148
16	Corte Transversal al 11avo. Día.	149
17	10 días. Control. Segunda vez	149
18	Condiciones Finales de Nopales con Cera	150
19	Condiciones Finales de Nopales con Ac. Ascórbico	150
20	Condiciones Finales de Nopales con Cera	151
21	Condiciones Finales de Nopales con Ac. Ascórbico	151
22	Aparato para Medir Altura y Ángulos	152
23	Aparato para Medir Cociente Respiratorio	152
24	Inicio de la Formación de una Paca de Nopal	153
25	Inicio de la Formación de una Paca de Nopal	153
26	Mitad de la Formación de una Paca de Nopal	154
27	Terminación de la Paca de Nopal	154

INDICE DE TABLAS

<u>Nc.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Análisis Bromatológico	88
2	Promedio en peso diario (control y nopales tratados) Primera vez	90
3	Promedio en peso diario (control y nopales tratados) Segunda vez	90
4	% en peso y % en peso perdido diario. Primera vez	93
5	% en peso y % en peso perdido diario. Segunda vez	94
6	Determinación de λ máxima	96
7	Cociente Respiratorio. Primera vez	98
8	Absorbancia a 630 nm. Primera vez	98
9	Catalasa. Primera vez	99
10	Acidez como % Ac. cítrico. Primera vez	99
11	pH . Primera vez	99
12	Cociente Respiratorio. Segunda vez	100
13	Absorbancia a 630 nm. Segunda vez	100
14	Acidez como % Ac. cítrico. Segunda vez	100
15	Catalasa. Segunda vez	101
16	pH . Segunda vez	101
	Altura y ángulos de elongación de los Nopales:	
17	Control. Primera vez	118
18	Con cera y apilados. Primera vez	118
19	Control. Segunda vez	119
20	Con Ac. Ascórbico al 0.03 %. Segunda vez	119
21	Con Ac. Ascórbico al 0.05 %. Segunda vez	119
22	Con cera y almacenados en costal. Segunda vez	119
	Ancho, largo y grosor de los Nopales:	
23	Control. Primera vez	120
24	Con cera apilados. Primera vez	121
25	Control. Segunda vez	122
26	Con cera almacenados en costal. Segunda vez	122
27	Con Ac. Ascórbico al 0.03 %.	123
28	Con Ac. Ascórbico al 0.05 %	123

OBJETIVO

Evaluar diversos métodos para la conservación del Nopal, obteniendo la propuesta más viable mediante un trabajo experimental.

I N T R O D U C C I O N

Desde que en las leyendas Aztecas el Nopal (nopalli en náhuatl) apareció bajo un águila que devoraba una serpiente, este ocupó un destacado papel en los cultos religiosos. Se le apreciaba como alimento, como base en la elaboración de bebidas y ya se le reconocían usos medicinales.

En la vida económica, social y religiosa de los nahoas, las cactáceas desempeñaron un papel importante, a tal grado que el jeroglífico de la Gran Tenochtitlan, estaba airoosamente un Nopal, símbolo que conserva el escudo de -- nuestro México actual; intervinieron en sus prácticas religiosas, y algunas -- fueron elevadas a categorías de dioses; se usaron con frecuencia en la magia, pues varias de ellas eran consideradas como remedios en la curación de enfermedades; influyeron determinando la fundación de poblados en regiones cactíferas, y se las tuvo en gran estima como plantas de ornato.

Los nochtli, llamados también nopalli, comprendían diversas especies que se distinguían nominalmente añadiendo al radical nochtli uno o varios términos que precisaban sus cualidades.

Dentro de la flora mexicana, ya de por sí rica en representantes, destaca una familia importante: la de las cactáceas, que cuentan entre sus principales géneros, el de las "Opuntias" cuya especie es vulgarmente conocida como Nopal.

La familia comprende aproximadamente 125 géneros, por lo menos 61 se encuentran en México, y de ellos el único que nos interesa es el género Opuntia. En México este género comprende dos subgéneros: *Cylindropuntia* y *Platyopuntia*,

ombres , que simplemente significan que las plantas son cilíndricas en el primero de estos subgéneros y planas en el segundo; a este último pertenecen los verdaderos Nopales.

El Nopal es un cacto arbustivo originario de América, cuya existencia es muy valiosa para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, porque a pesar de su gran rusticidad y pocas exigencias de cultivo, proporcionan a los campesinos alimentos en forma de verduras aprovechando sus pencas, así como forraje para el ganado y combustible hogareño de sus raíces secas. La planta del Nopal tiene una gran resistencia a la sequía y a las altas y bajas temperaturas, así como una notable adaptabilidad a los suelos calcáreos y tepetatos. De hecho todo puede aprovecharse del Nopal. Y sin embargo poca atención realmente se ha prestado a su cultivo y desarrollo en gran escala.

Las Opuntias en suelos más prósperos se cultivan para producir nopalitos y tunas, constituyendo una fuente de ingreso para las comunidades campesinas, ya sea en forma de consumo directo o por la comercialización de los productos del Nopal. En México, el Nopal se localiza en la mayoría de las condiciones ecológicas, ocupando cerca de 30 millones de hectáreas distribuidos en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, Chihuahua, Tamaulipas, Durango y Aguascalientes. En el año de 1980 había 3,100 hectáreas de Nopal dedicadas a la producción de la Tuna, 2,375 hectáreas de Nopal silvestre y 200 hectáreas de xoconoztle.

En el Distrito Federal en la Delegación de Milpa Alta, Sánchez reporta la producción de 15,000 toneladas de Nopal verdura semanalmente, los Nopales en raquetas tiernas son de gran aceptación como condimentos de platillos, los cuales se producen durante todo el año, alcanzando los mejores precios en invierno.

El presente trabajo se realizó basándose en la inquietud de la Delegación Milpa Alta, por la existencia de altas pérdidas en su producción nopalera, causada principalmente por su corta vida de anaquel postcosecha.

"En un inicio la producción del Nopal de Milpa Alta se destinó a la Central de Abastos y a los Mercados de la Merced y Xochimilco, hasta que resultaron insuficientes para absorber la producción milpaltense. En 1976, la producción alcanzó un valor aproximado de 1,500 millones de pesos. Actualmente se surten también los mercados foráneos de Guadalajara, Monterrey, Nuevo Laredo, Tijuana, Los Angeles, Chicago y algunos del Estado de Texas.

El incremento de producción nopalera determina la necesidad urgente de procurar su comercialización para que sea absorbido el exceso de oferta, -- pues es frecuente que por insuficiencia de mercado se lleguen a tirar hasta 20 toneladas diarias de producto." (El Nopal Nuestro de Cada Día. Exceal---sior, Junio de 1988).

Para poder familiarizarnos con los problemas existentes en la Delegación, se acordó enviar un cuestionario a las personas interesadas y se obtuvieron las siguientes respuestas, (textualmente) :

- * La variedad de Nopal que se cultiva es : Opuntia megacantha .
- * El volumen de cosecha anual es de 300,000 toneladas (considerando una superficie de 5,000 Has., y una producción de 60/ton/Ha/año.
- * El Nopal se cosecha todo el año, existiendo dos épocas marcadas de producción del nopal verdura. Una de ellas, abarca la primavera, verano y otoño, -- en estas estaciones del año es cuando la producción es abundante y consecuentemente hay mayor oferta de esta hortaliza y el precio desciende a precios -- catastróficos para el productor. La otra época es la estación de invierno y por las condiciones climatológicas que prevalecen no hay brotación de nopales tiernos y los pocos que llegan a emerger son arrasados por las heladas. Siendo la época invernal la que trae mejores precios de las hortalizas.
- * Los parámetros que se toman en cuenta para la cosecha del Nopal son: el tamaño (aprox. 20 cm de largo por 15 cm de ancho), la humedad (que tenga 70 a 80 % de humedad), que no tenga daños mecánicos (causados por granizadas, heladas, plagas y/o enfermedades).

1.- GENERALIDADES

1.1.- GENERALIDADES SOBRE LOS VEGETALES

1.1.1.- Clasificación Botánica

La taxonomía más utilizada para la clasificación de las cactáceas es el sistema de Britto y Rose, el cual clasifica a las Opuntias en la forma siguiente: (Según Bravo 1978)

REINO	Vegetal
SUBREINO	Embryophyta
DIVISION	Angiospermae
CLASE	Dicotyledonea
SUBCLASE	Dialipétalas
ORDEN	Opuntiales
FAMILIA	Cactáceas
TRIBU	Opuntias
GENERO	Opuntia

El género *Opuntia* está formado por dos subgéneros, uno representado por las *Opuntias* de forma cilíndrica, mejor conocidas como cactus y clasificadas como *Opuntia cylindropuntia* y el otro subgénero de forma aplanada a la cual pertenecen los verdaderos Nopales cuyos frutos se conocen como "tuna" si tienen sabor dulce y "xoconoztle" si tiene un sabor ácido y se les clasifican como *Opuntia platyopuntia*.

El nombre de los Nopales en México es variable para una misma especie y se reportan los siguientes nombres técnicos con sus respectivos nombres vulgares:

* <i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón
* <i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo
* <i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón o Bartolona
* <i>Opuntia lidheimeri</i>	Cacanapo
* <i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal cuija
* <i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero
* <i>Opuntia imbricanta</i>	Xoconoztle
* <i>Opuntia macrocentra</i>	Nopal chivero

* <i>Opuntia chycocantha</i>	Nopal espina amarilla.
* <i>Opuntia lucens</i>	Nopal penca redonda
* <i>Opuntia azurea</i>	Nopal coyotillo
* <i>Opuntia amycleae</i>	Nopal de Alfajayucan
* <i>Opuntia megacantha</i>	Nopal tuna amarilla
* <i>Opuntia ficus indica</i>	Nopal memelo
* <i>Opuntia undulata</i>	Nopal amarillo

Para la producción de verduras se utiliza *Opuntia ficus indica* y *Opuntia undulata*. (10)

Las cactáceas presentan hábitos y estructuras anatómicas de adaptación altamente especializados que les imparten una fisonomía particular. De estas - estructuras especializadas se consideran responsables: el medio árido y desértico en que crece la mayoría, la adaptación posterior de otras a la vida trepada en las selvas tropicales húmedas, y posiblemente los diversos tipos de polinización que experimentan principalmente por medio de los insectos, aves y quirópteros.

Existe un elevado número de especies y variedades del Nopal, siendo las - más conocidas: *Opuntia streptocantha* (Tuna cardona), que cuenta con variedades con espinas y sin espinas, produciendo esta especie un gran tonelaje de forraje. *Opuntia ficus indica* (Tuna de Castilla); *Opuntia leptocantis* (Tasajillo) ; *Opuntia imbricata* (Xoconostle, Nopal real, Tuna brava, etc.). Entre las especies sin espinas se conocen algunas de Aguascalientes, Hidalgo y Jalisco y - otras de los Estados Norteños de México y Meridionales de los Estados Unidos. Se ha observado que los Nopales sin espinas se vuelven espinosos cuando se les planta en terrenos muy pobres o cuando se les somete a cambios del medio.

L A R A I Z

La raíz de las cactáceas es semejante por lo general, a las de otras - dicotiledoneas, procede de la radícula del embrión; fija la planta en el suelo, absorbe el agua con sustancias nutritivas disueltas en ella y puede en algunos géneros almacenarla en sus tejidos.

Hay tres tipos de raíces :

- * Cuando la raíz principal adquiere mayor desarrollo que las secundarias.
- * Cuando las raíces secundarias crecen más que la principal.
- * Cuando la raíz primaria y las secundarias alcanzan aproximadamente el mismo desarrollo.

Desde el punto de vista fisiológico, la raíz principal constituye el - sistema de fijación y las raíces secundarias intervienen particularmente en la absorción. El sistema de absorción tiene que adaptarse para captar el agua --

con rapidéz, por lo que tiene ramificaciones extraordinarias. Como la raíz de las cactáceas es un órgano que en algunas especies almacenan agua y conservan las reservas nutritivas, adquieren diversas formas.

L A S H O J A S

La base de la hoja se transforma en un tubérculo poco prominente, el peciolo desaparece y el limbo se reduce, adquiriendo formas cónicas o cilíndricas, y es generalmente caduco; a veces puede persistir como una espina cuando los tejidos se esclerifican.

E S P I N A S

Las espinas son órganos característicos de las cactáceas. Como ya se ha indicado, las espinas son una modificación de las hojas. En el género de las Opuntias, se pueden observar estados de transición entre hojas y espinas.

En las cactáceas hay distintos tipos de espinas que Canong (1894), agrupó en tres clases: Las gruesas o defensivas, la suave y la glandular. Las primeras varían por su situación en la aréola, así como por su forma, tamaño, consistencia, color y número; las formas más comunes son las setosas, acicular subulada, cónica, cilíndrica, aplanada, recta, curva, retorcida, ganchuda y plumosa; pueden ser opacas o translúcidas; pequeñas, como de 1 mm o muy largas hasta de 30 cm; de consistencia flexible o muy duras.

T A L L O

Los tallos son cladidos articulados, de contorno oval, circular o en forma de raqueta; todas estas formas se interpretan como una adaptación tendiente a impedir la excesiva evaporación del agua.

F L O R E S

Se producen por lo general en las areolas superiores situadas en la región immedia al ápice y éstas areolas se forman entre uno y tres años. Cada areola produce generalmente una flor. Son hermafroditas, habiendo algunas unisexuales.

F R U T O

El fruto es una baya carnosa, la fructificación es muy abundante, en general ocurre una vez al año, aunque en algunas especies se presentan dos veces

al año. Las semillas son pequeñas y de forma variable.

PROPAGACION

La propagación se realiza por semillas y más usualmente por brotes o -
fracciones de las plantas, siendo éste método más rápido que la reproducción
por semillas.

(3 y 6).

1.1.3.- Estructura Celular

La pared celular es una de las características más sobresalientes de la célula vegetal. Consiste de una envoltura moderadamente rígida de material inerte (colocada por fuera de la membrana celular), que rodea a cada uno de los protoplastos. En la mayoría de las plantas verdes, está compuesta principalmente de un carbohidrato llamado celulosa y según el tipo de célula vegetal de que se trate, además de la celulosa, puede tener varias sustancias, incluyendo sales, ligninas y ceras. A diferencia de la membrana celular es permeable a la mayoría de las moléculas y no controla el paso de materia hacia adentro y hacia fuera de la célula. La pared celular es una especie de armazón que le sirve a la célula vegetal para proteger, mantener y servir de apoyo a la célula y a la planta en general. Se cree que estas paredes celulares son atravesadas por filamentos de citoplasma estableciéndose así un sistema protoplásmico conectivo continuo que permite las uniones celulares.

En la mayoría de los tejidos vegetales, la sustancia intersticial actúa como un cemento que mantiene unidas a las células; la pared celular de las plantas superiores mantienen su forma y tamaño, a pesar de los cambios en volumen del protoplasto debido a los cambios en el contenido de agua, evitando así la ruptura del protoplasto.

Los plastos son estructuras citoplásmicas únicas que se encuentran en las células de las plantas superiores. Los plastos están agrupados generalmente en dos clases: los incoloros o leucoplastos y los pigmentados o cromoplastos. Los primeros se encuentran en plantas que no han sido expuestas a la luz e intervienen en la formación y almacenamiento de gránulos de almidón y grasa. Los plastos más importantes llamados cloroplastos, tienen el pigmento verde llamado clorofila que da el color característico a las plantas. Los cloroplastos son arrastrados por las corrientes celulares del interior de la célula. Su tamaño varía de 3 a 7 micras. Los cloroplastos se parecen a las mitocondrias por su riqueza proteínica, su composición grasa, su contenido de DNA y por su composición enzimática.

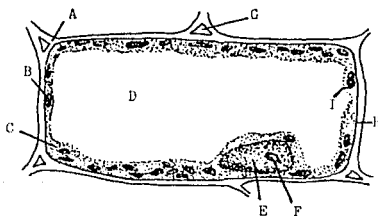
La clorofila se presenta en la mayor parte de las plantas superiores en forma de dos pigmentos verdes semejantes en su estructura química y que se designan clorofila a y clorofila b. Se localizan exclusivamente en los cloroplastos.

tos y son necesarias para que ocurra la fotosíntesis, donde la energía solar se transforma en energía almacenada en los enlaces químicos de sustancias orgánicas. Los cloroplastos están rodeados de una membrana con propiedades semipermeables. Cada cloroplasto está constituido internamente de: a) áreas granulares no verdes que reciben el nombre de estomas y b) unidades discoidales diminutas llamadas grana, constituidas de laminillas paralelas empotradas en el estoma. En apariencia, la clorofila, las proteínas y los lípidos, incluyendo los carotenoides se colocan en capas para construir los granas.

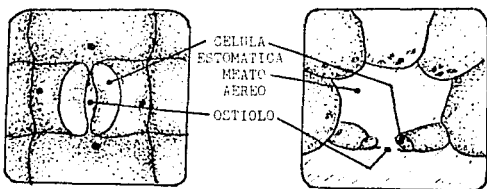
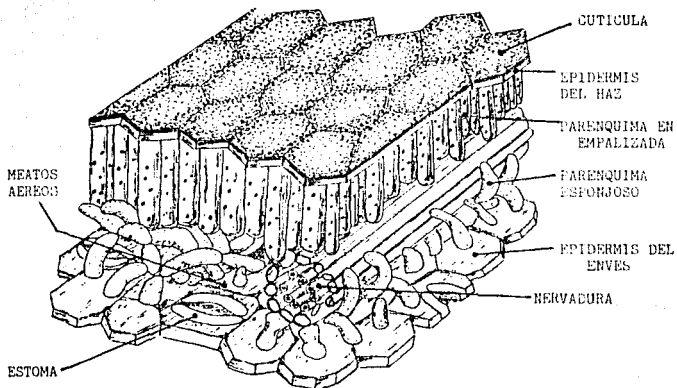
Las vacuolas son características del citoplasma de las células vegetales maduras y se encuentran menos difundidas en ciertos vegetales unicelulares. Estas son formadas de una membrana vacuolar, la cual está llena de un jugo celular, constituido en su mayor parte de agua y de una gran variedad de sustancias disueltas incluyendo sales, azúcares, ácidos orgánicos y pigmentos. En la mayoría de las células vegetales maduras la vacuola puede ocupar la mayor parte del volumen de la célula, confinando al núcleo y al protoplasma a la periferia celular, junto a la membrana celular. (32)

Fig 1. Célula Vegetal Típica.

- A.- Pared celular
- B.- Cloroplasto
- C.- Citoplasma
- D.- Vacuola
- E.- Núcleo con cromatina
- F.- Nucleolo
- G.- Espacio intercelular
- H.- Membrana citoplásmica
- I.- Membrana vacuolar



(H.J.Fuller. Botánica general p.23).



VISTA SUPERIOR DE
UN ESTOMA

VISTA DE PERFIL DE
UN ESTOMA

Fig. 2
(Rosado., Amador. Biología I. Ed. Trillas. México 1980. P 38. Fig. 25)

Las plantas pierden humedad a través de sus hojas en forma de vapor. Esta pérdida de vapor de agua, se llama "transpiración". El marchitamiento de las plantas por la sequía se debe a que la planta pierde mayor cantidad de agua que la que absorbe.

Mecanismo de la transpiración:

El mesófilo de la hoja está cubierto por la epidermis. Esta consiste en una capa de células incolores, algo similares a la piel de los animales. Sobre la epidermis hay una capa de cutina, sustancia semejante a las ceras. Sobre la cutina hay una capa de cera que se ha depositado en forma de diminutas escamas. La combinación de las capas de cutina y la cera forman la cutícula, la cual -- sirve como una capa impermeable al agua para la hoja. La hoja posee epidermis superior e inferior y ambas se encuentran en la cutícula.

Debajo de la epidermis superior se encuentran las células de empalizada. Estas son alargadas y contienen clorofila. Las células de esta capa son también verdes y generalmente isodiamétricas. Los haces vasculares contienen los tubos conductores de la savia de las plantas. Las células más o menos densas -- son los tubos cribosos y sirven para la conducción de alimentos. Las células grandes y abiertas son las tráqueas o células conductoras de agua. Los tubos -- cribosos, son las células que rodean a los tubos conductores de agua y constituyen el floema. Las tráqueas con las células que las acompañan forman el xilema. Las tráqueas llevan el agua a las células que lo rodean. Las vacuolas, el -- protoplasma y las paredes de las células del mesófilo de la hoja llegan a saturarse. Finalmente se satura la superficie de las células que bordean los espacios de aire del tejido esponjoso.

No siempre hay estomas en la epidermis superior de la hoja, y cuando existen, generalmente no son tan numerosos como en la cara inferior. El estoma -- está bordeado por dos células llamadas células guardas o células de cierre. Estas dos células guardan la abertura del tejido esponjoso de la hoja. Durante las horas de luz, si la planta tiene suficiente provisión de agua, los estomas permanecen abiertos. Si hay escasez de agua, los estomas se cierran y dejan una simple hendidura, normalmente los estomas también se cierran durante la noche.

La intensidad de la transpiración se acerca a cero en las horas de oscuridad; al amanecer, comienza a aumentar, y llega al máximo al medio día. Después decrece, hasta que al anoecer, la intensidad se acerca nuevamente a cero.

Existen tres tipos de transpiración :

- a) Transpiración estomática.
- b) Transpiración lenticular.
- c) Transpiración cuticular.

Cuando los estomas cesan su función, pueden ser reemplazados por las lenticelas, las cuales se encuentran formadas por un tejido laxo que facilita la acción de intercambio gaseoso. La cutícula es una película de constitución semejante a la de la cera y es un medio para conservar la humedad de las plantas; las plantas suculentas pierden la mayor parte del agua por los estomas.

Las hortalizas suculentas pierden agua después de cosechadas y presentan un aspecto arrugado; en algunos casos, esta pérdida de agua puede ser cuticular, quizá por el hecho de que la capa de cera que cubre la epidermis se ha perdido en gran parte por el manejo y tratamiento de estos productos. Si el suelo y el aire se encuentran saturados de humedad, las plantas pueden perder agua por gutación. El agua brota suavemente de las hojas. Esta agua no viene de los estomas, sino de la estructura debajo de la epidermis llamada hidatos.

Las contusiones y el daño en los tejidos de las verduras, alteran los arreglos estructurales y la disposición de los constituyentes dentro de las células, y permiten que el contenido haga contacto con las enzimas. Esto puede ocasionar el cambio de color del tejido de una verdura cruda. Igual sucede con el corte de la verdura. (17)

Las verduras se caracterizan por tener una baja concentración de grasa y por un alto contenido de humedad. Tiene un nivel un poco mayor de carbohidratos que las frutas. Cuando no ha madurado contiene azúcar; pero a medida que maduran, el azúcar es reemplazado por almidón. Los tubérculos de la alcachofa acumulan inulina, un polímero de fructosa, en lugar de almidón. Las células de las verduras contienen más celulosa que las frutas, y la lignina con frecuencia está presente en cantidades apreciables en los tejidos vasculares y de sostén. En algunas verduras, los tejidos vasculares se distribuyen completamente,

pero en otros éstos son más localizados. La parte inferior de los espárragos, los tallos de brócoli y las venas medias especialmente de las hojas más viejas de espinacas y de la col rizada son partes en donde se encuentra el tejido lignificado.

Las verduras son más ricas en minerales y vitaminas que las frutas. Las verduras delgadas y de hojas verde oscuro son ricas en hierro, riboflavina, ácido ascórbico y provitamina A. Las verduras son una buena fuente de tiamina. Las hojas verdes delgadas de aquellas que no pertenecen a las de la familia de las quenopodias, aportan calcio. El calcio en las espinacas no es aprovechable debido a que el ácido oxálico presente fija el calcio en forma insoluble.

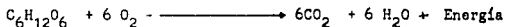
Las verduras contienen cierto número de ácidos orgánicos, productos metabólicos de las células: (12)

- * Acido fórmico
- * Acido acético
- * Acido oxálico
- * Acido fumárico
- * Acido succínico
- * Acido cítrico
- * Acido malónico
- * Acido aconítico
- * Acido tartárico
- * Acido benzóico

Naturaleza del proceso :

La respiración determina la oxidación de los sustratos orgánicos ricos en energía hasta su conversión en compuestos más sencillos con una energía potencial más reducida. La energía producida es máxima cuando el proceso tiene lugar en presencia de oxígeno molecular y los productos de las reacciones que tienen lugar consisten en dióxido de carbono y agua. La respiración anaerobia es mucho menos eficaz para producir energía y determina la aparición de compuestos químicos de tamaño molecular intermedio, como por ejemplo el etanol. La respiración aerobia es mucho más importante en las frutas y verduras cosechadas, aunque bajo ciertas condiciones puede realizarse la respiración anaerobia, especialmente cuando los tejidos han envejecido y la descomposición de su estructura ha disminuido la permeabilidad del producto para el oxígeno atmosférico. La respiración anaerobia puede ser producida por la inactivación de los sistemas terminales de oxidasas, y suele ir asociada con una pérdida notable de calidad.

Los sustratos normales para la respiración de los tejidos vegetales son los carbohidratos, los ácidos orgánicos y otras fuentes posibles de energía como grasas, proteínas, etc. La reacción general es la siguiente :



El mecanismo más común para la degradación de una hexosa parece seguir el proceso de Embden-Meyerhof-Parnas, o glucólisis (E.M.P.), seguido por el ciclo de Krebs del ácido tricarbóxico

Algunos de los ácidos que se forman durante el ciclo de Krebs como el cítrico o málico, están incluidos entre los componentes ácidos más abundantes de las frutas y verduras, y la acumulación de este tipo de ácidos en los tejidos puede constituir el resultado de las diferentes velocidades con que realizan algunas fases de este ciclo respiratorio.

Tipos de actividad respiratoria en frutas y verduras cosechadas :

En términos generales podemos decir que el cociente respiratorio indica la rapidez con que se producen los cambios en la composición de un producto.

Una determinación de cociente respiratorio elevado suele ir asociado a un deterioro rápido, es decir, el producto resulta muy perecedero. Los productos con valores de cociente respiratorio relativamente reducido, pueden almacenarse durante largos períodos sin que pierdan su aceptabilidad de productos frescos.

Las frutas y verduras se pueden dividir en dos grupos principales de a---uerdo con sus tipos de actividad respiratoria. La mayoría de los frutos carno sos, entre los que se incluyen las hortalizas como el tomate, presentan una e-levación temporal característica en su cociente respiratorio, que coincide nor-malmente con los cambios de color, sapidez y textura asociados con la madura-ción. Este máximo de la actividad respiratoria o cociente respiratorio, que a-nuncia el comienzo del envejecimiento, se denomina el climaterio, y las frutas que presentan este fenómeno pueden llamarse "frutas climáticas". El aumento del cociente respiratorio, se produce al mismo tiempo durante el curso del cli-materio.

$$\frac{\text{CO}_2 \text{ producido}}{\text{O}_2 \text{ absorbido}} = \text{C.R.}$$

Manteniendo constantes las condicio-nes ambientales tenemos que los productos no climáticos mantienen normalmente un cociente respiratorio bastante constante o

muestran un ligero descenso en el mismo al progresar el envejecimiento.

El cociente respiratorio suele estimularse en los tejidos lesionados meca-nicamente. (16)

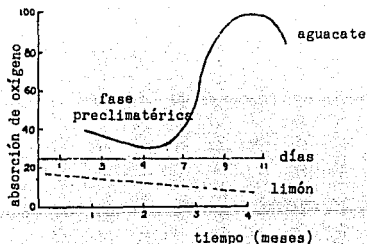


Fig. 3 Respiración de frutas climáticas y no climáticas (S.,Badui. Quí-mica de los Alimentos. p 297, Fig 8.2).

1.1.4.3.- Clorofila y Fotosíntesis

La fotosíntesis es la conversión de energía química por las plantas -- verdes. La clorofila, es el principal agente capaz de absorber energía luminosa para transmitirla a los intermediarios adecuados, a fin de ser utilizada -- para la síntesis de carbohidratos a partir de dióxido de carbono y agua.

La fotosíntesis es el fenómeno opuesto a la respiración. Implica un transporte de electrones "corriente arriba", desde el agua al NAD^+ y finalmente a -- los sustratos orgánicos. Las reacciones de la fosforilación acoplada sirven -- para almacenar y liberar energía, de un modo similar al de la respiración.

La clorofila se encuentra localizada en estructuras granulares o plástidos denominados cloroplastos. Los plástidos están constituidos por partículas más pequeñas, los "grana"; las laminillas constituyen los grana. Las laminillas se presentan como conglomerados de subunidades esféricas (cuantosomas). Dentro de los cuantosomas yacen las moléculas de la clorofila, aparentemente unidas a las proteínas, lípidos y lipoproteínas. En las hojas verdes de los vegetales -- superiores, el contenido en clorofila es de alrededor de 0.1 % en base al peso fresco.

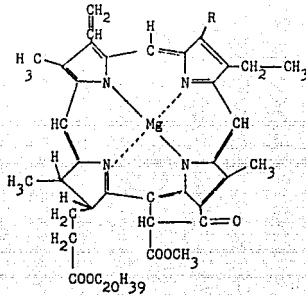
Las clorofilas se encuentran acompañadas por pigmentos amarillos, carotenos ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}$) y xantófilas ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$).

La molécula de clorofila contiene un átomo de magnesio, conectada al resto a través de una unión conjugada. El magnesio es indispensable para el crecimiento de las plantas. La molécula de clorofila consiste de cuatro anillos pirrólicos sustituidos, unidos por puentes de metilo. La estructura tetrapirrólica de la clorofila es muy similar a la del hem con la excepción de que el hem -- contiene hierro en lugar de magnesio. La clorofila es el diéster formado a partir de ácido dicarboxílico (clorofilina), metanol, y alcohol fítico, es decir, es un metil-fítill-clorofiluro.

La clorofila es estable en solución débilmente alcalina, pero es fácilmente atacada aún por ácidos débiles, que provocan la separación del magnesio de la molécula, dejando una sustancia de color pardo-olivo (feofitina).

La fórmula de la clorofila se estableció en 1937 por Fischer; Strell logró la síntesis total en 1960. (5')

La fórmula de la clorofila es la siguiente:



Clorofila a: R = CH₃

Clorofila b: R = CHO

(Badui, D. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra. México 1981. P 276)

La clorofila b difiere de la clorofila a, en que posee un grupo aldehído en el átomo de carbono 3 en lugar de un grupo metilo. La clorofila es insoluble en agua si la parte fitólica se encuentra unida a ella. De la eliminación del fitol por hidrólisis genera el metil-clorofilido hidrosoluble. La clorofila a, en solución acetónica posee un leve espectro de absorción con un pico a 663 nm. El máximo de la clorofila a "in vivo" se encuentra a 684 nm al principio del proceso de verdecimiento. Luego se corre a 273 nm. El máximo "in vivo" de la clorofila b se encuentra a 650 nm.

La acción de un ácido débil resulta en la eliminación del magnesio de la molécula de clorofila, formándose feofitina, que posee un color pardo vivo. A pesar de que todos los tejidos vegetales son naturalmente bastante ácidos, la clorofila "in situ", se encontraría aparentemente unida a lipoproteínas que en cierta forma la protegerían de la acción de los ácidos.

Cuando se aplica calor en el procesamiento de alimentos, las proteínas tienden a coagular, y la clorofila resulta así más expuesta a la ac---

ción adversa de los ácidos.

El escaldado, ~~consiste~~ que parte de la clorofila sea convertida en feofitina. Se han realizado numerosos intentos para proteger la clorofila, neutralizando una porción del ácido, y por tanto, elevando el pH del tejido vegetal en cuae--tión, mediante el agregado de álcali. Pero en la mayoría de los casos, dichos procedimientos no dieron buenos resultados, debido a los cambios en el sabor y en la textura. Esto ocurrió aún al emplearse hidróxido de magnesio como álcali, a fin de reducir la acidez en las arvejas verdes enlatadas producidas comer---cialmente.

En el tejido vegetal suele encontrarse presente la enzima clorofilasa y - su acción consiste en desprender el fitol de la molécula de clorofila; el re--sultado neto de su actividad es la solubilidad del pigmento verde en agua.

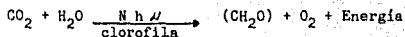
En ciertas estaciones del año, la clorofilasa se mantiene activa a 67-75 °C, una temperatura a la cual, la mayor parte de otras enzimas se inactivan, - mientras que en otras épocas la misma clorofilasa aparenta realmente ser inac--tivada. Por ejemplo, en la espinaca se encuentra prácticamente inactiva duran--te el verano; en primavera, la misma enzima convierte la clorofila en filina - aún después de que el vegetal haya sido calentado durante 20 min. Se ha demos--trado que la actividad de la clorofilasa aumenta en muchos frutos con la madu--rez.

La cocción en recipientes de cobre puede provocar la sustitución del átomo de magnesio de la molécula de clorofila por un átomo de cobre. El complejo de cobre de la clorofila posee un color azul-verdoso oscuro. La oxidación al--calina genera porfirinas.

La degradación oxidativa del pigmento verde en productos a base de verdu--ras congeladas o deshidratadas se encuentra relacionada con la oxidación enzi--mática de los lípidos. Así, la pérdida del color verdoso en las verduras con--geladas o deshidratadas, que hayan sufrido un escaldado incompleto, podría ser el resultado indirecto de la oxidación de los lípidos inducida por la enzima - lipoxigenasa, mientras que la decoloración de las verduras escaldadas excesiva mente o procesadas con calor podría atribuirse, a la acción de los radicales - libres oxidantes formados a partir de los lípidos al dañarse térmicamente . A pesar de que no se conoce exactamente la vía de degradación, se supone que al-

gunos de los productos de degradación de la clorofila son los responsables del desarrollo de colores peculiares, aproximadamente al heno, que acompaña la pérdida del color verde. El SO_2 es efectivo en la prevención del color verde perdido y el desarrollo de sabores perjudiciales.

La reacción de la fotosíntesis se puede expresar de la siguiente manera:



Donde:

$\text{N h } \mu$ = Número de cuantos requeridos por mol.

(CH_2O) = Materia orgánica.

Para obtener el O_2 , la única fuente de oxígeno es el agua; algunos microorganismos y algas son capaces de llevar a cabo la fotosíntesis con compuestos diferentes del agua. Al igual que la respiración, la fotosíntesis es una reacción de oxidoreducción. A diferencia de la respiración, el flujo de los electrones en la fotosíntesis es en dirección de las electronegatividades crecientes. La luz provee la energía requerida para este flujo de electrones "corriendo arriba".

En las plantas vivas y verdes, se cree que existen dos sistemas diferentes de pigmentos, operando como dos estaciones de bombeo en serie. El sistema de pigmentos I (clorofila a y carotenoides), cuando se fotoexcita, cede electrones de alta energía al NADP^+ a través de una serie de transportadores, pero aún en el estado normal, el sistema de pigmentos I es demasiado electronegativo como para reponer sus electrones a expensas del agua. El sistema de pigmentos II, que consiste en clorofila a, b y otros pigmentos, absorbe luz a una longitud de onda más corta, y luego de la excitación cede electrones al sistema de pigmentos I, por medio de una serie de transportadores. El sistema II es lo suficientemente electropositivo como para aceptar electrones del agua. Se cree que el componente pigmentado del sistema I libera electrones de alta energía como resultado de la fotoexcitación de el P_{700} . También se han caracterizado varias enzimas e intermediarios de la cadena transportadora de electrones. Así, la ferredoxina, una proteína que contiene fierro, sirve como intermediario en la cadena que se extiende desde el fotosistema I al NADP^+ .

La pérdida y la ganancia de electrones en la ferredoxina se producen aparentemente a través de transiciones de valencia del átomo de hierro. Otro transportador, que opera entre los dos sistemas de pigmentos, es la plastoquinona, una quinona isoprenoide. Su mecanismo de transferencia de electrones aparentemente implica una transición quinona-hidroquinona.

La síntesis de ATP se acopla con algunas de las etapas de transferencia de electrones corriente abajo. (9)

1.1.5.- Composición Química y Bromatológica

Los reportes obtenidos del Instituto Nacional de Nutrición nos indican que el nopal posee la siguiente composición: (24)

	(%)
* Porción comestible	0.78
* Energía (Kcal)	27.00
* Proteínas (g)	1.70
* Grasa (g)	0.30
* Carbohidratos (g)	5.60
* Calcio (mg)	93.00
* Hierro (mg)	1.60
* Tiamina (mg)	0.03
* Riboflavina (mg)	0.06
* Niasina (mg)	0.03
* Ascórbico (mg)	8.00
* Retinol (meg Eg)	41.00
* Lisina (g/100g Prot.)	4.00
* Isoleucina "	4.00
* Treonina "	4.80
* Valina "	3.80
* Leucina "	5.20
* Triptófano "	0.80
* Metionina "	0.70
* Fenilalanina "	5.40

Los datos que a continuación se indican, aparecen publicados en
"Perspectivas de la Utilización del Nopal y de la Tuna".SAIMEX, 1981
(10).

COMPONENTE	Nopal Verdura (%)
* Materia seca	7.60
* Humedad	92.40
* Grasa (B.S.)	7.60
* Proteína (B.S.)	0.03
* Cenizas (B.H.)	1.40
* Azúcares Reductores Directos (B.H.)	0.09
* Azúcares Reductores Totales (B.H.)	0.35
* Acidez (ácido cítrico)	0.24
* pH	4.60
* Sólidos solubles	4.90
* Pectina (B.S.)	13.00
* Pectina (B.H.)	1.34

Tabla No.3, Página No.15.

**1.1.6.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ALTERACION
Y DESCOMPOSICION DE LOS VEGETALES.**

1.1.6.1.- Temperatura

La temperatura puede afectar a la transpiración de las siguientes maneras: Al aumentar la temperatura de la atmósfera, aumenta la capacidad del aire para retener la humedad. Las hojas expuestas a la luz solar están algunos grados más calientes que el aire que las rodea, lo que aumenta la energía cinética de las moléculas de agua en el tejido esponjoso y así aumenta la capacidad de difusión del agua. (17)

El límite superior de temperatura para los artículos cosechados oscila generalmente entre los 30° y 35°C. El cociente respiratorio aumenta normalmente al aumentar la temperatura. Al aproximarse al límite superior el cociente respiratorio vuelve a descender. La temperatura mínima tolerada demora el aumento del climaterio de la respiración. El período climatérico puede desaparecer manteniendo los productos vegetales a una temperatura próxima al límite mínimo de margen fisiológico. (16)

Cualquier aumento en la temperatura determina un aumento de presión de vapor del agua, aunque disminuye la humedad relativa de la atmósfera exterior y por lo tanto aumenta el cociente respiratorio. El cociente respiratorio se eleva temporalmente al introducir los artículos calientes en una atmósfera fría, debido a la diferencia existente entre las presiones de vapor del agua a la temperatura inicial de los artículos y del aire, respectivamente. En este caso descenderá el cociente respiratorio según los artículos vayan enfriándose hasta alcanzar la temperatura existente en la atmósfera que los rodea.

La temperatura también influye en el equilibrio almidón-azúcar de los tejidos de reserva. Los azúcares aumentan a bajas temperaturas, mientras que si sube la temperatura el equilibrio se desplaza en sentido opuesto. En las verduras cosechadas prosigue la síntesis de lignina, aunque sólo en pequeña escala, y esto puede ejercer una influencia altamente significativa sobre la calidad textural de los alimentos. (12)

Las bajas temperaturas reducen la actividad fisiológica de los tejidos vegetales y de cualquier microorganismo capaz de producir alteraciones.

La temperatura es un factor físico importante que afecta el crecimiento y la actividad metabólica de todas las células vivas. Los microorganismos no son

la excepción. Obviamente puede asignarse un intervalo de temperaturas óptimas para cada organismo o para los grupos de organismos relacionados entre sí. La temperatura de crecimiento puede estar varios grados abajo de la óptima; la velocidad de crecimiento disminuye a medida que decrece la temperatura. (20,35)

1.1.6.2.- Actividad Acuosa

La presencia del agua en los alimentos y su concentración determina el alto grado de su sabor y digestibilidad, así como la estructura física y la capacidad de manejo técnico del material. Lo que es más importante, casi todos los procesos de deterioro que se realizan en los alimentos reciben influencia, en una u otra forma, de la concentración y la movilidad del agua en este alimento. Como una orientación aproximada, se podría decir que, independientemente de la composición será causada por el crecimiento y desarrollo de las bacterias y mohos de los alimentos y por reacciones enzimáticas; a concentraciones bajas de agua, las pérdidas de calidad se producen principalmente por reacciones autooxidativas y de deterioro físico.

La intensidad y la rapidez de los diversos procesos de deterioro es distinta a diferentes concentraciones de agua; sin embargo, el alimento es más estable cuando hay una baja concentración de agua y no a concentraciones elevadas. El potencial de agua para tomar parte en todos los procesos de deterioro de los productos está caracterizado por la actividad de agua (A_w) en el producto, que de acuerdo a la Ley de Raoult generalizada es la relación entre la presión de vapor del agua del producto a temperatura (t_p) y la presión de saturación del agua a la misma temperatura:

$$A_w = P \text{ prod.} / P_o \qquad P = \text{Presión.}$$

La actividad del agua en cualquier producto depende de la composición química del mismo, del estado de agregación de sus constituyentes, del contenido de agua y de la temperatura del producto. (5,16 y 26)

1.1.6.3.- Luz Solar

La luz solar provoca la abertura de los estomas aumentando la transpiración de las verduras. La exposición a la luz puede activar a las enzimas de el oscurecimiento, si además el vegetal tiene fácil acceso al oxígeno del aire, este proceso se acelera. (17)

1.1.6.4.- Humedad Relativa

La intensidad de la pérdida de agua de la planta depende de la capacidad de la atmósfera para absorber humedad. La causa inmediata de la pérdida de agua se debe a la existencia de un gradiente de la presión de vapor del agua entre la atmósfera externa o interna próxima a la superficie de la planta. Dado que la atmósfera interna se encuentra normalmente saturada, el principal factor ambiental que influye sobre el cociente respiratorio se encuentra en la humedad relativa del aire que rodea a la planta.

La humedad elevada disminuye la pérdida del agua que experimentan los tejidos y, por consiguiente, retarda la desecación o marchitado de los mismos, aunque puede provocar el desarrollo microbiano en la superficie de los tejidos.

El término de Humedad Relativa está relacionado con el de Actividad Acuosa. La Humedad Relativa se define como el cociente entre la presión parcial del vapor de agua del aire y la presión de vapor del agua para la misma temperatura. La humedad relativa se refiere a la atmósfera que rodea a un material o una solución. (5,16,26 y 29)

1.1.6.5.- Microorganismos

Una cuarta parte de la producción cosechada no llega a consumirse por sufrir alteraciones (Salunkhe, 1974). El deterioro de las frutas y hortalizas frescas suele acontecer durante su almacenamiento y transporte, así como en las etapas de espera antes de sus procesamientos. Las frutas y hortalizas permanecen vivas, durante un tiempo importante desde su recolección hasta su tratamiento industrial. La respiración residual y el proceso normal de maduración dificulta el estudio independiente de la alteración microbiana de frutas y hortalizas. Muchos de los problemas de deterioro microbiano son en el fondo "enfermedades de mercado".

Tan pronto como las frutas y hortalizas se colocan durante su recolección en cajas, bolsas, cestas o medios de transporte diversos, están expuestos a contaminación por organismos que pasan de unas a otras o proceden de los recipientes, a menos que estos hayan sido adecuadamente higienizados. Durante su transporte al mercado o las plantas industriales, los traumatismos aumentan -

su susceptibilidad a la alteración y puede iniciarse el crecimiento microbiano.

La eliminación de frutas y hortalizas alteradas o de sus partes deterioradas reduce el número de microorganismos, pero se pueden ocasionar traumatismos diversos y por lo tanto aumentar la susceptibilidad a posibles alteraciones. Cuando estos productos se venden en el mercado sin tratamiento industrial alguno, generalmente la contaminación que posteriormente sufren es mínima, salvo que se almacenen en recipientes contaminados, posible contacto con productos alterados, manipulación por los encargados de su venta al público - consumidor.

Los microorganismos presentes en la superficie de las frutas y hortalizas recién colectadas comprenden no solamente la flora superficial normal, sino - la procedente del suelo y agua, e incluso gérmenes patógenos de los vegetales. Entre los gérmenes normales se encuentran: Pseudomonas, Alcalígenos, Bacillus, Chromobacterium, Enterobacter, Flavobacterium, Lactobacillus, Leuconostoc, Micrococcus, Sarcina, Serratia, Staphylococcus y otros, y a veces géneros con -- especies patógenas de vegetales, como Erwinia y Xanthomonas. A veces se encuentran distintas clases de mohos y levaduras. Cuando las superficies están húmedas o las partes externas han sufrido traumatismos, algunos microorganismos se desarrollan durante el tiempo que transcurre entre la recolección y el momento de su transformación o consumo. El debido control de humedad y la temperatura reducirá el crecimiento.

El daño causado previamente por patógenos de los vegetales, puede hacer - que la parte comestible de la planta sea inutilizable, o puede abrir el camino al crecimiento de organismos saprofitos que causan su alteración.

Las alteraciones microbianas pueden ser debidas a :

- 1) La acción de gérmenes patógenos sobre las hojas, tallos, raíces, frutos o cualquier otra parte del vegetal que se use como alimento.
- 2) A los microorganismos saprofitos, que pueden producir una invasión secundaria consecutiva a la acción de los patógenos o penetrar en un vegetal sano. A veces la acción de un saprófito puede suceder a la acción de un patógeno, otras veces actúan varios -- saprófitos de una manera consecutiva sobre el producto. Así , --

las bacterias coliformes pueden desarrollarse como invasores secundarios y hallarse presentes en números considerables.

Las alteraciones más comunes son:

- 1.- Podredumbre blanda bacteriana.- producida por Erwinia carotova y especies similares fermentadoras de las pectinas. Dan lugar a un producto como empapado de agua, de consistencia blanda y a veces, de olor desagradable.
- 2.- Podredumbre mohosa gris.- producida por especies de Botrytis. Su crecimiento se favorece al elevarse la humedad y la temperatura.
- 3.- Podredumbre por Alternaria.- En ciertas áreas da lugar a manchas negras.
- 4.- Mildiu lanoso.- originado por especies de Phytophthora. El moho prolifera en masas blanquecinas de aspecto lanoso.
- 5.- Podredumbre blanda acuosa.- producida principalmente por Sclerotia sclerotium. Se presenta fundamentalmente en las hortalizas.
- 6.- Podredumbre mohosa negra.- originada por Aspergillus niger. Las esporas del moho tienen un color que varía de pardo al negro, conociéndose a esta alteración con el nombre vulgar de "tizón".
- 7.- Mucosidad o acidez.- producida por especies bacterianas saprofitas en hortalizas apiladas, húmedas y calientes. (9 y 17)

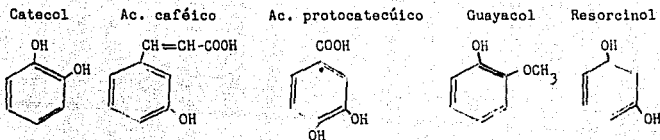
1.1.6.6.- Actividad Enzimática

Los vegetales están formados por tejido biológicamente activo y por tanto contiene enzimas. Después de la recolección la respiración continua, lo que produce cambios durante su almacenamiento.

La actividad más común se deriva principalmente de:

- * Pectinasa
- * Clorofilasa
- * Acido ascórbico oxidasa
- * Lipasa
- * Proteasa
- * Lipoxigenasa
- * Polifenoloxidasa

Los m-difenoles como el resorcinol, no son sustratos en la reacción de og curecimiento. Actúa como inhibidor competitivo con los o-difenoles; los deriva dos metílicos del fenol como el guayacol no son sustrato.



(Badui, D.S. Química de Alimentos. p 228).

Generalmente estas enzimas presentan dos tipos de actividad:

* Fenol hidroxilasa o cresolasa, que hidroliza normalmente los anillos aromáticos en posición para y forma hidroxiquinonas.

* Polifenoloxidasa o catecolasa que efectúa una oxidación y produce una o-quinona.

Las catecolasas actúan por medio de reacciones de adición en las que una molécula de oxígeno es introducida a la molécula insaturada del sustrato que al polimerizarse da compuestos pigmentados oscuros; en la primera de las reacciones se requiere la presencia de fenoles, oxígeno y cobre, mientras que en la segunda no intervienen las enzimas y es exclusivamente función de la temperatura y pH.

La o-quinona puede interaccionar con hidroxiquinonas (producto de las cresolajas) para formar igualmente polímeros. En algunos casos se genera dióxido de carbono.

En presencia de etileno, las papas aumentan su actividad de catecolasa, -peroxidasa y fenolasa; existen microorganismos que generan etileno en altas --concentraciones y pueden causar que las enzimas actúen más rápido sobre los sustratos.

Ácidos comerciales: málico, fosfórico, cítrico y ascórbico; el jugo de li món y otros cítricos pueden utilizarse para inhibir las enzimas debido a su ca pacidad reductora, por una interacción directa con la enzima o por un mecanismo mixto en el que influyen estos factores. El ácido cítrico además de reducir el pH, secuestra los iones cobre necesarios para activar las enzimas.

Estas enzimas deterioran la calidad y por eso se preserva mediante enlatados, deshidratación y el enfriamiento para conservarlo mayor tiempo; al emplear estos métodos es necesario tratar con un proceso de alta temperatura -- como en el escaldado, para destruir los sistemas enzimáticos y así no puedan dañar los productos procesados. (5)

Al exponer los tejidos al oxígeno del aire, se induce la pérdida de vitamina C por la acción enzimática. La vitamina A es atacada por la lipoxidasa. La decoloración de los vegetales verdes es por la acción de la clorofilasa, que transforma la clorofila en su correspondiente clorofilida, con lo que se pierde el color. La acción de la enzima clorofilasa (cloril-clorofilido-hidrolasas, EC 3.1.1.1.4.) es otra forma de degradar la clorofila; es probable que esta enzima se encuentre en la mayoría de los vegetales que contienen clorofila e hidrolice el fitol de la clorofila para producir el correspondiente fitol y clorofilida.

La clorofila también puede ser degradada por los hidropéroxidos formados durante la oxidación de grasas insaturadas, por lo que la oxidación de los lípidos, tanto por oxígeno como por lipoxigenasa trae consigo pérdida del color verde de los alimentos. Las irradiaciones también son capaces de producir estos cambios. La clorofila es más estable a pH alcalino.

Cuando la verdura sufre un daño físico, ocurre una reacción enzimática -- de oscurecimiento, por la exposición del tejido al aire y a la luz. La actividad enzimática da como producto final las melaninas.

Las enzimas que efectúan esta reacción pertenecen a las oxidorreductasas:

* Fenoloxidasa	* Tirosinasa
* Catecolasa	* Fenolasas
* Polifenoloxidasa	* Polifenolasa

Los sustratos más comunes son compuestos insaturados como los monofenoles y o-difenoles, flavonoides y taninos, en los que el oxígeno actúa como receptor o aceptor de hidrógeno provenientes de estas reacciones.

Estas enzimas pueden utilizar la tirosina, dihidroxifenilalanina, ácido colárgénico, ácido gálico y varias hidroquinonas. Algunas fenolasas requieren al ion cobre como cofactor. (50)

* Polifenoloxidasas:

Su nomenclatura es 1.14.18.1. de nombre monofenol, dihidroxifenilalanina, oxígeno oxidorreductasa. Es una de las oxidasas de compuestos fenólicos con posición orto (3,4,5 - trihidroxil) grupos metilo.

La polifenoloxidasas se encuentra en las plantas, también es producida por algunos microorganismos, por hongos y algunos organismos animales. La localización de las enzimas en las partes celulares depende de la especie, edad y madurez. Dentro de las hojas verdes una parte considerable de la actividad de la polifenoloxidasas está localizada en los cloroplastos. En las espinacas, alfalfa, trigo, avena, chícharo y caña de azúcar, las enzimas están presentes en forma latente en los cloroplastos, requieren de triptófano o luz para activarse. Las enzimas están fuertemente unidas a los cloroplastos en frutos verdes, y la mayor concentración de polifenoloxidasas se encuentra localizada en la pulpa y solo en pequeñas concentraciones en la cáscara de plátano.

La polifenoloxidasas ayuda a las plantas a resistir infecciones microbianas ya que las quinonas formadas por la acción de las enzimas, dan reacciones de polimerización secundaria, siendo un polímero insoluble. Los tejidos impregnados con este polímero actúan como barrera en la propagación de la infección.

El descenso en el contenido de lípidos es importante para las plantas -- porque altera la permeabilidad de las membranas y facilita el acceso a las enzimas por su sustrato. Las plantas resistentes a las condiciones climatológicas adversas, tienen en general mayor actividad de polifenoloxidasas que las variedades susceptibles. Además la presencia de oscurecimiento enzimático indica una pérdida en el contenido de vitamina C en los tejidos afectados. Las antocianinas son degradadas por la formación de quinonas por la polifenoloxidasas. El ácido ascórbico previene la oxidación de las antocianinas por su bajo potencial de oxidorreducción.

Los sustratos de la polifenoloxidasas son los fenoles con dos o tres grupos hidroxil adyacentes que reaccionan fácilmente con las sales de fierro. A valores de pH mayores de 4 hay productos de color azul-gris o negro que imparten un sabor metálico al alimento.

El sustrato natural más importante de la polifenoloxidasas en frutas y vegetales son las catequinas, ésteres de ácido cinámico, 3,4-dihidroxifenilalanina (DOPA) y tirosina. Las catequinas son 3-hidroxiflavonas. La L-DOPA es un --

producto de hidroxilación de tirosina catalizada por la polifenoloxidasas. La -tirosina siendo un fenol y al mismo tiempo un aminoácido, se encuentra prácticamente en todos los tejidos de las plantas.

La polifenoloxidasas no actúa sobre glucósidos. El sitio de sustitución de mono e hidroxifenoles es también un factor importante en el aspecto de ataque de la polifenoloxidasas. Los monofenoles son hidroxilados sólo si tienen un grupo metilo sustituido en posición para y un 3,4-dihidroxifenol en posición para, son oxidados a altas velocidades más que los 2,3-dihidroxifenoles. Los sustituyentes en posición 3 (3-metil catecol, ácido 2,3-dihidroxibenzóico, ácido 2,3-dihidroxi-4-metoxibenzóico, ácido 2,3-dihidroxifenilsulfónico) causan un descenso en la afinidad de las enzimas con el sustrato. La presencia de un grupo donador de electrones en posición 4 (como un ácido cloragénico, 4-metilcatecol, etc.), aumenta un grupo aceptor de electrones (como un 4- nitrocatecol, ácido 3,4-dihidroxibenzóico, 3,4-dihidroxibenzaldehido, etc.) y reduce la actividad del sustrato.

El pH óptimo para la polifenoloxidasas, se encuentra en un rango de 4 a 7.

La polifenoloxidasas es una enzima extremadamente sensible al calor. Exposiciones cortas de los tejidos en soluciones a temperaturas de 70 a 90°C, son en la mayoría de los casos suficientes para destruirlas parcialmente, irreversiblemente o totalmente de su función catalítica. La polifenoloxidasas en tejidos de verduras y en frutas, generalmente es inactivada por calor y sustancias químicas previa exposición a temperaturas bajas para prevenir el oscurecimiento -enzimático.

La eficiencia de los tratamientos térmicos depende del pH. El uso de inhibidores de oscurecimiento en alimentos está restringido por requerimientos especiales como compuestos no tóxicos, salubres, efectos de sabor, aroma, etc.

Los iones inorgánicos como el fluoruro y la azida, inhiben a las enzimas en medio ácido cuando la disociación es incompleta. Algunos iones inorgánicos por ejemplo el borato y el ácido benzóico actúan como complejantes con el sustrato, siendo una inhibición de tipo competitiva. (50)

1.1.6.7.- Fitorreguladores

La aplicación racional de fitorreguladores no consiste en aplicar sustancias contaminantes para forzar el desarrollo, sino restablecer la fisiología normal por desviaciones climáticas donde la planta no sintetiza las hormonas vegetales. De aquí se deduce también que los fitorreguladores solamente excitan potencialidades naturales y no se deben esperar resultados maravillosos por su uso.

Los fitorreguladores se aplican para restablecer el equilibrio hormonal y entonces el desarrollo normal de la planta o bien para activar, retardar o modificar algún aspecto del desarrollo. Se debe tener en cuenta los siguientes - puntos generales para su uso:

- a) Los fitorreguladores actúan sobre diversos aspectos del desarrollo y no solamente aquel que se desea regular. Deben esperarse otros efectos además del previsto, algunos quizá indeseables.
- b) Cada especie tiene su equilibrio hormonal específico; no se puede asegurar que los efectos obtenidos en una, tengan lugar en la otra.
- c) Los factores del medio, principalmente la temperatura, y los propios de la planta, especialmente la edad, pueden variar los efectos de los fitorreguladores sobre todo los de tipo auxínico.
- d) Se debe asegurar que los efectos serán realmente ventajosos.
- e) Debe recordarse que estos productos a veces son caros y que en el caso - de los árboles frutales, pueden causarse daños que llevarán años reparar.
- f) En la horticultura y fruticultura tecnificadas el uso de auxinas y giberelinas es ya rutinario, pues si bien establecer el uso óptimo es difícil, en muchos casos es decididamente ventajoso. (45)

1.1.6.8.- Aireación

Al exponer las plantas al viento, se produce un cierto aumento en la aceleración de la transpiración, esto puede ocurrir cuando transportan los vegetales en camiones abiertos. Como regla general la transpiración aumenta en su intensidad con la velocidad del viento hasta unos 5 Km/hr; más allá la transpiración es constante. Vientos de alta velocidad cierran los estomas. (17)

La concentración de oxígeno/dióxido de carbono, influye en la respiración aerobia donde se absorbe oxígeno y se libera dióxido de carbono. Si la presión de oxígeno es menor y la concentración de dióxido de carbono aumenta la respiración se ve disminuida. El aumento de dióxido de carbono y la disminución de la concentración de oxígeno, son resultado de la actividad respiratoria de los artículos almacenados, produciendo una disminución de la actividad metabólica normal de los tejidos vegetales inhibiendo el crecimiento de los microorganismos que provocan la putrefacción. (16)

Los organismos aerobios necesitan oxígeno en cantidad muy cercana a la -- que se encuentra presente en el aire a la presión atmosférica, y en ausencia de esta cantidad de oxígeno no crecerán. Todos los hongos son moderadamente aerobios, de modo que, por lo general, su crecimiento está limitado a la superficie de un alimento, donde puede conseguir libre acceso al oxígeno. Los organismos anaerobios no crecerán en presencia de oxígeno a menos que el medio nutricional contenga sustancias capaces de producir unas condiciones de baja presión de oxígeno en el alimento en sí.

Algunos microorganismos cuyo crecimiento se da mejor en condiciones aerobias, puede adaptarse al crecimiento anaerobio. Muchas bacterias del género -- Bacillus son capaces de hacerlo. (20)

1.1.6.9.- pH

El pH es la medida de la concentración de los iones hidrógeno, tiene también un marcado efecto en la velocidad del crecimiento y el rendimiento. El pH para una especie presenta generalmente un máximo denominado pH óptimo.

En las bacterias varía entre 6 y 8; en levaduras entre 4 y 6 y para -- los mohos entre 3 y 7. (42)

Por otro lado, la clorofila también se ve afectada por los cambios de pH en su medio; la clorofila es estable en las soluciones débilmente alcalinas, -- pero es atacada fácilmente por ácidos débiles, provocando la separación del -- magnesio que contiene la molécula, formándose la fcoefitina que posee un color pardo-olivo. (9)

1.1.6.10.- Etileno

Las emanaciones volátiles procedentes de los frutos maduros ejercen un efecto estimulante sobre la actividad metabólica de otros productos vegetales mantenidos en el mismo almacén. La formación de etileno parece estar íntimamente relacionado con el proceso de la respiración.

Además de sus efectos palpables sobre el color de los productos vegetales, provoca una destrucción de los pigmentos clorofilados, eliminando las coloraciones subyacentes de las hojas, de los tallos y los frutos; el etileno ejerce una notable influencia sobre el curso de la enfermedad respiratoria, particularmente en los frutos climatéricos, en los cuales provoca la rápida aparición del climaterio.

El etileno aumenta el cociente respiratorio y otras actividades metabólicas en los productos no climatéricos. El etileno comercialmente se utiliza para provocar la maduración de productos como el plátano y los tomates, para conseguir que los frutos cítricos adquieran su coloración total y para blanquear el apio. (16)

El etileno es un fitorregulador hormonal presente en las plantas; para obtenerlo durante un tiempo se utilizó carburo.

Ahora se ha sintetizado un producto llamado "etefón" que es absorbido por la planta y en su interior genera etileno.

El etileno es un gas incoloro, con punto de ebullición de -103.8°C y un punto de fusión de -169.4°C . Por otro lado, durante el período de poscosecha de los frutos climatéricos, se produce etileno, que inicia una serie de reacciones metabólicas conducentes a la generación de compuestos aromáticos de bajo peso molecular; como parte de esta actividad bioquímica, el etileno induce también cambios físicos y químicos en el color, la textura, la permeabilidad de la membrana del fruto y vegetal.

Se ha identificado a el etileno como una de las sustancias volátiles emitidas por las frutas durante la respiración. El etileno se encuentra en los tejidos de las frutas en concentraciones muy bajas. La producción de etileno aumenta considerablemente con el aumento del climaterio de el cociente respiratorio. Para la biosíntesis del etileno, se han propuesto varios caminos posibles. Uno de ellos basado en la metionina como punto de partida, se considera en la actualidad como la vía más posible. (28 y 45).

1.1.5.11.- Plagas del Nopal

* Picudo de las espinas :

Los adultos se parecen a la mosca casera. Miden de 3 a 4 mm de largo. Emergen en la primavera (Marzo-Abril). Son de color oscuro con una mancha dorsal en forma de cruz. Las hembras depositan sus huevos en la base de las espinas haciendoles un pequeño agujero. De Mayo a Junio nacen las larvas que inmediatamente empiezan a dañar las pencas, dando lugar a escurrimientos blancos como lágrimas de parafina. Se recomienda cortar la raqueta dañada y destruirla.

* Grana o cochinilla :

Durante el invierno tiene poca actividad. En primavera se reproduce atacando las pencas y los frutos. Tiene aspecto de motitas de algodón, al aplastarse dan un color rojo intenso en su interior. Si el ataque de la plaga es severo puede originar que el fruto se caiga.

* Gusano blanco :

Es de color blanco cristal, mide de 2 a 3 cm de largo. Aparece de Julio a Agosto. Viven en colonias de 25 a 30 animales y entonces su ataque es muy severo. Hacen agujeros en las raquetas formando galerías que penetran hasta la médula de las plantas destruyendolos tejidos leñosos. Expulsan su excremento por un agujero, que al caer al suelo, forman cúmulos que se conocen como montoncitos de arroz.

El ataque origina la caída de los brazos y muerte de la planta. Se puede controlar químicamente cuando se detecta, si ya están dentro de las pencas se abre la galería, se sacan las larvas y se deja orear.

* Cusano cobra :

Proviene de una mariposa que pone huevecillos en las pencas. La larva se desarrolla dentro de la planta formando un abultamiento como tumor. Alcanza de 4 a 6 cm de longitud. Su cuerpo es de color negro azulado con franjas blancas en cada segmento. Aparece de Noviembre a Diciembre y puede durar hasta Febrero. Al poner sus huevecillos la hembra ataca a las raquetas superiores del Nopal formando galerías. Se puede controlar mecánicamente cortando un lado del tumor.

* Araña roja :

Acaro de color rojo. Vive sobre las pencas en colonias numerosas. Se alimentan chupando la savia de las plantas. Forman manchas con apariencia de quemadura si el ataque es leve, pero si es intenso la raqueta queda de color leñoso o café.

* Chinche café :

Es de color café-rojizo, de 1 cm de longitud, que forma colonias numerosas. Tiene un pico muy largo con el que chupa la savia. Las pencas adquieren una coloración café oscuro, y si el ataque es muy intenso la planta muere.

* Gusano cabeza roja :

Posee una longitud de 1 cm. Ataca la unión de las raquetas y puede tirarlas. Su excremento se parece al del gusano blanco pero la producción es menor ya que no forman colonias. El excremento tiene la apariencia de pequeñas virutas de madera.

* Mevate café :

Ataca de preferencia los brotes tiernos cuando no tiene otra cosa que comer, lo que sucede cuando se alarga mucho tiempo la época de sequía.

* Caracoles :

Se arrastran por las plantas para llegar a los brotes tiernos atacando los, lo que impide que se formen nuevas raquetas.

1.1.7.- Proceso de Descomposición

De acuerdo con la información recopilada referente a los factores que inciden en la descomposición y la alteración de los vegetales, se ha redactado una breve reseña de los eventos que ocurren en el Nopal y que dan como resultado la descomposición del mismo, ya sea con o sin espinas:

El Nopal recién cosechado no muere y por ende, sus procesos biológicos,-- físicoquímicos y fisiológicos continúan; siendo la intensidad del cociente respiratorio en esta etapa un factor determinante a controlar dado que en tanto la temperatura aumenta, la velocidad de las reacciones bioquímicas es mayor. La temperatura además afecta los niveles de transpiración, encontrándonos con que la variación de la transpiración es directamente proporcional a las variaciones de la temperatura. La transpiración también es incrementada cuando el Nopal se ve expuesto a la luz solar debido a que los estomas se abren, por lo que la pérdida de humedad es mayor, disminuyendo así su vida de anaquel.

De las condiciones de almacenamiento depende la calidad de los Nopales, - siendo la humedad relativa y el grado de aireación los factores determinantes de la vida de anaquel de los Nopales, ya que si el medio ambiente es muy seco el Nopal perderá mucha humedad y si, por otro lado, el grado de aireación es muy alto, la cantidad de oxígeno presente también acelerará el metabolismo del vegetal almacenado, resultando así un producto muy perecedero.

Al transportar los Nopales se debe tener cuidado del tipo de empaque y -- transporte, ya que a velocidades de 5 Km/hr, si el aire entra en contacto con el tejido vegetal, aumenta la transpiración, provocando que el Nopal se reseque mucho.

Al manejar el Nopal se debe procurar que no sea lastimado el tejido, ya - sea con las uñas, con clavos, machacamiento, etc., ya que de esta forma las enzimas pueden entrar en contacto con sus sustratos, provocando una reacción de oscurecimiento enzimático, el cual se ve favorecido por la exposición a la luz y al oxígeno. Esta es la causa de que al Nopal que se le han eliminado las espinas tengan una vida de anaquel tan corta, que se ve disminuida hasta una tercera parte del tiempo normal que viven los Nopales con espina, por lo que es necesario que los Nopales que no poseen espinas tengan que ser tratados para que su vida de anaquel se vea prolongada. Por otro lado, por la superficie de tejido dañado que queda expuesto al medio, hay una pérdida alta de la hume-

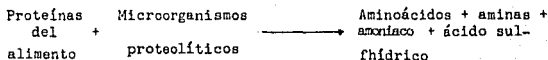
dad propia del producto.

Es importante hacer notar, que es determinante la carga microbiana - que poseen los Nopales, encontrándose que a mayor carga microbiológica el -- período de almacenamiento o vida de anaquel disminuye.

Conforme el Nopal va madurando, el pH del alimento se va haciendo óptimo para que actúe la enzima clorofilasa, por lo que se tendrá una pérdida gradual del color de la clorofila y éste fenómeno se traduce como la aparición - de un color pardo-verdoso. Las enzimas lipoxigenasas actúan sobre la poca gr_a sa que contiene el Nopal, formando radicales hidropéroxido que también pueden actuar sobre la clorofila.

Desde el momento de la cosecha del Nopal, hasta el momento de su descomposición se notan cambios paulatinos , en la estructura externa del producto, - siendo éstos: arrugado de las capas de cutícula (capas exteriores), opacamiento, pérdida de tamaño, la raqueta se va haciendo cóncava, las orillas de la - raqueta se resecan y pierden volúmen hasta que el color se torna verde oscuro y queda completamente seca; por otro lado, a estas alturas en la superficie - del Nopal que aún conserva algo de humedad, presenta desarrollo microbiológico que provoca una pérdida de la estructura del tejido de sostén de los Nopales, un pardeamiento de la estructura dañada y al final lo que antes era una estructura rígida vegetal queda con la consistencia de un gel pardo oscuro y un olor desagradable. Si al Nopal se le han eliminado las espinas mediante un corte con cuchillo, la superficie de la pulpa que queda expuesta al aire y a la luz presenta un oscurecimiento enzimático, para luego dar lugar al desarro- llo de los microorganismos (que en su mayoría se trata de desarrollo fungi-- forme).

Los vegetales normalmente están expuestos a ser infectados por bacterias, hongos y virus. El manejo mecánico del Nopal puede causarle fisuras que faciliten la entrada a los microorganismos en el producto. Los microorganismos al desarrollarse, producen cambios en el aspecto, sabor, olor y otras cualidades del Nopal. Estos procesos de degradación se puede describir de la siguiente - manera :



Carbohidratos + Microorganismos fermen
alimenticios tadores de carbohidratos → Acidos+ alcoholes + gases

Grasas + Microorganismos
alimenticias lipofiticos → Acidos grasos + glicerol

1.1.8.- Cultivo del Nopal

El Nopal es una planta que se desarrolla bien en suelos degradados y tepetatosos. Si los suelos son profundos y están libres del exceso de agua, - los rendimientos que se obtienen son mejores.

* Preparación del suelo.

Para preparar el suelo se pueden emplear tres sistemas diferentes:

- a) Tractor agrícola para suelos profundos.
- b) Tractor bulldogzer.
- c) Cepas hechas a mano. Se usa en terrenos tepetatosos que tienen pendientes por lo que las hileras se deberían trazar en sentido contrario al escurrimiento de las aguas.

* Epoca de plantación.

Es la libre de lluvias (Noviembre a Marzo). Se debe tener cuidado de que la planta esté bien creada, por lo que se expone al sol por 20 días por - ambas caras de las pencas.

* Tratamientos de las pencas antes de la plantación.

El procedimiento más eficaz de la plantación del Nopal es la reproducción orgánica, usando pencas o raquetas enteras. Es factible la reproducción del Nopal empleando fracciones de pencas, pero la planta tiene un desarrollo muy lento y la fructificación se obtiene después del 4º al 5º año.

Las pencas, antes de plantarse, se deben crear por ambos lados durante - dos o tres semanas a la intemperie, o bajo techo si hay peligro de lluvias, - pero con ventilación suficiente. Se ha comprobado que la poda de un 50% al -- 70% de los retoños acelera y vigoriza el desarrollo de los que dejan, facilitando la conformación adecuada de las plantas. Cuando se trata de obtener material para reproducción es aconsejable plantar 2,000 pencas/ha, colocandose a un metro entre penca y penca y a 5 metros entre líneas. Cuando se establece una huerta de Nopal para verdura, la plantación podrá hacerse con una densidad de 40,000 plantas/ha, distribuidas a 30 cm de centro a centro o, en surcos con distancias de 0.8 a 1 metro entre uno y otro. Para esta explotación - es recomendable usar la variedad del Nopal italiano cultivado en Milpa Alta.

Después del tercer año y en el mes de Septiembre se realiza una poda ligera en las raquetas superiores para forzar a las plantas a desarrollar numerosos brotes; mismos que en el mes de Diciembre estarán en condiciones de mandarse al mercado, aprovechando que en esta época tienen mayor demanda y se cotizan a mejor precio.

▪ Cosecha de Tuna :

- Primer año.- Al año de que se realiza la plantación, la cosecha es nula, ya que las plantas solo consiguen arraigarse. En este año se debe procurar reponer las plantas que no hayan prendido.

- Segundo año.- Es la etapa de crecimiento, tampoco se debe podar para que tenga un libre desarrollo.

- Tercer año.- Hay producción de 8 a 10 tunas, con un peso aproximado de 1 Kg. De 1 ha. se cosecharán aproximadamente 625 Kg para empacar 21 cajas de 30 Kg c/u que en los precios de 1981, significaron un ingreso de \$ 2,500.00 a \$ 3,000.00 por hectárea.

- Cuarto año.- Hay una producción de 16 a 18 tunas que pesan aproximadamente 2 Kg; 1,250 Kg/42 cajas de 30g c/u por \$ 5,000.00 y \$ 6,000.00 -- por hectárea.

- Quinto año.- Cada planta del Nopal puede producir 3 Kg de tuna, para llenar 64 cajas con valor entre \$ 7,500.00 y \$ 9,000.00 / ha.

- A partir del año ya se pueden cortar nopalitos tiernos para venderse como verdura sin que se afecten las plantas, calculando que de cada planta de nopal se puede obtener un promedio de 2 a 3 Kg anuales que significarán una ganancia extra.

(Fuente: Gobierno Edo.Méx. Cultivo y Aprovechamiento del Nopal, en el Edo. de México. SARH) (22 y 23)

1.1.9.- Mercadeo del Nopal

Las plantaciones comerciales del Nopal para verdura se localizan en la región de Milpa Alta, Distrito Federal, en donde Sánchez reporta que la cantidad de Nopal producido semanalmente es del orden de 1,500 toneladas.

Los nopalitos son raquetas tiernas de gran aceptación como condimentos de platillos, los que se producen durante todo el año, alcanzando los mejores precios en Invierno. La producción elevada se ha alcanzado como consecuencia de las altas densidades de Nopal por hectárea (40,000 plantas / Hc) y por la aplicación de abono orgánico (estiércol) a los cultivos.

En las plantaciones de Nopal dedicadas a la producción de verduras las plantas son de forma arborescente en los planos con una altura no mayor a 1.5 metros, la que alcanza después de tres años de edad, estas plantas contienen artículos de 40 a 60 cm de longitud y carentes de espinas. Los nopalitos crecen principalmente en la periferia de los artículos y otros en la superficie de los mismos; éstos son cosechados al pesar aproximadamente de 100 a 120 gramos cada uno y/o medir de 10 a 15 cm de largo.

La forma de cosecha es mediante un corte manual o con cuchillo, siendo éste último el más usado por ser más rápido y más adecuado, ya que no quedan porciones del Nopal en el artículo madre.

Los nopalitos cortados se depositan en "chiquihuites" y se trasladan a un lugar en donde son empacados en forma cilíndrica con un diámetro aproximado de 1 metro y altura de 1.75 metros denominándose al conjunto "paca", que es la forma tradicional de trasladar el Nopal a distancias cortas en tanto que cuando se transportan a distancias mayores estos son empacados en cajas que facilitan su manejo y los protege.

En el ciclo de 1979 a 1980 el precio del Nopal de 100 g fluctuó entre 20.00 y 180.00 pesos el ciento de Nopal (unidad de venta del Nopal) influyendo además la forma, el tamaño y el color del mismo.

La introducción del Nopal en la Ciudad de México es por medio de los mercados de Jamaica y La Merced, de donde se distribuye a los diferentes puntos de la ciudad y su periferia. También existen otros mercados en provincia como son la Ciudad de Guadalajara, Monterrey y Coahuila, en los que en 1978 se reportó un consumo de 68,549 toneladas de tuna con un valor de \$144,777,000.00 (Subdirección Comercial, CONAFRUT-SARH). (23)

En 1980 se exportó Nopal a Japón indicando su potencialidad como producto de exportación.

La producción del Nopal es mayor en los meses de Marzo a Septiembre, --- tiempo en que es mayor la precipitación pluvial a la temperatura promedio ambiental, dando como consecuencia que el precio del Nopal tenga un descenso -- considerable a tal grado que en ocasiones no es costeable su explotación du-- rante este período. En cambio los meses comprendidos de Octubre a Febrero la producción del Nopal desciende debido al efecto de las heladas propias de la región, dando como consecuencia un aumento del precio de venta, elevando la - rentabilidad, que hace del cultivo del Nopal una explotación agrícola renta-- ble y en expansión en la zona de Milpa Alta, D.F. No obstante su utilidad eco-- nómica, todavía no se le ha dado preponderante importancia a su cultivo, aún cuando su reproducción puede presentar eficientes servicios en muchos suelos erosionados.

A nivel oficial, desde 1956 el Gobierno Federal del Estado formuló y pu-- so en marcha un programa especial para la propagación del Nopal en las regio-- nes semiáridas de la entidad, programa que se inició en Santiago Tolman, del municipio de Otumba, continuándose en Teotihuacán, Ixtlahuaca, Chalco y otros.

Este programa estatal se ha seguido realizando, con especialidad en algu-- nas áreas del Noreste y Norte del Estado de Méx., en las que por sus bajas precipita-- ciones pluviales y lo delgado de sus suelos, es recomendable este cultivo.

Desde hace tiempo existen plantaciones de Nopal tunero con aceptable pro-- ducción en los municipios de San Martín de las Pirámides, Otumba, Teotihuacán, Nopaltepec, Temascalpan, en las que se cultivan de preferencia las variedades blanca o de Castilla y alfajayucan, que son los que tienen mayor demanda en - los mercados.

La Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agrícola y Ganadera del Esta-- do de México (CODAGEM), desde su creación, ha venido considerando que la ex-- plotación de esta cactácea juega un papel importante en la economía de los a-- gricultores temporaleros de las zonas semidesérticas de la entidad, toda vez - que con el cultivo se puede dar un buen aprovechamiento a los suelos que no - reditúan beneficios apreciables cultivando maíz.

Se estima que la superficie estatal propia para el cultivo del Nopal es de 140 mil hectáreas en números redondos, la que se localiza en la parte Nor-

te, pero especialmente en el Norte del Estado, donde existen suelos delgados, - pobres de materia orgánica, calizos, tepetatosos o erosionados, que se ubican en regiones en las que se produce una precipitación pluvial que va de los 370 a los 550 mm anuales.

Los principales objetivos del Plan Nopal son los siguientes:

- 1.- Producción de plantas de buena calidad y aceptación en los viveros de la CODAGEM para abastecer las necesidades de estas zonas.
- 2.- Aprovechar para el cultivo del Nopal terrenos donde la precipitación pluvial es baja.
- 3.- Subsistir al cultivo de maíz en tierras de bajo rendimiento.
- 4.- Impulsar la ganadería mediante la obtención del forraje.
- 5.- Mejorar las condiciones económicas de los campesinos.
- 6.- Industrializar productos derivados del Nopal.

Para producir el material vegetativo que se requiere en este programa se establecieron cuatro viveros que se localizan en los siguientes lugares:

<u>VIVERO</u>	<u>LOCALIDAD</u>	<u>SUP. DISPONIBLE</u>
Zumpango	Ejido el Nido	50 Has.
Nopaltepec	Ejido Nopaltepec	50 Has.
Tecámac	Ejido Ozumbilla	50 Has.
Atlacomulco	Las Animas	<u>55 Has.</u>
		205 Has.

(Fuente: CENTEMEX. Perspectivas de la utilización del Nopal y Tuna 1981).

(18,19,22 y 23)

**1.2.- GENERALIDADES SOBRE
METODOS DE CONSERVACION**

1.2.1.- Tratamientos superficiales

Los objetivos perseguidos por los procesos tecnológicos de conservación de los alimentos son:

- * Incrementar su vida útil, previniendo su rápida descomposición.
- * Mejorar o retener en niveles apropiados su calidad sensorial.
- * Proveer lo más cercanamente posible al consumidor de un alimento natural.
- * Retener en alto nivel sus propiedades nutricionales y,
- * Reducir sus costos de operación.

En el sentido del análisis, podríamos deducir que un proceso tecnológico de conservación de frutas y hortalizas requiere para su implementación un conocimiento adecuado de los siguientes aspectos :

- * Naturaleza, composición y estructura del material en estudio.
- * Las alteraciones de su comportamiento bioquímico y fisiológico natural, al ser sometido a diferentes condiciones dentro del proceso de conservación.
- * Los efectos de los fenómenos de transferencia involucrados en las diferentes operaciones específicas de la conservación.
- * Las interrelaciones causa-efecto en la selección del equipo de proceso para cumplir apropiadamente con los objetivos de la conservación de los alimentos.

La maduración es un proceso normal en la vida de un vegetal, no reversible, cuyo límite es la senescencia y en la que se incluye una serie de cambios bioquímicos que conducen al rompimiento celular y finalmente a la muerte. Se puede decir que la maduración es la etapa inicial de la senescencia.
(37 y 40)

1.2.1.1.- Cera de Candelilla

Los recubrimientos superficiales, se aplican generalmente a frutos y hortalizas en forma de películas delgadas de emulsiones de ceras naturales o artificiales. Tienen el efecto de crear una barrera que altera el intercambio gaseoso del producto con el medio ambiente. El hecho de alterar este intercambio gaseoso, promueve una menor cantidad de oxígeno disponible para realizar sus reacciones fisiológicas normales; por lo que el proceso de respiración se ve disminuido significativamente, y en consecuencia es retardado el proceso de maduración y senescencia del producto, el recubrimiento --- con estas películas evita notablemente la contaminación microbiana; por una parte, la emulsión puede contener sustancias fungicidas y además, debido al efecto con la transpiración y permeabilidad de los vapores de agua, los productos que han sido recubiertos con cera no requieren un control estricto sobre la humedad relativa durante su almacenamiento. Otras ventajas son: los recubrimientos superficiales, disminuyen la pérdida de peso por --- transpiración; además el aspecto del producto, ante el consumidor se mejora ya que imparte brillo a su apariencia.

Las formulaciones de las ceras, son muy variadas, conteniendo componentes básicos como son: cera, resina o polímero, disolvente, emulsificante, abrillantador y en algunas ocasiones según el tipo de productos, fungicidas, colorantes, reguladores de pH y reguladores de crecimiento (fitorreguladores). Entre los componentes de la formulación de la cera, el disolvente juega un papel importante, ya que en función de éste será el tiempo necesario para lograr el secado del recubrimiento.

La Cera de Candelilla se obtiene de las plantas Euphorbia cerifera Alcocker y Euphorbia antisiphilitica Zuccarini.

Los frutos y vegetales poseen comúnmente una cubierta de cera que reduce la pérdida de nutrientes, de aquí que el uso de recubrientes sea un método -- que se ha venido usando con éxito para la conservación de frutos y hortalizas tales como los cítricos, melones, mangos, tomates, pepinos, etc.

El tratamiento se puede hacer por inmersión en una emulsión a base de --- cera o por aspersión de la misma. Es de gran importancia que la capa de cera

sea uniforme y del espesor adecuado, ya que una capa demasiado gruesa puede - provocar la muerte del producto por asfixia y una cubierta muy delgada no ofrece control sobre la pérdida fisiológica de peso.

Los efectos del recubrimiento se describen a continuación:

- a) Prolongación del período de almacenamiento.,
- b) Reducción de pérdida fisiológica de peso,
- c) Menor incidencia de infecciones fungales en las nuevas superficies de corte,
- d) Mejora la apariencia del fruto impartiendo cierto brillo.

El recubrimiento con cera incrementa la irregularidad de la maduración, - sin embargo un tratamiento posterior con etileno induce la maduración uniforme de los frutos. Si además la fruta se almacena en refrigeración la maduración se retrasa por lo menos un mes más que en los frutos almacenados a temperatura ambiente. (29,37,40 y 52)

Se designan con el nombre genérico de cera, algunos productos de origen mineral, vegetal o animal que se parecen entre sí por ciertas propiedades físicas y químicas. Las ceras naturales son ésteres monohídricos de los alcoholes con ácidos grasos; en contraste con las grasas (son ésteres del glicerol con ácidos grasos con no más de 18 átomos de carbono), en su mayoría los ácidos grasos que intervienen en la composición de las grasas son: ácido esteárico, ácido oléico y ácido palmítico. (36)

Algunas ceras sintéticas son ésteres de los ácidos grasos (esteárico, -- palmítico y oléico), con alcoholes dihidricos tales como el etilenglicol y -- sus derivados.

Las ceras y mezclas de ceras frecuentemente no se logran identificar plenamente por sus constantes físicas y químicas como sucede en las grasas y aceites. Esto es importante porque algunas ceras que se examinan en el laboratorio son comunmente extraídas de productos comerciales de los cuales una parte de la cera ha sido separada por solventes. Para identificar las ceras se basan en ciertas características como su olor al quemarse y en general a su apariencia física, etc.

Las ceras vegetales, son solubles en la mayoría de los solventes de las grasas, tales como: cloroformo, éter de petróleo, éter etílico, alcohol metílico, benceno y en general en todos los disolventes orgánicos, pero en menor

proporción que las grasas.

Las ceras se caracterizan por un número bastante grande de constituyentes insaponificables.

La cera de candelilla se encuentra formando una capa blanquecina recubriendo los tallos de las plantas Euphorbia cerifera. La cera del comercio es de color gris claro, lustrosa, tiene olor aromático especial, es más dura y menos quebradiza que la de carnauba y fundida es más viscosa que ella; es más dura y más quebradiza que la de abeja, y tiene más bien apariencia de resina que de cera. La que se encuentra pura es de color amarilla.

No se emulsiona ni se saponifica rápidamente como la de carnauba. La cera de candelilla comercial tiene a menudo pequeñas cantidades de agua la cual sería eliminada por calentamiento, antes de usarla en mezcla no acuosa. En mezclas fundidas es muy lenta en asentarse, y a menudo no alcanza la dureza máxima en pocos días. Su consistencia varía con el grado de refinación.

La cera de candelilla se encuentra compuesta de una alta proporción de hidrocarburos, resinas y una pequeña cantidad de lactonas.

Constantes de la Cera de Candelilla.

Punto de fusión	65°-68°C
Peso específico	0.982 - 0.993
Acidez	19
Cifra de saponificación	46.66
Índice de yodo	15 - 36
Genizas	0.05 %
Materia insaponificable	66
Índice de refracción	1.455

(Fuente: Aportaciones al estudio de la Cera de Candelilla. Ruiz V. 1946. U.N.A.M.) (48)

La cera de candelilla es soluble en: acetona, cloroformo, tetracloruro de carbono, gasolina, petróleo, benceno, y en general en la mayoría de los disolventes orgánicos pero en caliente.

Las variedades del punto de fusión de la cera cuando se combinan con aceites minerales, están consignadas por la siguiente tabla: (48)

<u>% de Cera</u>	<u>Pto. Fusión.</u>
100	63
90	60
80	59
70	57
60	52
50	50
40	46
30	40

(Fuente: Ruiz Vega A. 1946. U.N.A.M.) (48)

1.2.1.2.- Películas Plásticas

El uso de las películas plásticas es una tecnología desarrollada por Rhone Poulenc Films y está en su etapa experimental, avanzando a pasos agigantados. Han visto que lechugas en bolsa, lavadas y listas para consumo, se conservan normalmente como máximo una semana. Las bolsas de Clarylene aumentan en tres veces el período de conservación, manteniendo su aspecto. Clarylene es un film compuesto de poliéster de alta barrera metalizado.

Para obtener estos resultados, las lechugas preparadas son envasadas en bolsas perfectamente protegidas contra la acción del oxígeno, vapor de agua y rayos ultravioleta. Cuando no reciben luz, las células vegetales, usan gradualmente el oxígeno cautivo y desprende en anhídrido carbónico. Cuando los vegetales se mantienen a una temperatura ambiente entre 2 y 4°C, el mecanismo biológico de fotosíntesis pasa a estado latente. Las células vegetales eliminan vapor de agua que se condensa en las paredes frías del envase, provocando una atmósfera húmeda. Como resultado, tres semanas después, las lechugas mantienen su frescura original. Pero los envasadores deben considerar que si las lechugas están completando su ciclo, es de fundamental importancia lavarlas antes de ponerlas en las bolsas. Este paso es absolutamente esencial, para eliminar la microflora, que de otra forma contaminaría el producto. El anhídrido carbónico por sí solo no es suficiente para detener la proliferación de los gérmenes patógenos. Es por esta razón que Rhone Films suministra el proce

no completo, incluyendo las técnicas de lavado y envasado.

Se estima que en 1990 serán envasados por este sistema 275,000 ton/año, de vegetales, o sea el equivalente a un billón de bolsas. A continuación de - las lechugas, los espárragos serán los próximos candidatos al sistema de lar- ga conservación. Alimentos delicados por excelencia, los espárragos llegan al - mercado consumidor con un tiempo escaso y a precios en colapso. Hasta ahora, los sistemas refrigerados consiguieron mantenerlos frescos durante ocho días. Jean Pierre de Leiris observa: " Cada producto tiene sus propias limitaciones. Debe desarrollarse un material específico para cada caso".

Si bien el film de poliéster por si solo, no configura una solución com- plata, contribuye con características altamente específicas. Como por ejemplo resistencia al calor a 240°C, si se trata de minutos y a 200°C si se trata de forma continua. El film poliéster metalizado protege contra los rayos ultra- violeta, oxígeno y vapor de agua. Por otra parte permite el paso de micro on- das, rayos X, gamma y beta, usados en esterilización, los que no causan efec- tos en el poliéster.

Recientemente se han utilizado también con éxito láminas de plástico, de polietileno y de celofán, especialmente en forma de bolsas aislantes para pe- queñas cantidades del producto, las cuales, a través de la actividad respira- toria del producto, pueden actuar como pequeños depósitos de gas durante un - período de tiempo limitado.

Una técnica de venta relativamente nueva y que se halla en período de ex- pansión, consiste en preparar los artículos dentro de bolsas de plástico o de otros recipientes. Este procedimiento, aunque va siendo más popular, tiene -- sus propios peligros. Las láminas de plástico utilizadas son relativamente im- permeables al vapor de agua y a los gases, a menos que se perforen para permí- tir una ventilación apropiada, y el exceso de humedad puede conducir a la con- densación de vapor de agua sobre la superficie de los artículos encerrados y, por consiguiente, a una alteración más rápida. (16)

1.2.2.- Tratamientos Químicos

Un preservativo es cualquier sustancia que, añadida a un alimento, - previene o retarda su deterioro. Los aditivos se añaden al producto para contribuir a la textura, al sabor y al color mismo.

Muchos compuestos químicos ayudan a la conservación de alimentos protegiendo los nutrientes, el sabor, la textura y la estabilidad en el almacenamiento de los productos alimenticios. Algunos ejemplos de dichos compuestos químicos son: (30)

1.2.2.1.- Antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias que retardan la autooxidación. En teoría, una sustancia puede actuar como antioxidante en una variedad de formas, por retardo en la etapa de iniciación, por unión competitiva con el oxígeno, por bloqueo de la propagación, destruyendo o uniendo radicales libres, por inhibición de los catalizadores, etc. Todos estos mecanismos, al igual que otros pueden hallarse en los alimentos.

Los ácidos grasos no saturados están sujetos a la oxidación de sus dobles ligaduras. En presencia de catalíticos adecuados o en contacto con enzimas lipoxidasas, los ácidos grasos de cadenas grandes no saturadas pueden ser fragmentados en ácidos grasos de cadenas cortas. El rompimiento involucra usualmente un paso intermedio de formación de peróxido.

Entre las muchas sustancias capaces de actuar como antioxidantes se encuentran un número de fenoles (hidroquinona, pirogalol), y sustancias de ocurrencia natural como glutatión, ácido ascórbico, palmitato de ascorbilo, ascorbato de calcio, ácido eritórbito, ascorbato de sodio y los tocoferoles, hidroxitolueno butilado, hidroxianisol butilado, dilauril-tiodipropionato, galato de propilo y ácido tioldipropiónico. (15)

1.2.2.2.- Agentes contra el oscurecimiento

Ocurre un oscurecimiento enzimático en los tejidos de frutas y vegetales que han sido rotos por corte, mondado, tajado y molido. Inmediatamente después de entrar en contacto directo con el oxígeno, es oxidado el ácido ascórbico en la superficie húmeda expuesta. Cuando esta actividad ha sido completa, parece que el mecanismo de desarrollo del color café involucra polifenoloxidasa, un sustrato adecuado y oxígeno. En las primeras etapas es oxidado el catecol y forma la o-benzoquinona. La ortoquinona pasa por una oxidación formando la hidroquinona, la cual se polimeriza para formar los pigmentos café

comunmente vistos en estos tejidos rotos.

La actividad se puede controlar por calentamiento para inactivar los sistemas de enzimas operantes o pueden efectuarse controles químicos adecuados. El ácido cítrico es sinergista. También se usa sal, bióxido de azufre, pero el más adecuado es el ácido ascórbico. (15)

1.2.2.3.- Acido Bórico

Se emplea como bórax. El ácido bórico actúa bloqueando las enzimas del metabolismo del fosfato. Presenta la ventaja de su baja constante de disociación (7.3×10^{-10}), esto hace que el ácido bórico sea activo en la zona neutra de pH. Por su escasa actividad absoluta ésta sustancia debe emplearse en concentraciones relativamente altas (DL_{50} para rata 5.14 g/Kg).

Tanto el ácido como el bórax están hoy en día en desuso como conservadores de alimentos debido a sus propiedades tóxicas. La acción del ácido bórico se dirige sobre todo contra las levaduras; contra los mohos es escasa y no inhiben a muchas cepas de bacterias. (27)

1.2.2.4.- Acido Fórmico

La acción del ácido fórmico se dirige sobre todo contra las levaduras y muchas bacterias. Las bacterias lácticas y los mohos son bastante resistentes. La principal aplicación del formiato en el sector de las verduras, que también en los últimos años ha perdido su importancia, es para la conservación de los lípidos para pepinos y otras conservaciones ácidas. Para productos que han de sufrir una preparación posterior el ácido fórmico se usa a una concentración de 0.1 a 0.4 % combinado con un 0.1 a 0.2 % de benzoato de sodio (27)

1.2.2.5.- Acido Acético

Debido a la disminución del pH la actividad del ácido acético se dirige contra las bacterias.

La introducción de verduras en vinagre es un proceso no fermentativo semejante al de la fermentación láctica natural. Se sumerge el producto bruto en una solución de ácido acético de 0.5 a 3 %, a la que se le adiciona sal especial y, según el producto, azúcar o alguna sustancia dulce.

El vinagre por sí solo no es tampoco suficiente para garantizar la conservación de las verduras durante un tiempo largo, por lo que es necesario una esterilización adicional. (27)

1.2.2.6.- Acido Sórbito

El ácido sórbico, así como sus sales cálcicas, sódicas o potásicas - se utilizan como aditivos directos en alimentos como "spray", baño o películas en materiales para empaquetado. Ampliamente usado en quesos, productos de panadería, bebidas, jarabes, zumos de frutas, compotas, mermeladas, encurtidos, margarinas y frutos secos.

El ácido sórbico y sus sales inhiben a las levaduras y mohos, aunque su efectividad es menor hacia las bacterias. A valores bajos de pH son más efectivos, presentando un pH máximo para su utilización, que es aproximadamente 6.5. Estos compuestos son más eficaces que el benzoato de sodio a pH por encima de 4.0.

En forma de solución acuosa de sorbato se emplea el ácido sórbico para -- conservar fermentadas las verduras en vinagre. En este campo representa una -- ventaja su débil acción contra las bacterias lácticas. La adición de 0.05' a -- 0.15 % de sorbato potásico, según el contenido de sal común, no impide el desarrollo de la fermentación láctica deseada, o lo hace en grado pequeño, y sin embargo inhibe el desarrollo de levaduras pelculiformes y de mohos, dando lugar a una fermentación apropiada. (27)

1.2.2.7.- Acido Dehidroacético

Las calabazas cortadas o peladas pueden protegerse del desarrollo de mohos tratándose con solución acuosa de sal sódica del ácido dehidroacético. (27)

1.2.2.8.- Acido Benzóico

La actividad del ácido benzóico se dirige casi exclusivamente contra levaduras y mohos. Las bacterias sólo se inhiben en parte, las bacterias lácticas y los clostridios son los menos atacados.

El ácido benzóico se emplea en forma de benzoato de sodio para la conservación de verduras en vinagre dando buenos resultados a causa del bajo pH de estos productos. Su sabor queda enmascarado en ácido y por la condimentación. La concentración en el caldo de los pepinillos en vinagre es de 0.1 a 0.2 % y para los rábanos picantes unido al SO_2 de 0.2 a 0.25 %, referido al producto final. (27)

1.2.2.9.- Nisina

El espectro de acción de la nisina es relativamente estrecho. Actúa exclusivamente contra bacterias gram-positivas, muchos lactobacilos, estreptococos, bacilos, clostridios y otros anaerobios esporulados. Las levaduras y los mohos no son inhibidos por la nisina y muchos de ellos la descomponen con rapidez.

Debido a que en forma indirecta, la nisina aumenta la sensibilidad de determinadas bacterias al calor, se emplea en pequeño grado como medio de esterilización más suave para tomates, sopas, verduras y setas.

1.2.2.10.- Acido Cítrico

Existen sustancias que tienen poco efecto sobre la autooxidación de los lípidos pero que son capaces de aumentar considerablemente la acción de los antioxidantes primarios. Estas sustancias reciben el nombre de sinergistas. Una de las más conocidas y más empleadas es el ácido cítrico; se cree que su acción indirecta se debe a su capacidad para formar complejos estables con los iones metálicos que favorecen la oxidación. En virtud de su estructura policarboxílica e hidroxilada, el ácido cítrico es un poderoso agente de quelatación. Su efecto activador directo sobre los antioxidantes fenólicos -- primarios probablemente sea inespecífico, y se debe a su carácter ácido.

El pH óptimo para la mayoría de las fenolasas en los alimentos está cercano a 7. El disminuir el pH a valores por debajo de 4 retarda considerablemente la actividad de las fenolasas. Este es un método muy empleado en la industria y en la cocina. El agente más utilizado es el ácido cítrico; parte de su acción puede deberse a su efecto quelante sobre el cobre. Los métodos de aplicación incluyen sumergir la fruta u hortaliza en soluciones diluidas de ácido cítrico o su agregado directo a purés, jarabes, etc.

La adición de ácido cítrico y la resistencia térmica de los microorganismos como Bacillus coagulans y Clostridium pasteurianum, son dos factores - que varían uno respecto al otro, teniendo que a mayor concentración del ácido se tiene mejor eficiencia en la pasteurización de frutas y hortalizas.

La adición también puede evitar pérdidas de color, ya que los metales - (Cu, Zn, Fe y Cr), catalizan las reacciones de decoloración dadas por la actividad de la polifenoloxidasas y al hacerse no disponibles porque se ven sequestrados por el ácido cítrico, dicha reacción se ve anulada.

El ácido cítrico, le imparte un sabor agradable a las frutas y hortalizas tratadas. A veces puede trabajar como un potenciador de sabores presentes en el producto o de los sabores adicionados. En algunos casos el ácido cítrico puede sustituir al vinagre para reducir el pH a 4.5 (FDA, 1982).

En el caso de las alcachofas se usa para evitar la decoloración que se presenta rápidamente. Normalmente las alcachofas se sumergen en una solución de ácido cítrico al 1.25 % y luego se someten a un proceso al vacío, reduciendo así la actividad de la polifenoloxidasas y por tanto la decoloración.

Los espárragos enlatados también sufren una excesiva decoloración, que ocurre a pH de 5.8 a 6.2. El uso de ácido cítrico al 0.05 % en peso del contenido total, elimina la pérdida del color (Davis et al., 1961). (11,30 y 49).

Acido Cítrico



1.2.2.11.- Ácido Ascórbico

El ácido L-ascórbico (ácido hexurónico) es un compuesto de bajo peso molecular con fórmula empírica $C_6H_8O_6$, muy soluble en agua pero de hecho in soluble en lípidos, fácilmente oxidable, poco termoestable y lábil a los álcalis.

El escorbuto, cuadro clínico que se desencadena por la carencia del ácido ascórbico en la dieta, tiene una historia interesante; algo parecido ocurre con la del estudio, aislamiento y síntesis del nutriente. La mayor parte de los animales sintetizan la vitamina C a partir de la D-glucosa; el hombre, los cobayos y ciertas aves, así como los animales inferiores no pueden hacerlo, pues su organismo carece de la capacidad de convertir la L-gulonolactona en L-ácido ascórbico. Por otra parte, la vitamina C se almacena en todos los animales en muy bajas concentraciones. Por ello, la mayor parte que se incluye en la dieta humana es producto de la síntesis biológica que efectúan las plantas, en particular en sus etapas de crecimiento rápido.

La absorción, que es completa cuando la vitamina no se encuentra en exceso, decrece de manera rápida a medida que la cantidad por absorber es mayor, de modo que en dosis de 200 mg, solo se absorbe el 70 %.

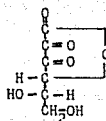
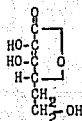
El ácido ascórbico protege contra la oxidación de los ácidos grasos esenciales y a las vitaminas A y E.

El ácido ascórbico tiene un bajo nivel de toxicidad; sin embargo, esto no justifica por el momento las altas dosis para la prevención del catarro común. El ácido ascórbico se convierte parcialmente en ácido oxálico, que se excreta en orina, lo que aumenta las posibilidades de que se formen cálculos de oxalato de calcio o de magnesio.

Las principales fuentes de ácido ascórbico la constituyen las frutas y en especial los cítricos; en forma secundaria otros vegetales de hoja. De hecho, los tejidos animales no aportan vitamina C.

Numerosos estudios parecen demostrar que los requerimientos diarios no suelen ser mayores de 10 mg, sin embargo, las recomendaciones dietéticas formuladas en 1980 son: 35 mg para lactantes, 45 mg para escolares y de 50 a 60 mg para adultos.

El ácido ascórbico es un agente reductor potente, el producto oxidado se transforma por una reacción reversible en ácido dehidroascórbico, la enzima - ácido ascórbico-oxidasa, que contiene cobre y es de origen vegetal, cataliza esta reacción:



La acción del ácido ascórbico se basa en sus propiedades fuertemente reductoras, comienza por oxidarse a ácido dehidroascórbico, que al proseguir la oxidación es destruido. El ácido ascórbico fija el oxígeno que sustra de la reacción. Como regla empírica puede señalarse que para inactivar 1 mg de oxígeno (el contenido en 3.6 ml de aire) se necesitan unos 11 mg de ácido ascórbico.

La rapidez con que el oxígeno descompone el ácido ascórbico se puede aumentar notablemente por diversos factores, en particular por indicios de cobre y de hierro. Por eso no se deben conservar soluciones que contengan ácido ascórbico en recipientes que desprendan dichos metales o entren en contacto con ellos.

La adición de ácido ascórbico no da sabor agrio a los alimentos, además evita el oscurecimiento enzimático de zumos de frutas.

En general, se estima suficiente añadir de 5 a 10 g de ácido ascórbico a 100 litros de zumo de frutas para evitar signos de oxidación no enzimática y las consiguientes alteraciones del sabor, olor y color. Para conservar el color de zumos de frutas naturalmente turbios, se debe agregar de 20 a 30 g/hl. Al elaborar estos zumos de frutas, se ha comprobado la conveniencia de añadir 6 g de ácido ascórbico por cada 20 Kg de mosto.

En general, el uso de ácido ascórbico como medio de tratamiento de zumo de frutas en bodegas no está sometido a restricciones legales. Según la Ley Alemana de Subsistencias, el ácido ascórbico no es una sustancia extraña, -- por tener una constitución química idéntica a la vitamina C. Por eso, a te--

ner de esta ley, se puede emplear sin anotación ni limitación de cantidad para evitar alteraciones oxidativas en zumos de frutas. (30 y 43)

1.2.2.12.- Atmósferas Controladas

Un beneficio obtenido al utilizar las atmósferas controladas, es que - previenen el deterioro de la verdura ya que se retarda la senescencia, cambios bioquímicos y fisiológicos.

Pratt (1975) enumera el seguimiento de los fenómenos que suelen ocurrir durante el almacenamiento de las frutas y verduras:

- 1.- Maduración.
- 2.- Cambios de color:
 - + destrucción de clorofila.
 - + aparición de carotenos.
- 3.- Cambios en la respiración.
- 4.- Producción de etileno:
 - + inicia la maduración.
 - + exceso como fenómeno de senescencia.
- 5.- Cambios en la permeabilidad de los tejidos.
- 6.- Cambio en la composición de los azúcares.
- 7.- Cambios en la composición de los carbohidratos.
- 8.- Cambios en la composición de las proteínas.
- 9.- Producción de ácidos orgánicos.
- 10.- Desarrollo de cera en la piel.
- 11.- Cambios en los ácidos orgánicos.

Fenómenos interrelacionados :

El etileno C_2H_4 , es una hormona natural que juega un papel importante en la inducción de la maduración. Es fisiológicamente activo en cantidades traza. El exceso de etileno producido causa una senescencia en las plantas -- que poseen una respiración climaterica.

Se ha visto que el CO_2 es un inhibidor competitivo del etileno (Burg y - Burg, 1967, 1969), aumentando así el período de almacenamiento al desplazar a el etileno de los sitios receptores.

El etileno requiere de oxígeno para enlazarse a los sitios receptores y esto ocurre cuando la concentración del oxígeno se aproxima a 8 % . Si los niveles de oxígeno descienden a 2.5 % el etileno puede dañar al producto.

La disminución del oxígeno en las Atmósferas Controladas generalmente -- son más efectivas para prevenir el deterioro de frutas preclimatéricas. La --

temperatura también es un factor importante para prevenir el deterioro de las frutas. Si la temperatura aumenta de 0 a 25°C , el deterioro y la producción de etileno aumenta. Para prevenir la senescencia es necesario almacenar a 0°C.

Efectos de las Atmósferas Controladas:

Si se reduce la concentración del oxígeno a 8 % y se eleva la del --- dióxido de carbono al 1 % , se retarda el deterioro de las frutas. Cerca del límite mínimo de oxígeno (2%) la respiración anaeróbica causa el desarrollo - de olores y sabores no deseados.

Al reducir la concentración del oxígeno y elevar los niveles de dióxido de carbono disminuye el deterioro de las frutas, reduce la respiración y los niveles de producción de etileno, retarda el ablandamiento y son menores los cambios sufridos en la fruta, a la vez que disminuye el ataque por los microorganismos patógenos.

Extender el almacenamiento por más de cuatro semanas utilizando este método, puede reducir la calidad de los sabores. Pero es muy importante remarcar que ningún tratamiento bajo Atmósferas Controladas es 100% efectivo para retardar la descomposición y aumentar la vida de almacenamiento lo más posible sin cambiar los atributos de calidad del producto almacenado.

Cambios posibles y sus causas:

Los sistemas de baja presión (Hipobáricos), suelen tener dos ventajas, que son: remover el etileno y mayor extracción de oxígeno, sin cambios - por respiración anaeróbica, la eliminación del etileno en Atmósferas Controladas, puede provocar que la respiración sea menor y disminuye la producción de compuestos volátiles (etanol,acetaldehído, acetato de etilo, etc.).

En las preatmósferas controladas, bajo almacenamiento con CO₂ , se recomienda utilizar para almacenar manzanas, bajo un 10 % de CO₂, de 10 a 15 días inmediatamente después de la cosecha, antes de almacenarlas bajo Atmósferas Controladas. De esta manera se obtiene una mejor estructura y se reduce - la pérdida de acidez.

* Efectos metabólicos:

Los efectos de las Atmósferas Controladas en la respiración depende - de los gradientes de concentración que se desarrollan entre los centros de --

acción metabólica y el material de la planta. Los niveles de oxígeno que oscilan de 3 a 21% influyen a nivel del Ciclo de Krebs; los niveles inferiores al 3% inhiben el sistema glucolítico. El anhídrido carbónico al 1% a veces reduce la respiración por un período de 10 días a 25°C. Los efectos combinados de la disminución de oxígeno (2%), aunado con una aumento de CO_2 (1%), reduce la respiración en un 50%.

El metabolismo de los ácidos tricarbóxicos se ve afectado en las plantas tratadas. El malato y la alanina disminuyen en las plantas expuestas a un aumento de CO_2 . El CO_2 inhibe los sistemas de succinato oxidasa de la mitocondria dando como resultado que el succinato se acumule en el tejido de la planta tratada.

* Regulación del Desarrollo:

Las auxinas y las giberelinas se ven afectadas por la acción de las atmósferas controladas. El acetaldehído se acumula en el tejido si se somete a concentraciones elevadas de CO_2 , éste acetaldehído es tóxico e induce a la senescencia por medio de un oscurecimiento eventual del tejido. Una concentración elevada de CO_2 reduce la pérdida de la clorofila.

Los cambios hidrolíticos de las pectinas son retardadas bajo el sistema de atmósferas controladas. A concentraciones elevadas de CO_2 , ocurren alteraciones ultraestructurales en varios organelos, incluyendo los plástidos mitocondriales y otros sistemas de membranas.

* Beneficios potenciales de las Atmósferas Controladas:

- 1.- Retarda la senescencia.
- 2.- Reduce la sensibilidad al etileno.
- 3.- Reduce en cierta manera los trastornos fisiológicos.
- 4.- Disminuye la incidencia y la severidad del deterioro.
- 5.- Hay un mejor control sobre los insectos.

* Desventajas.

- 1.- Agravamiento de algunos desórdenes fisiológicos.
- 2.- Deterioro irregular.
- 3.- Desarrollo de olores y sabores extraños no deseados.

1.2.3.- TRATAMIENTOS TERMICOS

1,2,3,1,- Escaldado

La mayoría de las hortalizas que no reciben un tratamiento fuerte de calor (tal como lo reciben en un procesamiento de conserva en lata), deben ser calentados para neutralizar las enzimas naturales antes de ser expuestas a procesamiento y conservadas en almacenamiento durante largo tiempo. Este tratamiento especial para neutralizar las enzimas es conocido como escaldado. El escaldado no es un calentamiento sencillo ya que si es demasiado débil es inefectivo, por otro lado, si es muy fuerte, puede dar a las hortalizas debido a un cocimiento excesivo, especialmente en los casos en que se quiere conservar el carácter fresco de las hortalizas, en la congelación. El escaldado es esencial cuando las hortalizas son congeladas porque, mientras la congelación, baja la actividad de las enzimas mas no las destruye, ni las inactiva completamente. Si el escaldado no precede a la congelación, el producto que muchas veces se conserva en estado congelado durante varios meses, va a sufrir lentamente pérdidas de sabor y color y se pueden efectuar otras clases de deterioro enzimático.

Dos de las enzimas más importantes por su resistencia al calor son las catalasa y peroxidasa, por lo que si, después de aplicar el tratamiento térmico al producto, estas enzimas están inactivadas, es seguro que las otras enzimas menos resistentes no poseerán su actividad. Los tratamientos de calor para destruir la catalasa y peroxidasa en diferentes hortalizas son conocidos y se han desarrollado pruebas químicas sensibles para detectar la cantidad de enzima que puede sobrevivir al escaldado.

Debido a que varios tipos de hortalizas difieren en tamaño, forma, conductividad de calor y niveles naturales en sus enzimas, el tratamiento de escaldado debe ser establecido sobre base experimental. Así como en la estabilización de las condiciones de esterilización de los alimentos enlatados; -- cuando más grande son las partes de los alimentos, tanto más tiempo hace falta para que el calor alcance a penetrar. (25)

1.2.3.2.- Preenfriamiento

El preenfriamiento es un proceso que permite en mayor o menor grado, la disminución de la temperatura de los productos hortofrutícolas aplicado - posteriormente a su cosecha, a fin de contribuir a la preservación de la calidad del producto y su comercialización en condiciones más ventajosas.

Estos beneficios del preenfriamiento, son causa directa del efecto que tiene sobre la respiración y maduración del producto tratado, y en forma más concreta sobre la acción catalítica de las enzimas reguladoras de los procesos de descomposición. Así la actividad catalítica se ve disminuida conforme la temperatura del producto disminuye. Y como una consecuencia, la eliminación del etileno se reduce, ya que la producción y acción del mismo es dependiente de la temperatura; en base a lo anterior es evidente que un rápido enfriamiento del producto limitará los efectos del etileno sobre el metabolismo del fruto.

Una vez afectados los procesos naturales de respiración y transpiración, los efectos de la pérdida de peso serán determinantes, para la comercialización del producto. Las pérdidas por transpiración se han calculado en un 5 % del peso total para aquellos productos a los que se les ha aplicado preenfriamiento en sus diversas modalidades.

El manejo de los frutos a temperaturas altas, además de acelerar las reacciones de maduración, favorece el desarrollo de microorganismos en los frutos. Así al lograr el manejo de bajas temperaturas durante el almacenamiento se obtiene el control de la actividad y desarrollo de microorganismos.

Los efectos del preenfriamiento para preservar la vida útil del producto, son una función directa del tiempo en que se logre la disminución y extracción del calor del campo. Para el logro de este propósito, es necesario manejar y controlar los procesos y mecanismos de la transferencia de calor, que para el caso del preenfriamiento en sus diferentes modalidades son la conducción y la convección.

El mecanismo de conducción se ha definido como la transferencia de calor que se lleva a cabo de una partícula a otra de un mismo cuerpo, sin que se produzca un desplazamiento apreciable de las partículas dentro del mismo.

Tipos de preenfriamiento:

* Mediante vacío:

Es la técnica empleada para productos con alta relación superficie/volumen, o con alta permeabilidad al vapor de agua, mediante la evaporación de una parte del agua del producto expuesto a ciertas condiciones de vacío.

* Con aire frío:

Es el sistema de preenfriamiento más utilizado, consiste en exponer el producto a corrientes de aire frío. Existen diferentes medios de aplicación, entre ellos se tiene: el preenfriamiento en cámaras (Room cooling), el cual tiene velocidades de aire menores de 1 m/s, preenfriamiento en túnel -- (Blast cooling), donde se tienen velocidades de aire entre 1 a 7 m/s, preenfriamiento con chorros de aire, en contenedores abiertos con velocidades de aire entre 10 a 15 m/s, preenfriamiento a presión o aire forzado, en contenedores cerrados con perforación para dar ventilación y estibamiento.

* Preenfriamiento con hielo troceado.

El hielo puede ser mezclado entre el producto, o bien encima de éste; en este método se aprovecha el calor latente de fusión del hielo (144 BTU/lb) para extraer el calor del producto. Generalmente este método se realiza durante el transporte, y es utilizado en productos con baja sensibilidad al frío.

* Hidroenfriamiento:

Es un método de enfriamiento rápido en el cual, las frutas y hortalizas se ponen en contacto con agua fría.

Las formas de aplicación pueden ser por aspersión, inmersión o una combinación de éstas, considerando que el agua es un material excelente para transferir el calor.

No existen pérdidas de peso del producto, en comparación con otros sistemas de preenfriamiento, al exponer el fruto a temperatura ambiente es fácilmente atacado por microorganismos debido a la alta humedad conservada en el producto después del preenfriamiento.

1.2.3.3.- Refrigeración

En general la refrigeración y el almacenamiento en frío constituyen - los métodos más benignos de conservación de alimentos. En general, ejerce pocos efectos negativos en el sabor, la textura, el valor nutritivo y los cambios que ocurren en los alimentos, a condición de que se observen reglas sencillas y que los períodos de almacenamiento no se prolonguen más de la cuenta.

La refrigeración y el almacenamiento en frío pueden ser excepcionalmente benignos, y también suelen disminuir la velocidad con que se deterioran los a alimentos, en la mayoría de los casos el grado en que previenen ese deterioro no se compara con el grado en que le previene el calor, la deshidratación, la irradiación, la fermentación o la verdadera congelación.

En condiciones ideales, la refrigeración de los productos perecederos comienza en los momentos de la cosecha y se mantiene durante el transporte, la conservación en bodega, la venta y el almacenamiento anterior a su consumo. - Esto no es motivado exclusivamente por el peligro de la descomposición bacteriana. Se podrían citar muchos ejemplos en que una demora de unas pocas horas entre la cosecha y la refrigeración son suficientes para que tenga lugar un - grado notable de deterioro en el producto.

Esto ocurre en el caso de ciertas frutas y hortalizas que son metabólicamente activas. No solo puede generar calor de respiración, sino que puede convertir los productos del metabolismo de una forma a otra. A medida que se les recoge, las frutas u hortalizas pasan por un hidrogenfriamiento, en donde se - les rocía con chorros de agua fría. El agua puede también contener un bactericida para inactivar los microorganismos en su superficie. Después los productos enfriados son introducidos a camiones o carros de ferrocarril que los --- transportan hasta las bodegas refrigeradas.

El enfriamiento es la extracción de calor de un cuerpo. Si el cuerpo es grande, el tiempo requerido para extraer una cantidad suficiente de calor pude ser bastante largo para permitir que un grado importante de descomposición tenga lugar en el alimento antes de que se pueda alcanzar la temperatura de - conservación efectiva. Así mismo, la subdivisión de los productos a granel -- propicia la circulación del aire frío en las bodegas refrigeradas. Actualmente el uso de gas nitrógeno frío producido por la evaporación del nitrógeno líquido en camiones, carros de ferrocarril y bodegas de barcos también ayuda a

proporcionar el estrecho contacto con el frío que propicia el enfriamiento rápido del producto. Este tiene otra ventaja, que es el desplazamiento del aire del área refrigerada, lo cual puede ser beneficioso para ciertos productos. La mejor manera de enfriar instantáneamente los líquidos a granel, es haciéndolos pasar por un intercambiador de calor efectivo antes de colocarlos en bodegas refrigeradas. (25)

1.2.3.4.- Congelación

Como método de conservación, la congelación empieza en la terminación del proceso de refrigeración y almacenamiento en frío. Junto con la congelación, la conservación ha sido uno de los factores determinantes en colocar alimentos cómodos al alcance del ama de casa, el restaurante y el establecimiento institucional de alimentación. La congelación correctamente lograda -- conserva los alimentos sin producir cambios radicales en su tamaño, forma, color y sabor, hace posible que gran parte del trabajo de preparación de un artículo alimenticio o hasta que una comida completa se haga antes de la etapa de congelación.

El agua congelada puede hacer estallar tubos de hierro, de manera que no debe sorprendernos el hecho de que, si no se le controla adecuadamente, la congelación puede quebrantar la textura de los alimentos, romper emulsiones, desnaturalizar proteínas y causar otros cambios físicos como químicos. Muchos de estos cambios están relacionados con la composición de los alimentos que, a su vez, es influenciada por las prácticas agrícolas que tuvieron lugar mucho antes del proceso de congelación.

Hay tres métodos básicos de congelación que se aplican en escala comercial, y éstos son: la congelación por aire, la congelación por contacto indirecto con el refrigerante, y la congelación por inmersión directa en un medio refrigerante. Estos tres métodos básicos pueden subdividirse de varias maneras, una de las cuales son: (25)

Congelación por aire	Congelación por contacto directo	Congelación por inmersión
Congelador agudo de aire tranquilo. Congelador por corrientes intensas de aire. Congelador de lecho fluidizado.	Congelador a una placa. Congelador a dos placas. Congelador con placa a presión. Congelador a consistencia de escarcha.	Líquido de intercambio. Gas comprimido. Rocío refrigerante.

La congelación evita el desarrollo microbiano, si la temperatura es suficientemente baja, pero a veces daña los tejidos, cuyos jugos se liberan durante la descongelación, favoreciendo el crecimiento microbiano. La congelación también ocasiona un aumento de los solutos en la porción no congelada a medida que desciende la temperatura, retrasando y finalmente inhibiendo el crecimiento de los gérmenes capaces de multiplicarse a temperaturas por debajo de 0°C. La congelación sustrae agua de los coloides hidrófilos, que no es completamente reabsorbida durante la descongelación. (27)

2.- INTRODUCCION AL DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta parte del trabajo se tiene como objetivo, informar al lector cuáles son las razones que nos llevaron a aplicar a los nopales un tratamiento con cera de candelilla y otro tratamiento por inmersión en soluciones de ácido ascórbico.

Los métodos que implican un tratamiento térmico no se consideraron apropiados, ya que implican gastos muy fuertes para un campesino. Por otro lado, en el caso del escaldado, el producto obtenido ya no se puede vender como verdura fresca en un mercado, además es más fácil que sufra un ataque microbiano, si es que no se tienen los cuidados necesarios para evitarlo.

En el caso de la congelación, no se recomienda utilizarlo debido a -- que cuando el nopal es descongelado, pierde totalmente su estructura o consistencia, el color se torna bastante desagradable y sufre de una pérdida de agua.

De los tratamientos químicos, se consideró el método por inmersión en ácido ascórbico, debido a su disponibilidad en el mercado; es un ácido que se encuentra de una manera natural en los vegetales, su aplicación no requiere de métodos complicados y experimentos previos muestran que es posible aumentar el período de vida de anaquel de los nopales.

Las atmósferas controladas se eliminaron ya que implican gastos fuertes y se debe tener más cuidado con la sustancia a aplicar, debido a que se trata de gases.

De los tratamientos superficiales, se seleccionó el de cera de candelilla por no presentar gastos exagerados, ni problemas de acumulación de humedad en las paredes de la película aplicada (humedad proveniente de la --- transpiración); esto último, es de vital importancia ya que la humedad relativa imperante en el medio que rodea al producto y la temperatura del -- mismo pueden crear las condiciones óptimas para que un ataque microbiano proliferare. Si se utilizaran las películas plásticas mencionadas en las generalidades, es posible que un nopal contaminado se deteriore más facil--- mente por acción de microorganismos fermentadores, hongos y levaduras.

Basándonos en lo anterior, se decidió probar un método químico (inmersión en ácido ascórbico) y un método físico o superficial (película de cera de candelilla).

Una vez seleccionado el método químico, se procedió a consultar la normalización del ácido seleccionado, encontrando que se permitía un máximo de 0.05 % de ácido ascórbico utilizado para conservar alimentos. Esta concentración de ácido ascórbico permitida se utilizó como parámetro, para determinar qué concentración de dicho ácido se aplicaría en la parte experimental. La primera concentración seleccionada fué de 0.05 % por ser el máximo permitido y, para conocer la segunda concentración que se aplicaría en el estudio, nos basamos en pruebas piloto realizadas por nosotros, en las cuales se vió que una concentración de 0.03 %, permite que los nopales se encuentren en buenas condiciones al transcurrir una semana.

En otro estudio previo se vió que la cantidad de humedad que pierde un nopal aparentemente es diferente, dependiendo del tipo de almacenamiento utilizado; por lo que se pensó manejar dos tipos de almacenamiento durante la parte experimental: por pilas y en costal.

Por último, pensando en una posible propagación de la contaminación microbiana presente en alguno de los nopales o la actividad de enzimas, se trató de aislar parcialmente a los nopales por grupos dentro de un mismo tipo de almacenamiento, por medio de una hoja de un material que pudiera contener dichos efectos aislados total o parcialmente.

Los materiales seleccionados son:

- a) Papel aluminio.
- b) Papel periódico.

3.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y TECNICAS

3.1.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Los nopales se lavaron para eliminar la tierra y los insectos que -- contenían y para tratar de disminuir la carga microbiana.

Los nopales lavados se catalogaron para su identificación posterior durante la parte experimental y a su vez, se acomodaron por lotes de 25 nopales cada uno para aplicar los siguientes tratamientos:

- 1.- Inmersión en Cera de Candelilla/almacenamiento en costal.
- 2.- Inmersión en Cera de Candelilla/almacenamiento por pilas.
- 3.- Inmersión en Acido Ascórbico al 0.03 % / almacenamiento en costal.
- 4.- Inmersión en Acido Ascórbico al 0.05 % / almacenamiento en costal.
- 5.- Sin tratamiento (control) / almacenamiento por pilas.
- 6.- Sin tratamiento (control) / almacenamiento en costal.

Al momento de almacenar los nopales, ya fuera por pilas o en costales, se colocaron hojas de papel aluminio, en la primera parte experimental (tratamientos 2 y 5) y hojas de papel periódico en la segunda parte experimental (tratamientos 1,2,3,4 y 6), con el fin de evitar una posible contaminación microbiana o de actividad enzimática de los nopales sanos a partir de un nopal enfermo o contaminado.

Día a día se aplicaron los siguientes controles:

- 1.- Pérdida de peso diario.
- 2.- Medidas: ancho, largo, grosor, altura y ángulos de elongación.
- 3.- Actividad enzimática: catalasa y peroxidasa.
- 4.- Cociente respiratorio.
- 5.- Acidez como % en ácido cítrico.
- 6.- pH
- 7.- Azúcares reductores: totales y directos.

Las determinaciones que a continuación se indican, se realizaron al inicio del experimento y cuando visualmente el nopal ya no era de buena calidad:

- 1.- Análisis organoléptico.
- 2.- Análisis bromatológico.

Con los datos obtenidos de la parte experimental, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para saber si existía una diferencia significativa en los tratamientos aplicados. Para complementar el estudio, recurrimos a la prueba de Tukey conociendo de esta manera, entre qué tratamientos existe una diferencia significativa.

En el estudio estadístico se tomó como hipótesis nula: Todos los tratamientos tienen un resultado igual; la hipótesis alternativa fué: Al menos un tratamiento no es igual a los demás, en cuanto a sus resultados.

Por último, de los resultados numéricos obtenidos se llegará a una o varias conclusiones acerca de los tratamientos estudiados.

=====

NOTA ACLARATORIA

- 1º -- Primera parte o primera vez que se realizó el experimento, se refiere a los tratamientos No. 2 y 5 , anteriormente señalados y colocando papel aluminic.
- 2º -- Segunda parte o segunda vez que se realizó el estudio, se refiere a los tratamientos No. 1,2,3,4 y 6 , anteriormente señalados, colocando papel periódico.

ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA)
PRUEBA DE TUKEY

Fórmulas para ANOVA:

* Grados de libertad:

+ Entre tratamientos = No. de tratamientos - 1

+ Del Total = No. de determinaciones - 1

+ Del Error = g.l. del total - g.l. entre Tratamientos.

* Suma de Cuadrados (S.C.) :

+ Entre Tratamientos = $\frac{\sum (\text{Total de c/tratamiento})^2}{\text{No. de determinaciones}} - Fr$

+ Del Total = $\sum (\text{Todas las determinaciones})^2 - Fr$

+ Del Error = S.C.del Total - S.C. entre Tratamientos.

* Media de Cuadrados (M.C.) :

+ Entre Tratamientos = $\frac{\text{S.C. Tratamientos}}{\text{g.l. Tratamientos}}$

+ Del Error = $\frac{\text{S.C. Error}}{\text{g.l. Error}}$

* "F" Calculada = M.C. Tratamientos / M.C. Error

* "Fr" = Factor de corrección de respuestas :

+ Fr = $\frac{(\sum \text{Todas las determinaciones})^2}{\text{No. de determinaciones}}$

Factor de Tukey:

+ $F_t = Q \times \sqrt{\frac{\text{C.M. Error}}{\text{No. Tratam.}}}$

Q : Se obtiene de tablas.

F_t se compara contra las diferencias de las medias de cada tratamiento.

+Se llena la siguiente tabla :

Fuente de varianza	g.l.	S.C.	M.C.	F_c	F
Entre Tratamiento					
Del Error					
Del Total					

Donde:

- * g.l. = Grados de libertad.
- * S.C. = Suma de cuadrados.
- * M.C. = Media de cuadrados.
- * F_c = Factor " F " calculado.
- * F = Factor "F" de tablas.

+ Se obtiene el valor $Q_{(N-1, \infty, \text{No. Tratamientos})}$

+ Se calcula el Factor de Tukey (F_t)

+ Se obtienen las diferencias entre las medias de los tratamientos (d_i)

+ Se compara F_c vs F

+ Se compara las diferencias entre las medias vs F_t

$$d_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$$

vs F_t

$$d_2 = \bar{x}_1 - \bar{x}_3$$

vs F_t

$$d_3 = \bar{x}_1 - \bar{x}_4$$

vs F_t

$$d_4 = \bar{x}_2 - \bar{x}_3$$

vs F_t etc.

Nota: Se considera el valor absoluto de las diferencias.

++ Si $F_c > F$: Hay diferencia significativa entre los tratamientos.

++ Si $d_i > F_t$: Hay diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 2.

3.2.- TÉCNICAS

3.2.1.- Técnica para aplicar la Cera de Candelilla:

Lavar 25 nopales a chorro de agua y escurrirlos hasta sequedad. Rotular los nopales para identificación posterior.

En un recipiente de vidrio, verter la cera de candelilla y sumergir los nopales en ella durante 30 segundos, cuidando que el nopal quede bien cubierto. Transcurrido el tiempo sacar los nopales y dejarlos escurrir en una coladera de plástico, el tiempo necesario para eliminar el exceso de cera.

Al secarse la cera, acomodar los nopales en pilas, colocando un papel de aluminio cada cinco nopales, o acomodarlos en un costal, según sea el tratamiento a seguir. Si el tratamiento consiste en almacenar los nopales en un costal, colocar un papel periódico entre capa y capa de nopales.

3.2.2.- Técnica para aplicar el Ácido Ascórbico:

Preparar dos soluciones de ácido ascórbico, una al 0.03 % y la otra al 0.05 %.

Lavar 50 nopales a chorro de agua; dejar que sequen y rotularlos debidamente para identificación posterior.

En un recipiente de vidrio, verter la solución de ácido ascórbico al 0.03 % y sumergir en ella 25 nopales durante un minuto, cuidando que los migmos se remojen totalmente en la solución. Acto seguido, se sacan los nopales de la solución y se dejan reposar en una coladera para permitir que se sequen con mayor facilidad. Ya secos los nopales se almacenan en un costal (colocar las capas de papel periódico).

Los otros 25 nopales se sumergen en la solución de ácido ascórbico al 0.05 % y se les aplica el mismo tratamiento de los nopales anteriores.

3.2.3.-Para realizar los controles.

3.2.3.1.- Evaluación Organoléptica.

* COLOR

Exteriormente se verá la variación o el cambio en las tonalidades del color verde del nopal y la pérdida de éste dando lugar a las tonalidades amarillas.

La medida del color se le aplicará a los extractos de nopal obtenidos de una manera estandar (50 g de nopal / 300 ml de agua destilada). Esta medida consiste en determinar la absorbancia que presentan los extractos a una longitud de onda de 630 nm. (Tab. 6 y Graf. 8).

* TEXTURA

No será posible medir este parámetro por medio de un instrumento, debido a que no fué posible conseguir un aparato apropiado para este efecto. Solamente se aplicará una prueba sencilla que consiste en doblar el nopal para ver que tan flácido está (un nopal fresco no se puede doblar porque se rompe).

También se verá la resistencia que se presenta al corte por parte del nopal al utilizar un cuchillo (mientras más fresco es el nopal, su corte con un cuchillo es más sencillo).

* OLOR

Se determinará en que momento el nopal presenta un olor a moho o humedad al obtener el extracto del nopal.

* SABOR

Cortar 100 g de nopal en cuadros pequeños y ponerlos a hervir en 150 ml. de agua caliente, a la cual no se le agregará ningún condimento. Una vez cocidos los nopales escurrirlos y colocarlos en un vaso de precipitados y de jar reposar el tiempo necesario para poder probarlos.

Comparar el sabor contra un control fresco.

3.2.3.2.- Determinación del ancho, largo, grosor, altura y ángulos de elongación.

* ANCHO Y GROSOR

Estas medidas se realizan en las porciones proximal, media y distal de cada nopal (tomando como referencia el extremo correspondiente al corte de la penca), con un vernier:



* LARGO

La medida de longitud se obtiene tomando como puntos base el extremo más agudo de la porción distal (punta de la penca) y la parte central del extremo proximal (lugar del corte), sin ejercer ninguna presión sobre el nopal.

* ALTURA Y ANGULOS DE ELONGACION

Para poder efectuar estas mediciones se ideó un aparato muy empírico, que consta de una base con dos tornillos de 1/4 de pulgada y 5 cm. de longitud, ambos tornillos empotrados en una base de madera y separados entre sí a 40 cm. Los tornillos sostienen una tabla de madera que puede ser removida hacia arriba y abajo por medio de unas tuercas con rondanas colocadas en los tornillos. Se coloca la tabla de tal manera que solamente toque los extremos del nopal -- para así poder medir la altura a la distancia media entre los dos extremos, en este caso se toma como referencia la tabla de madera.

Los ángulos de elongación se miden utilizando un transportador colocado a trasfondo en el punto medio del aparato. La lectura se toma viendo de frente el aparato, quedando el nopal entre el observador y el transportador. En este caso se toma como referencia la base del aparato.

Nota: Ver el aparato en el apéndice, sección de ilustraciones. Fig. 22

3.2.3.3.- Determinación de Humedad

Es de gran interés conocer la Humedad de la muestra en estudio para - darle un valor real a la cantidad de los otros componentes; el dato de la Humedad está directamente relacionado con la edad y el tipo de almacenamiento - de la muestra.

* Procedimiento:

Pesar 5 g de muestra en un pesafiltro puesto a peso constante, secar en la estufa a 100 - 110 °C durante 3 hrs. Transcurrido el tiempo enfriar en un desecador y ya que esté en equilibrio con la temperatura ambiente pesar de nuevo. Volver a meter en la estufa hasta que no varíen en la cuarta cifra decimal las dos últimas pesadas. (4 y 13)

Exprésese el peso perdido por muestra como % de agua:

$$\% \text{ Agua} = \frac{a - b}{m} \times 100$$

Donde:

a = Peso del pesafiltro + muestra.

b = Peso del pesafiltro + muestra después de secar.

m = Peso de la muestra.

3.2.3.4.- Determinación de Cenizas

Dentro de esta determinación se incluyen todos los compuestos inorgánicos fijos de la muestra que se encuentran originalmente como los que han sido aportados como contaminación.

* Procedimiento: (Método 29.012 de A.O.A.C.)

Pesar 1 g de muestra seca en una cápsula de porcelana puesta a peso constante a 500°C. Para ello, carbonizar primero con mechero y meter a la mufla cuidando que la temperatura no pase de 500 °C para evitar que los cloruros se volatilicen.

Se suspende el calentamiento cuando las cenizas están homogéneas (si se observan puntos negros, se humedecen con unas gotas de agua destilada, se seca y se vuelven a calcinar). Enfriar en el desecador y pesar. (4,13)

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de cenizas}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

3.2.3.5.- Determinación de Proteína Cruda

Determinación del nitrógeno total en productos que no contienen nitratos mediante el método de Kjeldhal (Macrokjeldhal).

* Fundamento:

Las proteínas y las demás materias orgánicas son oxidadas por el H_2SO_4 , el nitrógeno que se encuentra en forma orgánica se fija como sulfato de amonio. Al hacer reaccionar esta sal con una base fuerte se desprende amoníaco, que se destila y se recibe en un volumen conocido de ácido valorado. Por titulación del ácido, se calcula la cantidad de amoníaco desprendido y así, la cantidad de nitrógeno de la muestra. El porcentaje de nitrógeno multiplicado por el factor de 6.25 nos da el porcentaje de proteína.

* Procedimiento:

Pesar en la balanza analítica de 1 a 2 g de muestra en papel glassine y se introduce el papel en un matraz kjeldhal; se agrega 0.3 g de $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$; 10 g de K_2SO_4 y 25 ml de H_2SO_4 concentrado y se añaden piedras de ebullición.

Se coloca el matraz en posición inclinada por medio de un soporte y pinzas y se calienta bajo la campana con mechero, primero lentamente hasta que cesen los humos blancos. Se coloca un embudo de cola corta en la boca del matraz y se sigue calentando, aumentando la llama del mechero hasta la total destrucción de la materia orgánica. La solución debe quedar completamente clara. Enfriar y diluir con 200 ml de agua destilada y colocar sobre hielo. Añadir una solución concentrada de sosa (40 g en 40 ml de agua), previamente enfriada sobre hielo, haciendola resbalar lentamente por la pared del matraz, de manera que se estratifiquen las dos soluciones. Conectar inmediatamente el matraz a la alargadera del kjeldhal, unida al refrigerante, que a su vez va conectada a una alargadera que va introducida en la solución de ácido valorado (50 ml de HCl 0.1 N). Las conexiones deben ser de hule para dar un ajuste perfecto y evitar las fugas. Una vez conectado el matraz, agitar para mezclar las dos capas e inmediatamente calentar.

Destilar aproximadamente 150 ml. Suspender la destilación, retirando primero el matraz con el destilado antes de retirar el mechero para evitar el sifoneo.

Titular el exceso de ácido con solución valorada de NaOH 0.1 N, usando - rojo de metilo como indicador hasta vire amarillo.

Corregir mediante una determinación de un blanco de reactivo, empleando 1 g de sacarosa.

(David Pearson. The Chemical Analysis of Foods. fifth edition. J&A. 1962)
(18)

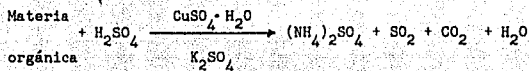
$$\% \text{ Proteína} = \frac{(a-b) \times N \text{ NaOH} \times \text{Meq } N_2 \times 6.25 \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Donde:

a = ml HCl gastados en el blanco.

b = ml HCl gastados en la muestra.

* Reacciones:



3.2.3.6.- Determinación de Extracto Etéreo

En esta determinación se extrae grasa y todo lo soluble en éter sulfúrico, como aceites esenciales, colesterol, fitoesterol, ceras, etc.

* Procedimiento:

Para hacer esta determinación se usa un extractor de Soxhlet que consta de tres partes: un extractor, un matraz y un refrigerante unidos por juntas esmeriladas. La muestra se pesa en un cartucho especial que se encuentra en el comercio o bien en papel filtro; se pesa primero el cartucho, después

se coloca la muestra (2 a 5 g) dentro del mismo y se vuelve a pesar. Se coloca el cartucho en el extractor tomando la precaución de colocar el asbesto -- preparado sobre la muestra o cerrando los extremos del cartucho. Por otro lado, se pone a peso constante el matraz con piedras de ebullición.

Se conecta el matraz al extractor y éste al refrigerante, se agrega el éter sulfúrico por el refrigerante en cantidades de dos cargas y se calienta el matraz con un foco. Por lo general 8 hcras son suficientes para extraer -- toda la grasa, pero puede hacerse una prueba dejando caer las últimas gotas -- de la descarga sobre un vidrio de reloj o sobre un papel filtro; al evaporarse el éter no debe dejar residuo de grasa.

Se calienta bajo la campana el matraz con el extracto etéreo para lograr una total evaporación del éter y se lleva a la estufa a 100°C hasta peso constante. (4 y 13).

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{\text{Peso del matraz con extracto} - \text{Peso del matraz}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

3.2.3.7.-- Determinación de Fibra cruda

La fibra cruda es la fracción de la muestra que resiste un tratamiento alternado de ácido sulfúrico y sosa hirviendo al 1.25 %. El compuesto más abundante de este residuo es el carbohidrato celulosa y en menores cantidades hemicelulosa, ligninas y pentosanos.

* Procedimiento:

Pesar 2 g de muestra desengrasada. Colocar la muestra en el vaso digestor; añadir 0.5 g de asbesto preparado y 200 ml de H_2SO_4 hirviendo al 1.2%. Calentar de inmediato (debe hervir antes de un minuto), refluja durante 30 minutos; y filtrar a través de una tela de algodón o de lino, previamente lavada para quitarle el apresto y lavar con agua destilada caliente hasta que -- no de reacción ácida al rojo de metilo. El residuo que quede sobre la tela, -- se pasa con una espátula nuevamente al vaso digestor ya limpio y se repite la operación con solución hirviendo de NaOH al 1.2 %. Después de refluja 30 minutos, se filtra en un gooch que ha sido preparado con asbesto digerido y ---

puesto a peso constante por calcinación, se lava con agua destilada caliente hasta que no de reacción alcalina. Lavar con alcohol y llevar a la estufa a 100°C durante 2 horas, enfriar y pesar (valor A), llevar a la mufla y calcinar a 900°C, enfriar y pesar (valor B), la diferencia nos da el contenido de fibra cruda.

Preparación del asbesto. Digerir a ebullición con NaOH al 5 % durante 8 horas, lavar con agua caliente hasta que no de reacción alcalina, digerir nuevamente a ebullición con HCl 1:3 durante 8 horas, lavar hasta que no de reacción ácida, secar y calcinar al rojo brillante. (4 y 13)
(No olvidar hacer la corrección con el % de grasa).

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(A - B) \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

3.2.3.8.- Determinación de Carbohidratos

Sumar los cinco porcentajes obtenidos anteriormente, restar de 100 el resultado; la diferencia se reporta como el porcentaje de carbohidratos asimilables. (13)

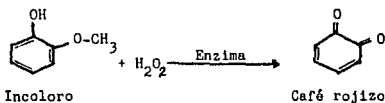
3.2.3.9.- Determinación de Actividad Enzimática

* Peroxidasa:

Pesar de 100 a 200 g de muestra y triturarla en un homogenizador, junto con 3 ml de agua por gramo de nopal, durante un minuto. Filtrar a través de un filtro de algodón. Añadir 2 ml del filtrado a 20 ml de agua destilada en un tubo de ensayo. Preparar al mismo tiempo un blanco añadiendo 2 ml de filtrado a 20 ml de agua destilada en otro tubo de ensayo; se agita y se utiliza como control para la comparación del color. Añadir 1 ml de solución de guayacol al 0.5 % al primero de los tubos de ensayo; no agitar. Añadir al mismo tubo 1 ml de peróxido de hidrógeno al 0.8 % también sin agitación. Mezclar todo el contenido del tubo, observar si aparece alguna coloración distinta de la que ofrece el tubo control, de suficiente intensidad como para mostrar un contraste claro con aquél.

Si esto ocurre, el resultado de la prueba es positivo e indica una actividad enzimática. Si no aparece una coloración distinta en 3.5 minutos, el resultado es negativo. Si se desarrolla un color distinto pero tarda más de 3.5 minutos en aparecer, la prueba se considera negativa.

* Reacción:



* Catalasa:

Tritúrese en una picadora de carne 100 g de nopal y transfírase rápidamente 1 g de la papilla a un mortero que contenga 1 g de arena y 0.6 g de carbonato de calcio. Añadir 10 ml de agua destilada y triturar de nuevo la muestra.

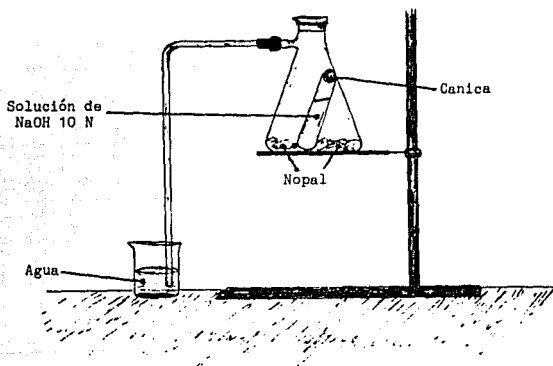
Transferir de 4 a 5 ml de esta mezcla a un tubo de fermentación; taparlo de inmediato, añadir 8 ml de peróxido de hidrógeno al 3 % y agitar suavemente durante 3 minutos evitando la retención de aire.

Comparar el volumen de gas que aparece en el tubo de fermentación con el nopal y compararlo contra un blanco de reactivos, el cual, no debe producir más de 0.1 mm de gas. (51)

3.2.3.10.- Determinación del Cociente Respiratorio

* Procedimiento : (46)

Tome un matraz Kitasato y conecte el brazo con un tubo de vidrio doblado hacia abajo sumergiendo el extremo libre del tubo en un vaso de precipitados con agua. Haga una solución de NaOH 10 N, tomar 10 ml y ponerlos en un tubo homeopático, tapado con una canica de vidrio. Poner el tubo homeopático dentro del Kitasato junto con 15 g de nopal, para colocar el tubo ayúdese con un cordel o unas pinzas largas cuidando de no mojar la canica. Tape inmediatamente el matraz con un tapón de hule; el aparato queda como se indica en la figura. Deje correr el experimento durante 2 horas (si la temperatura es fría use mayor cantidad de nopal o bien espere más tiempo).



A las dos horas marque el nivel del agua en el tubo de vidrio y mida cuántos milímetros ascendió, si es que lo hizo; ésto sucede porque al respirar la muestra del Nopal toma O_2 y desprende CO_2 ; si el CO_2 desprendido es menos que el O_2 absorbido, el volúmen del sistema decrece y el agua asciende, si $CO_2/O_2 = 1$, el volumen queda igual.

Si llamamos V_a al volúmen del sistema después de dos horas de respiración y D_a a la distancia entre el nivel de agua en el tubo y el nivel de agua en el vaso de precipitados, se tiene que:

$$V_a = \text{volúmen del tubo} - \text{volúmen del agua en } D_a$$

V_a , mide la diferencia entre el O_2 absorbido y el CO_2 desprendido, D_a mide el ascenso del agua o sea la presión dentro del sistema.

Después de medir el ascenso del agua y cuidando que el tubo de vidrio no salga del agua, incline el matraz de modo que la canica que tapa al tubo homeopático ruede aunque se derrame el NaOH; agite ligeramente el matraz por un momento sin que el tubo de vidrio salga del agua. El agua ascenderá más aún por el tubo; marque el nuevo nivel y mida el ascenso en milímetros. La explicación es que el NaOH remueve el CO_2 del aire al tirarlo, pues el volúmen del frasco queda como si el Nopal no hubiera desprendido CO_2 , decreciendo el volúmen. -- Quite el tubo de vidrio y determine el volúmen entre las dos marcas, del primero y del segundo volúmen obtenidos del ascenso; a este volúmen se le llama V_b y mide la cantidad absoluta de O_2 absorbida; la distancia que separa las marcas, o sea la que ascendió el agua la segunda vez, la llamamos D_b . Determine también el volúmen total del tubo.

Para determinar los volúmenes absorba con el tubo una solución detergente, llévela a una bureta graduada y mida: a) el volúmen de agua entre las dos marcas (V_b); b) el volúmen total del agua en el tubo. Puesto que V_b mide la cantidad de O_2 absorbido y V_a la diferencia entre O_2 tomado y CO_2 desprendido, se tiene: $V_b - V_a =$ producción absoluta de CO_2 (Despreciando el CO_2 atmosférico).

Con estos datos se puede calcular el cociente respiratorio, pero antes de hacerlo deben corregirse los volúmenes V_a y V_b tomando en cuenta la baja de presión en el matraz debido a la columna vertical de agua que tiende a caer aumentando el volumen del sistema. Para ello se toman D_a y D_b . Siendo el volúmen inversamente proporcional a la presión, el volúmen a la presión atmosférica se

obtiene multiplicando el volúmen total dentro del sistema (V_t) por el cociente que resulta de dividir la presión de el matraz entre la presión atmosférica:

$$V_t = \text{presión en el matraz} / \text{presión atmosférica}$$

La presión en el matraz cuando se lee V_a es igual a la presión atmosférica (760 mmHg) menos el peso del agua en el tubo; para expresar éste en mmHg - se divide la distancia D_a en milímetros entre 13, la presión en el matraz es pues: $760 - D_a/13$. El volúmen total dentro del matraz al leer V_a es: $V_t - V_a$, -- el volúmen a la presión atmosférica será pues:

$$V = \frac{(V_t - V_a) (760 - D_a/13)}{760}$$

y el V_a corregido (V_a') será igual a : $V_t - V$, midiendo el cambio neto en volúmen y expresando $O_2 - CO_2$. V_b corregido (V_b') se encuentra en la misma forma, usando por supuesto V_b y D_b en los cálculos.

$$C.R. = \frac{V_b' - V_a'}{V_b'} = \frac{CO_2}{O_2}$$

C.R. = Cociente Respiratorio

3.2.3.11. Determinación de Acidez

Esta determinación es muy importante para cualquier alimento que vaya a ser conservado por un largo período de tiempo, ya que cuando un alimento -- tiene un alto grado de acidez o un pH bajo, los microorganismos no se reproducen tan fácilmente, y por lo mismo, el tiempo de letalidad es menor.

Para la determinación de acidez, se toma aproximadamente 100 g de Nopal, se licuan ayudados por 100 ml de agua destilada recientemente hervida y enfriada para eliminar la acidez de la misma. Se toman 10 ml de esta solución y se colocan en un matraz de erlenmeyer, se añade una gota de fenolftaleína y se deja caer de una bureta una solución de NaOH 0.01 N hasta obtener una coloración rosa persistente, la cual es debida a un cambio en la estructura química de la molécula de fenolftaleína. La acidez total se encuentra reportada en la literatura como porcentaje de ácido cítrico, reportándose de esta manera los resultados. (51)

3.2.3.12.- Determinación de pH

El método se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en la muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

* Preparación de la muestra:

Moler la muestra añadiendo de 10 a 20 ml de agua destilada recientemente hervida por cada 100 g de producto, con objeto de formar una pasta uniforme. Ajustar la temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y determinar el pH.

* Procedimiento:

Calibrar el potenciómetro con las soluciones reguladoras de pH según la acidez del producto. Tomar una porción de la muestra ya preparada, mezclar bien por medio de un agitador y ajustar su temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Sumergir el electrodo en la muestra de manera que se cubra perfectamente. Hacer la medición del pH. Sacar el electrodo y lavarlo con agua.

El valor de pH se lee directamente en la escala del potenciómetro. (34)

3.2.3.13.- Determinación de Azúcares Reductores

Los azúcares de un alimento se pueden determinar por medio del método de Fehling, que se basa en la reducción del ión cúprico (Cu^{++}) a ión cuproso (Cu^{+}) como Cu_2O sólido insoluble de color rojo ladrillo. Esta reducción se produce por la oxidación del grupo carbonilo de la osa, en un medio alcalino.

* Reactivo de Fehling:

Solución A.- Disolver 34.639 g de $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y 12 g de MgSO_4 en agua y llevar a 500 ml, filtrar si es necesario.

Solución B.- Disolver 170 g de tartrato de sodio y potasio y 50 g de NaOH y llevar a 500 ml, filtrar si es necesario.

Para la valoración del reactivo de Fehling se prepara una solución de azúcar invertido pesando 475 mg de sacarosa, se pasa a un matraz aforado de 100 ml con un poco de agua, se añaden 5 ml de HCl conc., se le introduce un termómetro y se coloca un baño maría; cuando la temperatura dentro del matraz llega a 63°C , se mantiene el matrás dentro del baño maría durante 3 minutos. Se saca y se enfría rápidamente en el chorro de agua. Ya frío se neutraliza con sosa concentrada; este paso es muy importante, ya que si no está bien neutralizada la solución no se podrá ver bien el vire durante la titulación del factor de Fehling.

La solución invertida de la sacarosa se coloca en una bureta y se va añadiendo de 2 en 2 ml a un matraz erlenmeyer que contiene 5 ml de la solución A y 5 ml de la solución B, 50 ml de agua y piedras de ebullición; se calienta a ebullición, y en este momento es cuando se empieza a añadir la solución de azúcar invertido muy lentamente. Cuando casi todo el reactivo ha pasado del color azul al rojo ladrillo (precipitado de Cu_2O), añadir unas gotas de azul de metileno al 0.2 % y continuar añadiendo el azúcar invertido muy lentamente, - teniendo cuidado de que el reactivo no deje de estar en ebullición.

El final de la reacción se comprueba sacando breves segundos el matraz - de la fuente de calor y observando sobre una superficie blanca, la parte superior del líquido, que debe ser incoloro y el precipitado rojo ladrillo.

Esta titulación debe tomarse como referencia, se repite añadiendo casi - la totalidad de azúcar invertido empleando en la titulación anterior, hervir durante 2 minutos, añadir el indicador y continuar la titulación hasta el punto final.

- Determinación de azúcares reductores directos:

Se toma una alícuota de la muestra y se afora a 100 ml con agua destilada. Se pesa 1 g de subacetato de plomo y se va agregando poco a poco agitando cada vez el matraz, hasta que haya precipitación de las materias grasas y protéicas, no es necesario agregar todo el subacetato. Se pesa nuevamente lo que queda para saber por diferencia la cantidad de subacetato que quedó y así saber la cantidad de oxalato de potasio necesario para neutralizar el subacetato mediante la siguiente reacción:



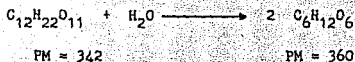
Calculada la cantidad de oxalato de potasio se pesa y se añade al matraz se agita y se filtra. El filtrado se coloca en la bureta y se titula de manera similar a la titulación del reactivo de Fehling.

- Determinación de azúcares reductores totales:

Una alícuota de la muestra se invierte como se hizo con la sacarosa, se neutraliza y se afora, se defeca, se filtra y se titula de la misma forma que las anteriores.

También se puede tomar una alícuota de la muestra que se defecó -- para la determinación de reductores directos y se hace la inversión continuando de la misma manera.

Para calcular el factor se toma en cuenta la siguiente reacción:



$$\frac{475}{342} \times 360 \longrightarrow 500 \text{ mg}$$

$$\frac{500}{100} \times 10 \longrightarrow 50 \text{ mg}$$

Cada 10 ml de solución contienen 50 mg de azúcar invertido.

El factor se calcula de la siguiente forma:

$$* F = \text{Volumen gastado en la titulación} \times 0.05$$

Tomando en cuenta este dato, cuando se efectúa la titulación de la solución de azúcar invertida, se puede conocer la cantidad en mg de monosacárido que reducen 10 ml de solución de Fehling.

Los cálculos se efectúan con las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Red. Directos} = \frac{F \times 100}{\text{Vol.gast.}} \times \frac{\text{Aforo}}{\text{mtra.mg}}$$

$$\% \text{ Red. Totales} = \frac{F \times 100}{\text{Vol.gast.}} \times \frac{\text{Aforo}}{\text{alic.}} \times \frac{100}{\text{mtra.mg}}$$

4.- RESULTADOS

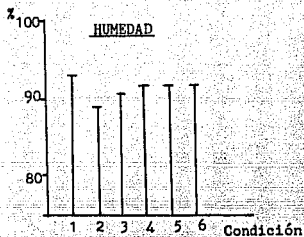
ANALISIS BROMATOLOGICO

DETERMINACION	Control (I)	Control (F)	Ac.Asc.0.03%	Ac.Asc.0.05%	Cera c.	Cera ap.
Humedad (%)	93.00	88.00	91.00	92.00	92.00	92.00
Cenizas (%)	1.019	1.229	1.325	1.322	1.024	1.028
Proteínas (%)	4.530	3.738	3.680	3.558	4.270	4.528
Fibra c. (%)	1.381	1.213	1.258	1.209	1.218	1.024
Grasa (%)	0.308	0.293	0.301	0.291	0.298	0.206
Carbohidratos. (%)	0.000	5.527	2.436	1.620	1.190	1.214

Tabla No.1

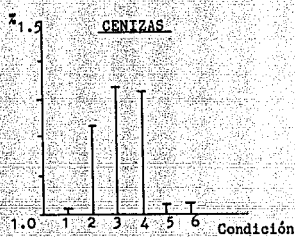
- 1.- Control (inicio)
- 2.- Control (final)
- 3.- Acido Ascórbico al 0.03 %

Gráfica No. 1

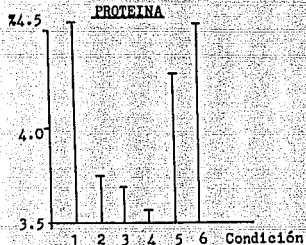


- 4.- Acido Ascórbico al 0.05 %
- 5.- Cera almacenado en costal
- 6.- Cera almacenado por pilas.

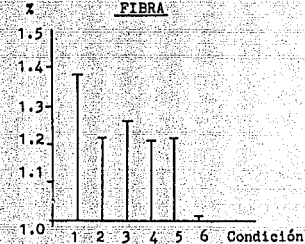
Gráfica No. 2



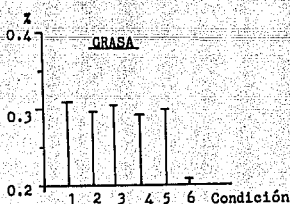
Gráfica No. 3



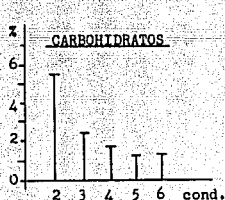
Gráfica No. 4



Gráfica No. 5



Gráfica No. 6



PROMEDIOS EN PESO DIARIO
DEL CONTROL Y DE LOS NOPALES TRATADOS

* Primera vez: Tabla No. 2

Tiempo días	Control	Cera costal apilado
1	70.02	—
2	65.15	84.07
3	62.13	82.04
4	60.05	81.30
7	54.34	77.46
8	49.20	76.62
9	48.03	75.25
10	47.40	63.67
11	46.67	70.23
14	46.32	70.10
15	41.33	69.70
16	38.80	69.50
17	36.96	69.25
18	36.20	68.10

* Segunda vez: Tabla No. 3

Tiempo	Control*	Ac. Asc. O. 03%	Ac. Asc. O. 05%	Cera apilado	Cera*
1	61.00	63.00	60.87	63.16	68.34
2	58.15	60.04	58.16	60.86	66.50
3	56.31	57.33	57.12	59.74	64.90
4	54.11	53.63	53.94	58.38	63.70
5	52.07	53.24	52.56	57.50	62.43
8	48.48	50.35	48.95	55.96	60.33
9	47.34	49.95	48.60	55.25	60.19
10	46.80	48.80	46.30	55.03	58.06

* Tipo de almacenamiento: costal.

ANOVA : PROMEDIO EN PESO DIARIO (Primera vez)

	CONTROL	CERA APILADO	TOTAL
n	14.0	13.0	27.0
Σx_i	702.60	967.29	1669.89
\bar{x}	50.18	74.40	124.58
Σx_i^2	36754.30	72336.29	109090
$\Sigma x_i^2/n$	35260.48	71973.07	107234

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	F _c	F
Entre Tratamientos	1	3954.56	3954.56	53.24	4.20
Del Error	25	1857.04	74.28		
Del Total	26	5811.60			

$$F_c > F \quad 53.24 > 4.20$$

=====

$$Q = 3.64 \quad F_t = 22.18$$

\bar{x}_1 = Media del Control.

\bar{x}_2 = Media de Cera Apilado.

$$d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 24.22$$

$$d > F_t \quad 24.22 > 22.18$$

ANOVA : PROMEDIO EN PESO DIARIO (segunda vez)

	1	2	3	4	5	TOTAL.
n	8	8	8	8	8	40
Σx_i	424.26	436.34	426.50	465.88	504.45	2,257.43
\bar{x}	53.03	54.54	53.31	58.23	63.05	282.16
Σx^2	22,694.0	23982.77	22,924.3	27,188.9	31,893.3	128,683
$\Sigma x_i^2/n$	22,499.6	23,799.0	22,737.8	27,130.5	31,808.7	127,975.7

1 = Control.

4 = Cera Costal.

2 = Ac. Asc. 0.03 %

5 = Cera Apilado.

3 = Ac. Asc. 0.05 %

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamiento	4	575.9110	143.9700	7.12	2.64
Del Error	35	707.5820	20.21		
Del Total	39	1,283.493			

$$F_c > F$$

$$7.12 > 2.64$$

=====

$$Q = 4.07$$

$$F_t = 8.18$$

$$d_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 1.51$$

$$d_6 = \bar{x}_2 - \bar{x}_4 = 3.69$$

$$d_2 = \bar{x}_1 - \bar{x}_3 = 0.28$$

$$d_7 = \bar{x}_2 - \bar{x}_5 = 8.51 *$$

$$d_3 = \bar{x}_1 - \bar{x}_4 = 5.20$$

$$d_8 = \bar{x}_3 - \bar{x}_4 = 4.92$$

$$d_4 = \bar{x}_1 - \bar{x}_5 = 10.2 *$$

$$d_9 = \bar{x}_3 - \bar{x}_5 = 9.74 *$$

$$d_5 = \bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 1.23$$

$$d_{10} = \bar{x}_4 - \bar{x}_5 = 4.82$$

* = Diferencia > F_t

**% en PESO Y % en PESO PERDIDO DIARIO DE
NOPALES CONTROL Y TRATADOS CON CERA ***

* Primera vez. Tabla No. 4

TIEMPO (Día)	C O N T R O L		T R A T A D O	
	% P	% Pp	% P	% Pp
1	100.00	0.00	100.00	0.00
2	93.04	6.96	97.58	2.42
3	88.73	11.27	96.70	3.30
4	85.76	14.24	92.14	7.86
7	77.60	22.40	91.13	8.87
8	70.26	29.74	89.50	10.50
9	68.59	31.41	87.63	12.37
10	67.69	32.31	83.38	16.62
14	66.15	33.85	82.91	17.09
15	59.02	40.98	82.67	17.33
16	55.41	44.59	82.37	17.63
17	52.78	47.22	81.00	19.00
18	51.69	48.31		

* Almacenamiento: apilado.

% P = % en PESO

% Pp = % en PESO PERDIDO

¿ en PESO y ¿ en PESO PERDIDO DIARIO DEL CONTROL

Tabla No. 5

Y NOFALES TRATADOS (*)

TIEMPO (Día)	C O N T R O L		Ac. Asc. 0.03%		Ac. Asc. 0.05%		Cera Apilado		Cera Costal	
	¿ P	¿ Pp	¿ P	¿ Pp	¿ P	¿ Pp	¿ P	¿ Pp	¿ P	¿ Pp
1	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
2	95.33	4.66	94.30	4.70	95.55	4.45	96.36	3.64	97.3	2.69
3	92.32	7.68	90.90	9.01	93.84	6.16	94.59	5.41	94.97	5.03
4	88.70	11.29	85.12	14.87	88.62	11.38	92.44	7.56	93.22	6.77
5	85.36	14.63	84.50	15.49	86.34	13.66	91.00	8.96	91.35	8.65
8	79.47	20.53	79.92	20.08	80.41	19.59	88.60	11.40	88.28	11.72
9	77.61	22.39	79.28	20.71	79.80	20.14	87.47	12.50	88.00	12.00
10	76.77	23.23	77.46	22.54	76.06	23.94	87.14	12.86	84.95	15.05

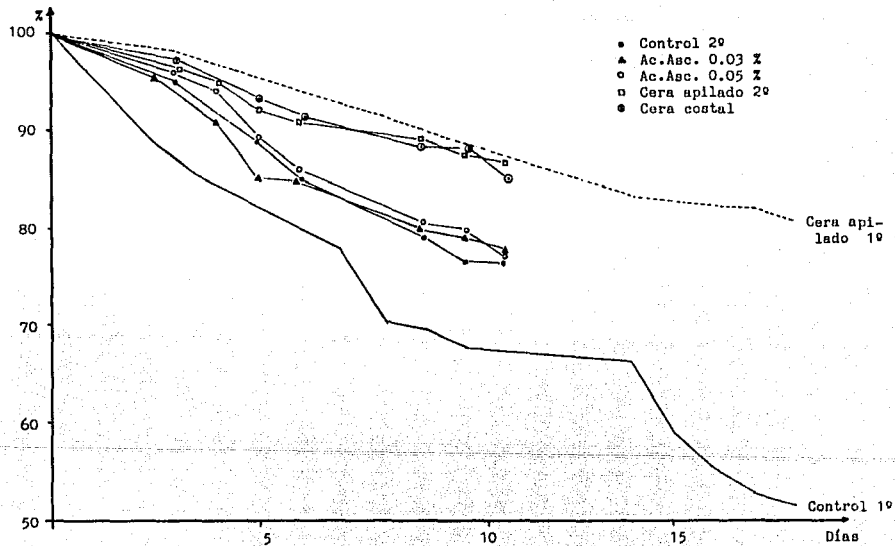
¿ P = ¿ en PESO

¿ Pp = ¿ en PESO PERDIDO

* Segunda vez.

% EN PESO DIARIO DE LOS CONTROLES Y TRATADOS

Gráfica No. 7



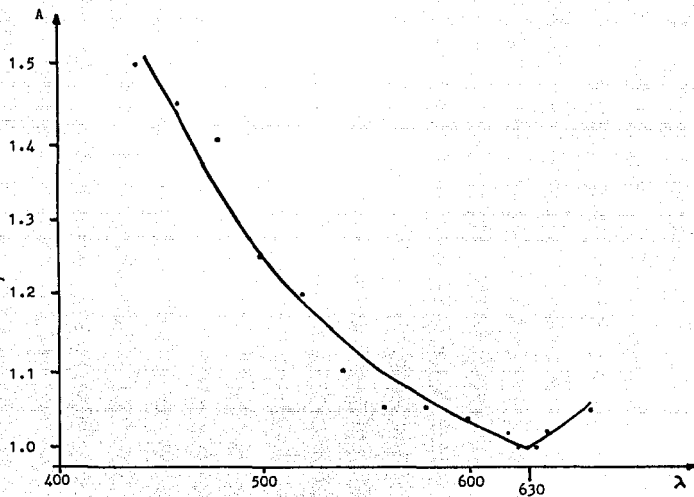
DETERMINACION DE λ max. DEL
NOPAL FRESCO

Tabla No. 6

λ	A
340	1.50
360	1.50
380	1.50
400	1.50
420	1.50
440	1.50
460	1.45
480	1.40
500	1.25
520	1.20
540	1.10
560	1.05
580	1.05
600	1.04
620	1.02
625	1.00
630	1.00 *
635	1.00
640	1.02
660	1.10

DETERMINACION DE
 λ - max.

Gráfica No. 8



CONTROLES DETERMINADOS DURANTE
EL EXPERIMENTO (*)

I.- COCIENTE RESPIRATORIO Tabla No. 7

TIEMPO (día)	CONTROL	CERA APILADO
1	1.0000	—
3	1.0000	1.0000
5	1.0000	1.0000
8	1.0000	0.9680
9	0.9550	0.8250
11	1.0000	0.9729
14	1.0000	1.0000
16	0.9200	1.0000
18	1.0000	0.9727

II.- ABSORBANCIA a 630 nm. Tabla No. 8

TIEMPO (día)	CONTROL	CERA APILADO
1	0.14	—
3	0.20	0.28
5	0.25	0.29
8	0.18	0.17
9	0.17	0.19
10	0.32	0.32
14	0.21	0.28
16	0.18	0.25
18	0.16	0.21

* Primera vez.

III.- CATALASA (Actividad como cm - desplazados). * Tabla No. 9

TIEMPO (día)	CONTROL	CERA APILADO
3	0.45	—
5	0.20	2.00
8	0.95	0.65
9	1.30	2.00
11	3.70	2.70
14	2.25	3.25
16	0.35	4.75
18	0.20	3.20

IV.- ACIDEZ (% de Acido cítrico).*

TIEMPO (día)	CONTROL	CERA APILADO
1	0.2961	—
3	0.3553	0.2764
5	0.1480	0.1678
8	0.1974	0.0987
9	0.1086	0.1283
11	0.1382	0.0987
14	0.1974	0.0987
16	0.0592	0.0987
18	0.0980	0.1086

Tabla No. 10

V.- pH *

TIEMPO (día)	CONTROL	CERA APILADO
1	3.7	—
3	3.8	4.0
5	4.2	4.3
8	4.2	4.5
9	4.4	4.4
11	4.5	4.5
14	4.8	4.9
16	4.7	4.6
18	4.7	4.5

Tabla No. 11

* Primera vez.

CONTROLES DETERMINADOS DURANTE
EL EXPERIMENTO*

I.- COCIENTE RESPIRATORIO. Tabla No. 12

TIEMPO (día)	CONTROL	Ac. Asc. 0.03%	Ac. Asc. 0.05%	Cera costal	Cera apilado
1	1.0000	—	—	—	—
2	1.0000	0.9178	—	—	0.9780
3	—	—	0.9890	0.9348	—
4	0.9380	0.9496	—	—	1.0000
5	—	—	0.5080	1.0000	0.9897
8	0.9820	0.7990	—	0.9704	—
9	—	—	0.9574	—	0.9089
10	0.9813	0.9749	—	0.8568	—

II.- ABSORBANCIA a 630 nm. Tabla No. 13

TIEMPO (Día)	CONTROL	Ac. Asc. 0.03%	Ac. Asc. 0.05%	Cera costal	Cera apilado
1	0.37	—	—	—	—
2	0.18	0.08	—	—	0.22
3	—	—	0.13	0.22	—
4	0.08	0.13	—	—	0.16
5	—	—	0.15	0.16	0.11
8	0.14	0.12	—	0.19	—
9	—	—	0.12	—	0.13
10	0.10	0.12	—	0.19	—

III.- ACIDEZ (Acido cítrico) Tabla No. 14

TIEMPO (Día)	CONTROL	Ac. Asc. 0.03%	Ac. Asc. 0.05%	Cera costal	Cera apilado
1	0.1678	—	—	—	—
2	0.1480	0.1184	—	—	0.1339
3	—	—	0.1184	0.0987	—
4	0.0987	0.0987	—	—	0.0789
5	—	—	0.0987	0.0987	0.1184
8	0.1184	0.0987	—	0.1184	—
9	—	—	0.1184	—	0.0592
10	0.0987	0.1184	—	0.1184	—

*) segunda vez.

IV.- ACTIVIDAD DE CATALASA (cm. desplazados). Tabla No. 15

TIEMPO (Día)	CONTROL	Ac. Asc. 0.03%	Ac. Asc. 0.05%	Cera costal	Cera apilado
1	2.2	—	—	—	—
3	—	—	2.8	1.3	—
4	3.8	1.8	—	—	2.6
5	—	—	1.8	4.0	4.3
8	0.7	2.7	—	5.3	—
9	—	—	1.9	—	4.7
10	3.2	3.4	—	3.8	—

V.- pH Tabla No. 16

TIEMPO (Día)	CONTROL	Ac. Asc. 0.03%	Ac. Asc. 0.05%	Cera costal	Cera apilado
1	4.0	—	—	—	—
2	4.0	4.0	—	—	3.9
3	—	—	4.1	4.2	—
4	4.5	4.4	—	—	4.5
5	—	—	4.4	4.3	4.4
8	4.6	4.5	—	4.7	—
9	—	—	4.6	—	4.7
10	4.8	4.7	—	4.6	—

* Segunda vez.

	CONTROL	CERA APILADO	TOTAL
n	7	7	14
$\sum x_1$	6.8750	7.6386	14.5136
\bar{x}	0.9821	1.0912	2.0733
$\sum x^2$	6.7584	9.1203	15.8787
$\sum x^2/n$	6.7522	8.3355	15.0877

Fuente de Varianza	G.L.	S.C.	M.C.	F _c	F
Entre Tratamientos	1	0.0477	0.0477	0.7238	4.75
Del Error	12	0.7910	0.0659		
Del Total	13	0.8387			

$$F_c < F \quad 0.7238 < 4.75$$

=====

$$Q = 4.51$$

$$F_t = 0.8187$$

\bar{x}_1 = Media del Control.

\bar{x}_2 = Media de Cera Apilado.

$$d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.1091$$

$$d < F_t \quad 0.1091 < 0.8187$$

ANOVA : COCIENTE RESPIRATORIO (segunda vez)

	1	2	3	4	5	TOTAL.
n	5	4	3	4	4	20
Σx_i	4.9013	3.6413	2.4544	3.7620	3.8766	18.6356
\bar{x}	0.9803	0.9103	0.8181	0.9405	0.9692	4.6184
Σx^2	4.8070	3.3300	2.1530	3.5500	3.7620	17.6020
$\Sigma x_i^2/n$	4.8045	3.3148	2.0080	3.5381	3.7570	17.4224

1 = Control.

4 = Cera Cestál.

2 = Ac. Asc. 0.03 %

5 = Cera Apilado.

3 = Ac. Asc. 0.05 %

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamiento	4	0.0470	0.0118	0.9252	2.9
Del Error	15	0.1907	0.0127		
Del Total	19	0.1377			

$$F_c < F \quad 0.9252 < 2.9$$

$$Q = 4.37$$

$$F_t = 0.2202$$

$$d_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.07$$

$$d_6 = \bar{x}_2 - \bar{x}_4 = 0.03$$

$$d_2 = \bar{x}_1 - \bar{x}_3 = 0.16$$

$$d_7 = \bar{x}_2 - \bar{x}_5 = 0.06$$

$$d_3 = \bar{x}_1 - \bar{x}_4 = 0.03$$

$$d_8 = \bar{x}_3 - \bar{x}_4 = 0.12$$

$$d_4 = \bar{x}_1 - \bar{x}_5 = 0.01$$

$$d_9 = \bar{x}_3 - \bar{x}_5 = 0.15$$

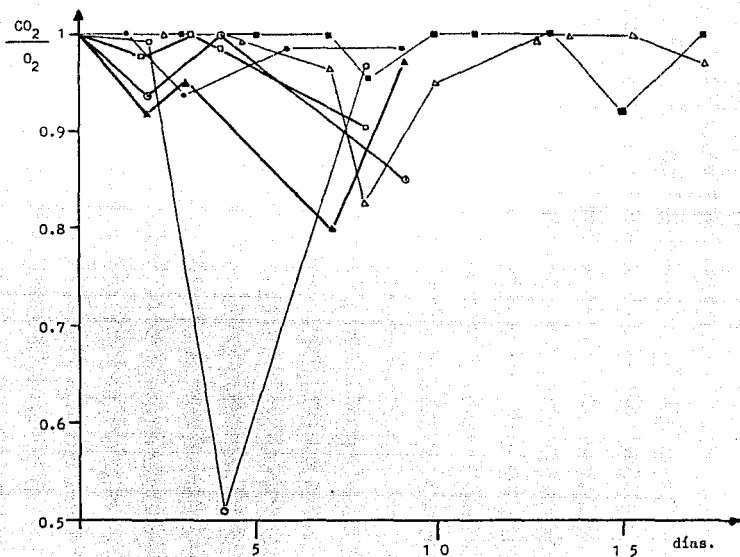
$$d_5 = \bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 0.09$$

$$d_{10} = \bar{x}_4 - \bar{x}_5 = 0.03$$

* = Diferencia $> F_t$ no existe en este caso.

COCIENTE RESPIRATORIO

Gráfica No. 9



- Control (primera vez).
- △ Cera apilado (primera vez).
- Control (segunda vez).
- ▲ Acido Ascórbico 0.03 %
- ◻ Acido Ascórbico 0.05 %
- ◼ Cera apilado (segunda vez).
- ◊ Cera costal.

ANOVA : ABSORBANCIA a 630 nm. (primera vez)

	CONTROL	CERA APILADO	TOTAL
n.	9	8	17
Σx_i	1.81	1.99	3.8
\bar{x}	0.2011	0.2487	0.4498
Σx^2	0.3879	0.5149	0.9028
$\Sigma x_i^2/n$	0.3640	0.4950	0.8590

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamientos	1	0.0096	0.0096	3.3	4.54
Del Error	15	0.0438	0.0029		
Del Total	16	0.0534			

$$F_c < F \quad 3.3 < 4.54$$

=====

$$Q = 3.01 \quad F_t = 0.1146$$

\bar{x}_1 = Media del Control.

\bar{x}_2 = Media de Cera Apilado.

$$d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.0476$$

$$0.0476 < 0.1146$$

$$d < F_t$$

ANOVA : ABSORBANCIA a 630 nm. (segunda vez)

	1	2	3	4	5	TOTAL.
n	5	4	3	4	4	20
Σx_1	0.87	0.45	0.40	0.76	0.62	3.1
\bar{x}	0.1740	0.1125	0.1330	0.1900	0.1550	0.7595
Σx^2	0.2000	0.0520	0.0530	0.1560	0.1030	0.5540
$\Sigma x_1^2/n$	0.1514	0.0506	0.0533	0.1444	0.0961	0.4958

1 = Control.

4 = Cera Costal.

2 = Ac. Asc. 0.57 %

5 = Cera Apilado.

3 = Ac. Asc. 0.05 %

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	F _u	F
Entre Tratamiento	4	0.0127	0.0032	0.7808	2.9
Del Error	15	0.0609	0.0041		
Del Total	19	0.0735			

$$F_c < F \quad 0.7808 < 2.9$$

$$Q = 4.37$$

$$F_t = 0.1245$$

$$d_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.06$$

$$d_6 = \bar{x}_2 - \bar{x}_4 = 0.07$$

$$d_2 = \bar{x}_1 - \bar{x}_3 = 0.04$$

$$d_7 = \bar{x}_2 - \bar{x}_5 = 0.04$$

$$d_3 = \bar{x}_1 - \bar{x}_4 = 0.02$$

$$d_8 = \bar{x}_3 - \bar{x}_4 = 0.06$$

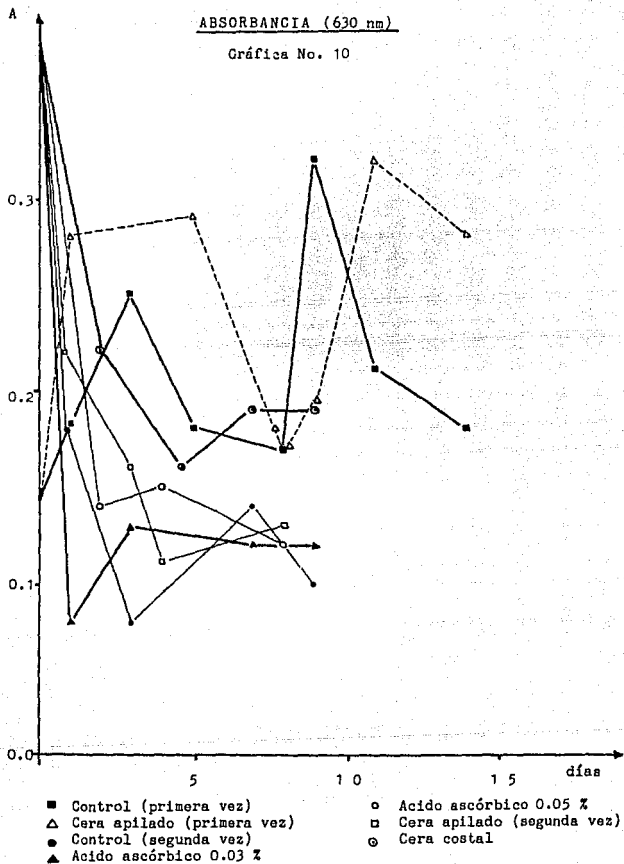
$$d_4 = \bar{x}_1 - \bar{x}_5 = 0.02$$

$$d_9 = \bar{x}_3 - \bar{x}_5 = 0.02$$

$$d_5 = \bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 0.02$$

$$d_{10} = \bar{x}_4 - \bar{x}_5 = 0.04$$

* = Diferencia $> F_t$ no existe en este caso.



ANOVA : ACIDEZ % ácido cítrico (primera vez)

	CONTROL	CERA APILADO	TOTAL
n	9	8	17
Σx_i	1.5982	1.0759	2.6741
\bar{x}	0.1776	0.1345	0.3121
Σx_i^2	0.3577	0.1718	0.5295
$\Sigma x_i^2/n$	0.2838	0.1445	0.4283

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamientos	1	0.0077	0.0077	1.22	4.49
Del Error	16	0.1012	0.0063		
Del Total	17	0.1089			

$$F_c < F \quad 1.22 < 4.49$$

=====

$$Q = 3.0$$

$$F_t = 0.1684$$

\bar{x}_1 = Media del Control.

\bar{x}_2 = Media de Cera Apilado.

$$d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.0431$$

$$0.0431 < 0.1684$$

$$d < F_t$$

ANOVA : ACIDEZ como % ácido cítrico (segunda vez)

	1	2	3	4	5	TOTAL.
n	5	4	3	4	4	20
$\sum x_i$	0.6316	0.4342	0.3355	0.4342	0.3904	2.2259
\bar{x}	0.1263	0.1086	0.1118	0.1086	0.0976	0.5529
$\sum x_i^2$	0.0836	0.0475	0.0378	0.0475	0.0417	0.2581
$\sum x_i^2/n$	0.0798	0.0471	0.0375	0.0471	0.0381	0.2496

1 = Control.

4 = Cera Costal.

2 = Ac. Asc. 0.05 %

5 = Cera Apilado.

3 = Ac. Asc. 0.05 %

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamiento	4	0.0019	0.0005	0.7917	2.9
Del Error	15	0.0085	0.0006		
Del Total	19	0.0104			

$$F_c < F$$

$$0.7917 < 2.9$$

$$q = 4.37$$

$$F_t = 0.0479$$

$$d_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.0177$$

$$d_6 = \bar{x}_2 - \bar{x}_4 = 0.0000$$

$$d_2 = \bar{x}_1 - \bar{x}_3 = 0.0145$$

$$d_7 = \bar{x}_2 - \bar{x}_5 = 0.0110$$

$$d_3 = \bar{x}_1 - \bar{x}_4 = 0.0177$$

$$d_8 = \bar{x}_3 - \bar{x}_4 = 0.0032$$

$$d_4 = \bar{x}_1 - \bar{x}_5 = 0.0287$$

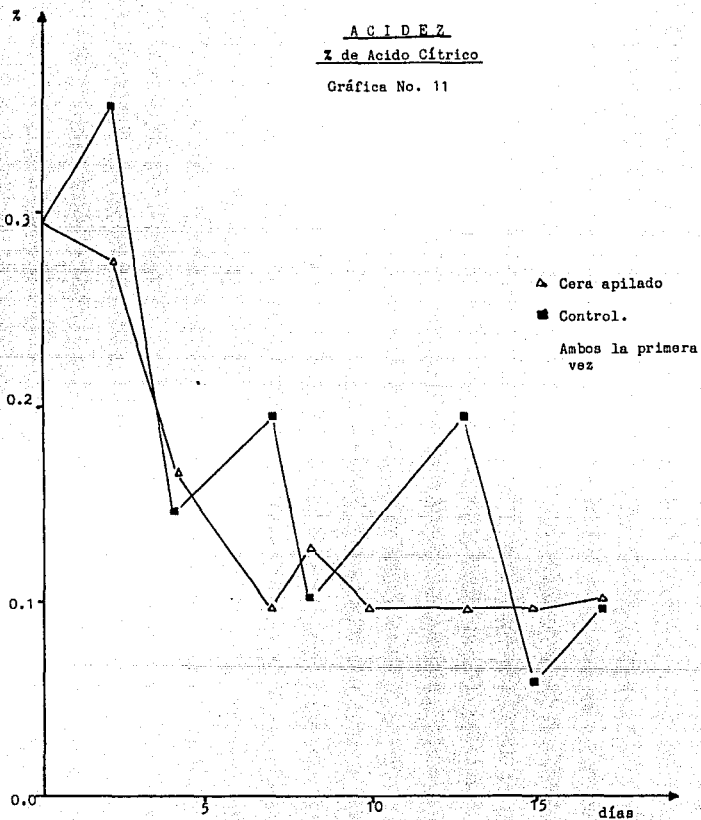
$$d_9 = \bar{x}_3 - \bar{x}_5 = 0.0142$$

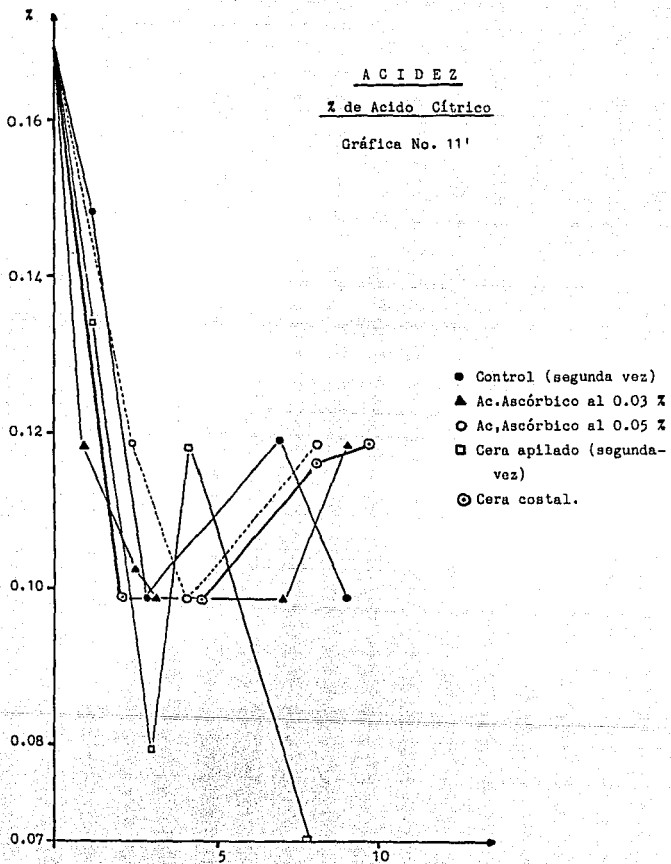
$$d_5 = \bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 0.0032$$

$$d_{10} = \bar{x}_4 - \bar{x}_5 = 0.0110$$

* = Diferencia > F_t no existe en este caso

ACIDEZ
% de Acido Cítrico
Gráfica No. 11





ANOVA : CATALASA (Primera vez)

	CONTROL	CERA APILADO	TOTAL
n	8	7	15
Σx_1	9.40	18.55	27.95
\bar{x}	1.175	2.65	3.825
Σx^2	21.750	59.08	80.83
$\Sigma x_1^2/n$	11.045	49.16	60.20

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamientos	1	10.12	10.12	6.38	4.67
Del Error	13	20.63	1.59		
Del Total	14	30.75			

$$F_c > F \quad 6.38 > 4.67$$

=====

$$Q = 3.06$$

$$F_t = 2.7284$$

\bar{x}_1 = Media del Control.

\bar{x}_2 = Media de Cera Apilado.

$$d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 1.4750$$

$$1.4750 < 2.7284$$

$$d < F_t$$

ANOVA : CATALASA (segunda vez)

	1	2	3	4	5	TOTAL.
n	4	3	3	4	3	17
$\sum x_i$	9.9	7.9	6.5	14.4	11.6	50.3
\bar{x}	2.4750	2.633	2.1000	3.6000	3.8000	14.6080
$\sum x^2$	30.01	22.09	14.69	60.22	47.34	174.350
$\sum x_i^2/n$	24.50	20.80	14.08	51.84	44.85	156.070

1 = Control.

4 = Cera Costal.

2 = Ac. Asc. 0.05 %

5 = Cera Apilado.

3 = Ac. Asc. 0.05 %

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamiento	4	7.2500	1.8125	1.1901	3.26
Del Error	12	18.2800	1.5230		
Del Total	16	25.53			

$$F_c < F \quad 1.1901 < 3.26$$

$$Q = 4.51$$

$$F_t = 2.49$$

$$d_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.158$$

$$d_6 = \bar{x}_2 - \bar{x}_4 = 0.967$$

$$d_2 = \bar{x}_1 - \bar{x}_3 = 0.375$$

$$d_7 = \bar{x}_2 - \bar{x}_5 = 1.167$$

$$d_3 = \bar{x}_1 - \bar{x}_4 = 1.125$$

$$d_8 = \bar{x}_3 - \bar{x}_4 = 1.500$$

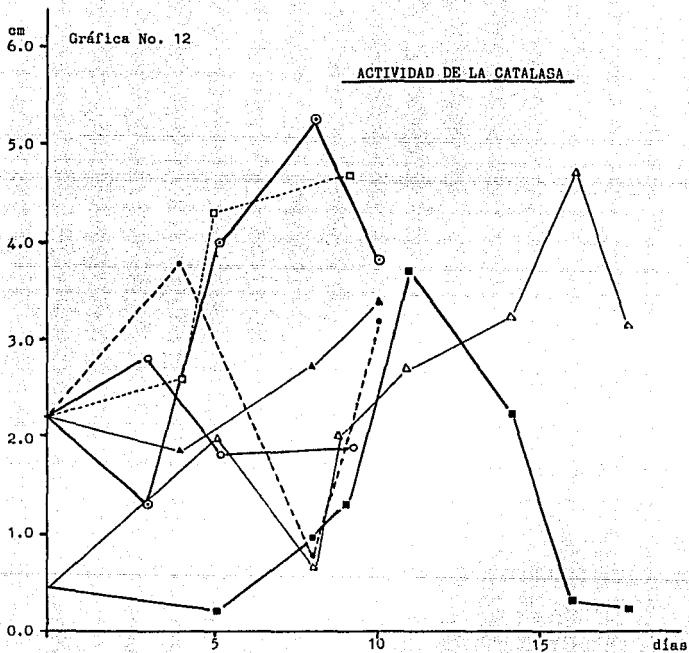
$$d_4 = \bar{x}_1 - \bar{x}_5 = 1.325$$

$$d_9 = \bar{x}_3 - \bar{x}_5 = 1.700$$

$$d_5 = \bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 0.533$$

$$d_{10} = \bar{x}_4 - \bar{x}_5 = 0.020$$

" = Diferencia $> F_t$ no existe en este caso.



ANOVA : pH (primera vez)

	CONTROL	CERA APILADO	TOTAL
n	9	8	17
$\sum x_1$	39.00	35.70	74.70
\bar{x}	4.33	4.46	8.79
$\sum x^2$	170.24	159.77	330
$\sum x^2/n$	169.00	159.31	328

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamientos	1	0.0690	0.0690	0.609	4.54
Del Error	15	1.6996	0.1133		
Del Total	16	1.7690			

$$F_c < F \quad 0.609 < 4.54$$

$$Q = 3.01 \quad F_t = 0.7164$$

\bar{x}_1 = Media del Control.

\bar{x}_2 = Media de Cera Apilado.

$$d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.130$$

$$0.130 < 0.7164$$

$$d < F_t$$

	1	2	3	4	5	TOTAL.
n	5	4	3	4	4	20
ΣX_i	21.90	17.60	13.10	17.80	17.5-	87.90
\bar{x}	4.3	4.4	4.3	4.45	4.38	21.83
ΣX_i^2	96.45	77.70	57.33	79.38	76.91	387.70
$\Sigma X_i^2/n$	95.90	77.44	57.20	79.21	76.56	386.33

1 = Control.

4 = Cera Costal.

2 = Ac. Asc. 0.03 %

5 = Cera Aplado.

3 = Ac. Asc. 0.05 %

Fuente de Varianza	g.l.	S.C.	M.C.	Fc	F
Entre Tratamiento	4	0.0100	0.0025	0.0260	2.9
Del Error	15	1.4400	0.0960		
Del Total	19	1.4500			

$$F_c < F$$

$$0.0260 < 2.9$$

$$Q = 4.37$$

$$F_t = 0.6055$$

$$d_1 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.1$$

$$d_6 = \bar{x}_2 - \bar{x}_4 = 0.05$$

$$d_2 = \bar{x}_1 - \bar{x}_3 = 0.0$$

$$d_7 = \bar{x}_2 - \bar{x}_5 = 0.025$$

$$d_3 = \bar{x}_1 - \bar{x}_4 = 0.15$$

$$d_8 = \bar{x}_3 - \bar{x}_4 = 0.15$$

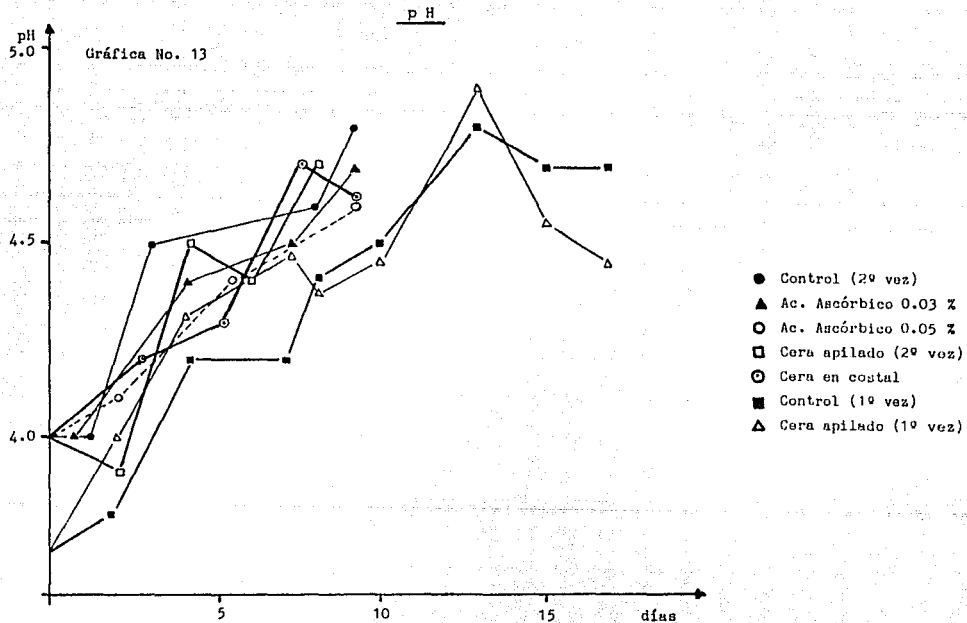
$$d_4 = \bar{x}_1 - \bar{x}_5 = 0.075$$

$$d_9 = \bar{x}_3 - \bar{x}_5 = 0.075$$

$$d_5 = \bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 0.1$$

$$d_{10} = \bar{x}_4 - \bar{x}_5 = 0.075$$

° = Diferencia $> F_t$ no existe en este caso.



ALTURA Y ANGULOS DE
ELONGACION

CONTROL* Tabla No. 17

Tiempo días	ALTURA	\angle	γ
1	2.12	11.20	10.2
4	1.72	9.40	10.2
6	1.52	8.40	9.0
8	1.98	14.00	17.2
11	1.82	9.6	11.2
13	1.64	8.6	12.8
15	1.37	3.3	3.0
Δx	-0.75	-7.9	-7.2
Σ	-35.38	-70.54	-70.59

CERA APILADO* Tabla No. 18

Tiempo	ALTURA	\angle	γ
1	2.47	9.71	12.14
4	2.43	11.57	12.80
6	2.17	9.00	8.83
8	2.50	18.50	22.00
11	2.32	12.75	19.50
13	2.00	12.00	13.30
15	2.25	23.00	9.50
Δx	-0.22	13.29	-2.64
Σ	-8.91	136.87	-21.75

*) Primera vez.

CONTROL (2º vez)

Tiempo días	ALTURA	∠	∠
1	1.85	4.0	3.5
3	1.82	6.4	9.8
7	1.74	5.2	8.0
9	1.76	6.2	6.0
Δ x	-0.090	2.2	2.5
%	-4.860	55.0	71.4

Tabla No. 19

Ac. ASCORBICO 0.03 %

Tiempo días	ALTURA	∠	∠
1	1.70	3.4	5.2
3	1.88	8.4	5.6
7	1.74	9.0	3.4
9	1.85	13.0	1.5
Δ x	0.15	9.6	-3.7
%	8.82	282.4	-71.2

Tabla No. 20

Ac. ASCORBICO 0.05 %

Tiempo días	ALTURA	∠	∠
1	1.67	5.0	4.0
3	1.50	3.75	4.25
7	1.63	5.0	5.25
Δ x	-0.04	0.0	1.25
%	-2.39	0.0	31.25

Tabla No. 21

CERA EN COSTAL

Tiempo días	ALTURA	∠	∠
1	1.85	5.0	3.25
3	1.85	3.75	2.00
7	1.90	11.25	3.25
9	1.97	14.75	7.75
Δ x	0.12	9.75	4.5
%	6.49	195.0	138.5

Tabla No. 22

Δ x -- Incremento o decremento entre el valor final --
y el valor inicial.

% -- Variación porcentual de la muestra en sus condi-
ciones finales e iniciales.

∠ -- Angulo del extremo de corte.

∠ -- Angulo del extremo proximal al corte (punta).

ANCHO , LARGO Y GROSOR

CONTROL (Primera vez) Tabla No. 23

Tiempo días	A ₁	A ₂	A ₃	L	G ₁	G ₂	G ₃
1	6.10	8.98	5.43	17.68	1.52	0.61	0.32
3	5.70	8.64	5.26	17.24	1.46	0.47	0.26
5	1.96	8.42	3.70	16.96	1.85	0.36	0.26
7	2.05	8.20	4.80	15.52	1.60	0.33	0.19
9	2.13	7.70	5.25	15.40	1.44	0.37	0.18
11	2.03	7.70	4.00	15.87	1.60	0.30	0.22
14	2.15	7.65	5.25	13.90	1.55	0.30	0.17
16	2.15	7.80	5.50	13.60	1.50	0.25	0.15
Δx	-3.95	-1.18	0.07	-4.08	-0.02	-0.36	-0.17
%	-64.75	-13.14	1.29	-23.08	-1.32	-59.00	-53.12

Δx = Incremento o decremento entre los valores final e inicial.

% = Variación porcentual de la muestra en sus condiciones final e inicial.

A = Ancho (1 = extremo del corte; 2 = parte media; 3 = punta).

L = Largo.

G = Grosor (1 = extremo del corte; 2 = parte media; 3 = punta).

ANCHO , LARGO Y GROSOR

CONTROL (Primera vez) Tabla No. 23

Tiempo días	A ₁	A ₂	A ₃	L	G ₁	G ₂	G ₃
1	6.10	8.98	5.43	17.68	1.52	0.61	0.32
3	5.70	8.64	5.26	17.24	1.46	0.47	0.26
5	1.96	8.42	3.70	16.96	1.85	0.36	0.26
7	2.05	8.20	4.80	15.52	1.60	0.33	0.19
9	2.13	7.70	5.25	15.40	1.44	0.37	0.18
11	2.03	7.70	4.00	15.87	1.60	0.30	0.22
14	2.15	7.65	5.25	13.90	1.55	0.30	0.17
16	2.15	7.80	5.50	13.60	1.50	0.25	0.15
Δx	-3.95	-1.18	0.07	-4.08	-0.02	-0.36	-0.17
Z	-64.75	-13.14	1.29	-23.08	-1.32	-59.00	-53.12

Δx = Incremento o decremento entre los valores final e inicial.

Z = Variación porcentual de la muestra en sus condiciones final e inicial.

A = Ancho (1 = extremo del corte; 2 = parte media; 3 = punta).

L = Largo.

G = Grosor (1 = extremo del corte; 2 = parte media; 3 = punta).

ANCHO , LARGO Y GROSOR

CERA APILADO (Primera vez) Tabla No. 24

Tiempo días	A ₁	A ₂	A ₃	L	G ₁	G ₂	G ₃
1	2.46	9.63	5.42	17.42	1.77	0.71	0.49
3	2.35	9.37	4.95	17.30	1.70	0.59	0.45
5	2.15	9.00	4.40	16.50	1.82	0.43	0.29
7	2.12	9.17	5.25	16.53	1.76	0.40	0.03
9	1.70	8.00	5.00	14.73	1.67	0.35	0.26
11	1.70	7.73	5.50	14.27	1.61	0.35	0.25
14	1.85	7.25	5.25	14.50	1.65	0.28	0.20
16	1.90	7.25	5.75	14.40	1.60	0.37	0.25
Δx	-0.56	-2.38	0.33	-3.02	-0.17	-0.34	-0.24
%	-22.76	-24.71	6.09	-17.37	-9.60	-47.89	-48.98

Δx = Incremento o decremento entre los valores final e inicial.

% = Variación por ciento de la muestra en sus condiciones finales e iniciales.

A = Ancho (1 = extremo del corte ; 2 = parte media; 3 = punta) L = Largo.

G = Grosor (1 = extremo del corte; 2 = parte media; 3 = punta)

CONTROL (Segunda vez) Tabla No. 25

Tiempo días	A ₁	A ₂	A ₃	L	G ₁	G ₂	G ₃
1	2.30	8.36	5.66	15.72	1.69	0.51	0.30
3	2.34	8.34	6.30	15.58	1.69	0.37	0.25
7	2.32	8.00	5.58	14.48	1.69	0.41	0.20
9	2.34	7.76	5.40	14.48	1.68	0.43	0.18
Δx	0.04	-0.60	-0.26	-1.54	-0.01	-0.08	-0.12
Σ	1.74	-7.18	-4.59	-9.79	-0.09	-15.68	-40.00

CERA COSTAL (Segunda vez) Tabla No. 26

Tiempo días	A ₁	A ₂	A ₃	L	G ₁	G ₂	G ₃
1	1.55	8.58	6.15	18.23	1.70	0.53	0.44
3	1.65	8.17	6.23	17.95	1.68	0.50	0.39
7	1.58	8.50	5.55	18.05	1.70	0.41	0.39
9	1.53	8.43	5.40	17.93	1.70	0.41	0.40
Δx	-0.02	-0.15	-0.75	-0.3	0.00	-0.12	-0.04
Σ	-1.29	-1.75	-12.19	-1.65	0.00	-22.64	-9.09

ACIDO ASCORBICO 0.03 % (segunda vez) Tabla No. 27

Tiempo días	A ₁	A ₂	A ₃	L	G ₁	G ₂	G ₃
1	1.97	7.90	4.77	16.33	1.55	0.43	0.31
5	1.95	7.85	5.83	15.87	1.55	0.36	0.18
7	1.95	7.73	5.43	15.50	1.59	0.39	0.19
Δ x	-0.02	-0.17	0.66	-0.83	0.04	-0.04	-0.12
%	-1.01	-2.15	13.84	-5.08	2.58	-9.3	-38.70

ACIDO ASCORBICO 0.05 % (segunda vez) Tabla No. 28

Tiempo días	A ₁	A ₂	A ₃	L	G ₁	G ₂	G ₃
1	2.10	8.70	5.87	16.48	1.60	0.44	0.28
5	2.05	8.25	5.95	15.50	1.61	0.43	0.24
7	2.03	8.15	6.00	15.13	1.58	0.43	0.21
Δ x	-0.07	-0.55	0.13	-1.35	-0.02	-0.01	-0.07
%	-3.33	-6.32	2.21	-8.19	-1.25	-2.27	-25.0

ANALISIS ORGANOLEPTICO

1.- Color.

* Primera vez:

La zona del corte de la penca presenta una coloración blanca; el color superficial es el verde característico y no se aprecian manchas oscuras por oxidación (solamente los que sufrieron daños mecánicos en su superficie, los cuales fueron descartados), o una coloración verde-amarillo ó amarillo.

Al noveno día se notó una marcada diferencia en el color, siendo el nopal control de una coloración amarilla-verde y el de los nopales tratados con cera de candelilla más cercano al color verde inicial. Los montículos - en donde crecen las espinas presentan una coloración parda, la cual es más - marcada en el nopal tratado. En algunos casos la existencia de un color amarillo en la punta de la penca se hace presente, ocurriendo una mayor incidencia en el lote de nopales control (sobretudo en los nopales pequeños, es decir, en los nopales que pesan aproximadamente 40 g).

Por otro lado la zona del corte en la penca, en su centro presenta una coloración gris y la orilla café oscuro.

A los once días, no existe gran diferencia al noveno día, salvo que - dos nopales pequeños (aprox. 40 g de peso), desarrollaron una coloración - negro-verdosa.

Al decimo-sexto día, el extremo del corte de todos los nopales control sobrevivientes, ya son de un color negro y en los nopales tratados con cera de candelilla son de color pardo. La punta de los nopales control comienzan a ponerse negras o gris oscuras y casi todos los nopales chicos - tienen la punta café oscuro que se atenúa hasta el color amarillo y luego pasa a amarillo-verde, en la parte central del nopal. Los nopales medianos (80 a 100 g aprox.), y los nopales grandes (peso mayor a los 100 g), no - presentan este problema de coloración amarilla en la punta.

Al decimo-noveno día los nopales control presentan un color pardo - muy marcado en casi toda su superficie, las puntas ennegrecidas y las zonas no dañadas, son de color amarillo- verde y verde claro.

Los nopales tratados con cera de candelilla, todavía presentan un color verde, aunque no tan oscuro ; al dar por terminada esta parte experimental, su superficie no se ve tan oxidada y es escasa la presencia de las puntas de los nopales amarillos.

* Segunda vez:

Nopales control .- Siguen el mismo comportamiento -- que el control de la primera parte experimental, hasta el cuarto día en el cual, el proceso de deterioro presentó una aceleración a causa de una carga microbiana muy alta, presente en las muestras; de esta manera, al sexto día, algunos de los nopales de este lote, además de poseer un color pardo en toda su superficie, se tornaron translúcidos. Los nopales que no estaban muy dañados, solamente presentaban las manchas pardas y una pérdida de el color verde quedando amarillo-verdosos.

Al decimo día el tamaño de este lote fué de 3 nopales y ya presentaban las manchas pardas (el tamaño inicial del lote fué de 25 nopales).

Nopales tratados con ácido ascórbico.- El lote tratado con una concentración de 0.03 % comenzó a tener los problemas al octavo día, pero en una proporción baja (tres nopales pardos por acción microbiana de 25 nopales iniciales). Por otra parte el color al tercer día, se comenzó a tornar más claro pero sin tonalidades amarillas; el color amarillo surgió al sexto -- día.

Al quinto día un nopal de los 25 iniciales del lote tratado con ácido ascórbico al 0.05 %, se eliminó por problemas de pardeamiento por acción de microorganismos.

Los nopales sanos de ambos tratamientos no presentaron un marcado pardeamiento en los montículos de las espinas, ni sobre su superficie, solamente en el extremo del corte. En los dos tratamientos, al sexto día se -- tornaron amarillos las puntas de dos nopales en cada caso.

Nopales tratados con cera de candelilla.- Los nopales apilados no presentaron los problemas de pardeamiento microbiano; casi no sufrieron oxidación (solamente 4 / 25 , al terminar el experimento). El color verde de -- los nopales casi no se vió atenuado. El extremo del corte está un poco pardo, incluso en algunos nopales se aprecian zonas de color blanco.

De los nopales almacenados en costal, al cuarto día, uno de 25 se tornó de color pardo por la acción de microorganismos y al octavo día otros -- tres presentaron el mismo problema. Un total de seis nopales tuvieron una coloración amarilla parda en la punta de la penca.

Si se comparan los nopales almacenados en costal, contra los apilados, existió una mayor oxidación de los montículos en los primeros nopales que en los segundos.

ii.- Color de los extractos

* Primera vez:

DIA	CONTROL	TRATADO
4º	Traslúcido - pardo.	Opaco - verde pardo.
11º	Traslúcido - pardo.	Traslúcido - verde pardo.
14º	Traslúcido - muy pardo.	Traslúcido - pardo.

* Segunda vez:

DIA	TRATAMIENTO	COMENTARIO
4º	Control.	Poco translúcido - verde pardo.
"	Cera apilado	Traslúcido - verde oscuro.
"	Cera costal	Traslúcido - pardo.
"	Ac. Ascórbico 0.03%	Traslúcido - verde pardo.
"	Ac. Ascórbico 0.05%	Poco translúcido - verde pardo.
8º	Control	Muy translúcido - pardo.
"	Cera apilado	Traslúcido - pardo.
"	Cera costal	Traslúcido - pardo.
"	Ac. Ascórbico 0.03%	Traslúcido - pardo.
"	Ac. Ascórbico 0.05%	Traslúcido - pardo.

iii.- Textura.

* Primera vez:

Nopales control.- Al iniciarse el estudio los nopales no tenían arrugas, no era fácil doblarlo, pero a su vez, no oponía resistencia al corte con un cuchillo. Al octavo día, la superficie de los nopales se notaba arrugada, su consistencia era flácida, comenzaba a sentirse aterciopelada su superficie y oponía resistencia al corte. Para el onceavo día las puntas de los nopales pequeños (40 a 80 g en peso), están completamente deshidratadas y por tanto muy duras, su superficie es arrugada y su consistencia es muy flácida, tornándose muy difícil su corte con un cuchillo.

Nopales con cera y apilados.- En los nopales pequeños comienzan a sentirse ligeras arrugas, pero con poca resistencia al corte y se pueden doblar un poco más fácil sin que se rompan, esto ocurrió al cuarto día.

Al décimo-sexto día se tornan más arrugados los nopales pequeños y los nopales medianos (80 a 100 g en peso), se comienzan a arrugar, oponiendo algo de resistencia al corte.

* Segunda vez:

Los nopales control utilizados en esta parte del experimento eran chicos y medianos, no presentaban resistencia al corte ni arrugas y era difícil doblarlos sin que se rompieran. Al cuarto día los nopales se comenzaron a arrugar y a ofrecer resistencia al corte; en algunos, las puntas de los nopales se pusieron flácidas. Para el sexto día la estructura del nopal en la punta comienza a perderse, tornándose a una forma semejante a un gel.

A los diez días, los nopales que han resistido el ataque microbiano, se ven aterciopelados por la deshidratación y al tacto dan la sensación de tocar una gamuza; además está muy flácido y es muy difícil su corte.

Los nopales atacados microbiológicamente se han transformado en un gel negro o gris oscuro, además están cubiertos parcial o totalmente por un micelio blanco.

Los nopales tratados con ácido ascórbico, a los seis días se comenzaron a sentir ligeramente flácidos presentando por tanto una resistencia - al corte y al décimo día era más fácil doblarlo sin que se rompiera; la superficie de los nopales no se tornó aterciopelada todavía.

En el caso de los nopales tratados con cera de candelilla, al llegar a las condiciones finales, no todos fueron atacados por acción microbiana, pero algunos presentaron pequeñas arrugas en la cera, restándole a los nopales la apariencia de frescura; los nopales que no desarrollaron agrietamientos se apreciaban frescos. Si se comparan los nopales almacenados en costales contra los almacenados por pilas, los primeros se ven menos frescos, ya que su superficie plana no es tan regular como en un inicio.

Todos los nopales sanos que fueron tratados con cera de candelilla, - al llegar el término de la parte experimental, no presentaban mucha resistencia al corte, al doblarlo por la mitad todavía se rompen, aunque se comienzan a sentir flácidos.

iv.- Olor.

El olor desprendido por los nopales al obtener el extracto, disminuía inversamente proporcional al tiempo; de esta manera los controles, - perdieron su aroma antes que los nopales tratados, en segundo término los nopales tratados con ácido ascórbico y por último los que fueron tratados con cera de candelilla.

En el caso de los nopales contaminados por microorganismos, el extracto obtenido desprendía un olor desagradable a humedad.

v.- Sabor (final).

- * Control = Sabor característico del nopal, pero concentrado. Resabio amargo.
- * Cera = Sabor característico del nopal, no tan concentrado.
- * Acido ascórbico = Sabor característico, no tan concentrado, ligero resabio ácido.

5.- ANALISIS DE RESULTADOS

La actividad metabólica de los nopales cosechados no se ve interrumpida; de tal manera que por ejemplo el proceso de respiración sigue adelante, existe una serie de cambios bioquímicos como la variación de la acidez, oxidación de los carbohidratos presentes como reservas, desaparición de la clorofila para dar lugar a compuestos carotenoides, actividad enzimática, - hidrólisis de biopolímeros, etc.

En este estudio se trata de comprender cómo van modificándose algunos de estos parámetros, con el fin de que en un momento determinado se pueda indicar de una manera no empírica, cuándo un nopal verdura (ya sea control o tratado), ya no se encuentra en sus condiciones óptimas para su consumo.

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos -- y una serie de comentarios que se consideran pertinentes:

Como se señaló anteriormente en el diseño experimental, la parte - práctica de este trabajo se dividió en dos:

* Primera: En la que se aplicó solamente un tratamiento comparado contra un lote control. El tratamiento aplicado consistió en la inmersión en cera de candelilla y almacenado por pilas con capas de papel aluminio colocadas cada determinado número de nopales. La razón de que sólo se trabajaran dos lotes se debe a que la muestra proporcionada por la delegación de Milpa Alta fué de un tamaño pequeño, completándose solamente para dos lotes.

* Segunda: En este caso, el número de tratamientos se pudo aumentar comparados contra su control correspondiente. Estas muestras no fueron proporcionadas directamente por los directivos de la Delegación de Milpa Alta, - sino que, se consiguió en el mercado ubicado en la misma.

Entre las dos subpartes experimentales existió una diferencia fundamental, que radicó en la rapidez con la que se deterioraron las muestras de la segunda parte experimental a causa de la manifestación de hongos en los nopales control a partir del cuarto día, y que más adelante se fueron presentando en los nopales tratados.

Aunque las muestras se encontraban contaminadas, fué posible realizar el estudio que se tenía programado, ya que pese al contratiempo se pudo observar que los tratamientos aplicados presentaban un comportamiento

satisfactorio, al ser comparados contra los nopales control de esta parte experimental.

Con respecto a las determinaciones: existen dos parámetros que se indican en el diseño experimental y que sus resultados no aparecen reportados. La causa de que no se reporten es la siguiente:

Determinación de azúcares reductores directos y totales.- El método que se seleccionó por cuestiones de material y reactivos disponibles - daban como resultado un valor nulo, ya sea porque la cantidad de azúcares reductores presentes no fueran la suficiente como para ser detectada o -- porque realmente en la muestra no existieran este tipo de carbohidratos - reductores (el método fué el de Fehling).

Para la determinación de la actividad enzimática, se consideró en un inicio, que podía existir la actividad de la enzima catalasa y la enzima peroxidasa presentes en la muestra. Se encontró para estas pruebas cualitativas, que la actividad de la peroxidasa no se detectó en las muestras, por lo que sólo se determinó la actividad de la enzima catalasa.

Se debe entender que aunque el método utilizado no es una prueba --- cuantitativa de la determinación de la actividad de la catalasa, se realizó el análisis de varianza y las gráficas correspondientes, únicamente -- con el fin de ver si se podía conocer la tendencia que presentaba esta enzima en el transcurso de la parte experimental.

Uno de los parámetros considerado como el más importante durante la parte experimental, es la cantidad de agua presente en las muestras en estudio. Por esta razón se utilizaron dos tipos de pruebas para medir la humedad:

La primera que es una medida directa (eliminación de la humedad por medio de calor utilizando un pesafiltro a peso constante), que tenía como fin conocer la cantidad de agua o humedad en las condiciones finales e iniciales. (Tabla No. 1 y Gráficas 1,2,3,4,5 y 6)

La segunda prueba es una medida indirecta basada en el peso en gramos diario que presentaban los nopales. El peso perdido diariamente se obtenía al sacar la relación entre el peso presentado en un día determinado contra el peso obtenido en un inicio del experimento; de esta manera se podía saber qué cantidad de agua o humedad se perdía cada día o durante todo el tiempo que duró la parte experimental. (Tablas 3,4,5 y 6 ; Gráfica No. 7)

Los resultados de los dos métodos utilizados, dejan ver que los nopales contienen menos agua al terminar el experimento que en un inicio del mismo (tanto para los nopales control como los nopales tratados). (Tabla 1)

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los resultados correspondientes al peso promedio diario, indican que existe una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados:

En la primera parte experimental la diferencia encontrada fué altamente significativa entre los nopales tratados con cera de candelilla, almacenados por pilas y los nopales utilizados como control. Este resultado se puede corroborar con las propiedades organolépticas (aparencia), que presentaron los nopales al terminar el experimento.

En la segunda parte experimental, el análisis de varianza dió como resultado que la variación entre los tratamientos fué significativa (al menos en uno). Para poder conocer entre qué tratamiento existía la variación significativa se utilizó la Prueba de Tukey, encontrando los siguientes resultados:

- * Los tratamientos que presentaron mayor diferencia entre sí fueron:
 - a) Nopales control vs. nopales tratados con cera de candelilla y almacenados por pilas.

b) Nopales tratados con ácido ascórbico al 0.05 % vs. nopales tratados con cera de candelilla y almacenados por pilas.

c) Nopales tratados con ácido ascórbico al 0.03 % vs. nopales tratados con cera de candelilla y almacenados por pilas.

* Los tratamientos aplicados que se asemejan a los resultados obtenidos para los nopales control son:

a) Nopales tratados con ácido ascórbico al 0.03 %

b) Nopales tratados con ácido ascórbico al 0.05 %

(Ambos tratamientos almacenados en costales)

* Los nopales tratados con cera de candelilla y almacenados en costal, si presentaron diferencia con respecto a los nopales control, pero dicha variación no fué significativa.

* Comparando los nopales tratados con ácido ascórbico, encontramos -- que hay una variación pero que no es significativa entre ellos. Lo mismo ocurre en el caso de los nopales tratados con cera de candelilla.

* Otros tratamientos que entre sí no presentaron diferencia significativa fueron:

a) Nopales tratados con cera de candelilla vs. nopales tratados con ácido ascórbico al 0.05 %

(Ambos almacenados en costales)

b) Nopales tratados con cera de candelilla y almacenados en costal vs. nopales tratados con cera de candelilla y almacenados por pilas.

+ Todo este razonamiento se puede resumir de la manera siguiente:

Los nopales tratados con cera de candelilla ya sean aplados o almacenados en costales, se comportan de una manera semejante. El mismo efecto se aprecia para los nopales tratados con ácido ascórbico, pero además, los cambios ocurridos en el lote control son similares a los ocurridos en -- los lotes de nopales tratados con ácido ascórbico al 0.03 % y al 0.05 % .

La diferencia entre los nopales tratados con cera de candelilla (aplados o en costal), los nopales tratados con ácido ascórbico y los no --

tados es muy significativa, hablando en términos de promedio en peso.

Con respecto a la bibliografía consultada, se encontró una relación - entre cociente respiratorio y sustrato utilizado para obtener energía necesaria para efectuar las vías metabólicas en los vegetales:

CR = Cociente Respiratorio.

- * CR mayor a la unidad indica que el sustrato metabolizado es un ácido orgánico.
- * CR igual a la unidad, indica que el sustrato metabolizado es un azúcar.
- * CR menor a la unidad nos puede indicar que el sustrato utilizado posee una relación oxígeno / carbono menor a la que presentan la glucosa o que ha existido una oxidación incompleta, es decir, que la oxidación se detiene a nivel de productos intermediarios del ácido succínico. En este caso el sustrato más idóneo es un ácido graso.

Tomando como referencia los datos anteriores, se puede llegar a pensar que el comportamiento general de los nopales utilizados para este estudio presentaron el siguiente desarrollo:

En un inicio los nopales reportaron un valor de CR = 1, por lo que la fuente de energía utilizada fué obtenida a partir de monosacáridos como la glucosa (principalmente) o la fructosa, ya que son monosacáridos fáciles - de metabolizar (vía glucolítica). Cuando las reservas de los azúcares se - van agotando, es posible que la nueva fuente de energía metabólica sean -- los ácidos grasos presentes en el momento (CR menor a la unidad) mientras que ocurre la hidrólisis de biopolímeros, que suministrarán los azúcares - necesarios para obtener la energía que requiere el nopal (CR se eleva --- hasta alcanzar el valor de la unidad).

Por otro lado, si recordamos que el cociente respiratorio es una relación entre el dióxido de carbono producido en la respiración y el oxígeno absorbido en el mismo proceso ($CR = \frac{CO_2 \text{ producido}}{O_2 \text{ absorbido}}$), al tratar de razonar el comportamiento general de los nopales, nos podemos dar

cuenta de que el requerimiento de oxígeno en la planta es igual en magnitud a la cantidad de dióxido de carbono eliminado por la misma, hasta que llega un momento en que éste requerimiento de oxígeno aumenta (cociente respiratorio menor a la unidad) y luego se empareja de nueva cuenta con las necesidades iniciales por un breve tiempo ya que se repite esta variación, cuando el nopal está próximo a su deterioro total.

El análisis de varianza aplicado a este parámetro indica que tanto en la primera parte experimental como en la segunda, no existe una diferencia significativa entre los nopales tratados y los nopales control. De hecho todos los nopales tratados muestran la misma tendencia de comportamiento frente a los nopales control.

Entre los nopales ocupados en la primera parte experimental y los bajados en la segunda parte de la misma, existe una variación en cuanto al tiempo en que presentan los cambios en el cociente respiratorio, es decir, los nopales utilizados en la segunda parte experimental se comportan de igual manera que los nopales utilizados en la primera parte, pero los cambios ocurren en un tiempo menor en el caso de la segunda parte experimental.

En el caso del análisis de varianza aplicado a los resultados obtenidos para la absorbancia, indican que no existe una diferencia significativa en el comportamiento de este parámetro para los nopales estudiados.

En la gráfica obtenida para la absorbancia, se puede observar que las tendencias de los resultados son homogéneas con respecto al control (Graf.10)

Primero existe una disminución en la absorbancia posiblemente por la degradación de la clorofila, luego comienza a aumentar debido al desarrollo de un pardeamiento, el cual pasado un tiempo, tiende a disminuir terminando por incrementarse hasta un máximo. En la primera parte experimental, el último incremento hasta un máximo ocurre entre el octavo y doceavo día y en la segunda parte experimental ocurre entre el quinto y décimo día. En estos intervalos de tiempo el pardeamiento de los extractos llega a un máximo y cuando la curva de absorbancia comienza a declinar, es cuando exteriormente el nopal comienza a presentar una coloración amarilla-naranja en la punta de los nopales.

Los resultados del análisis de varianza en el caso de la acidéz -- expresado como ácido cítrico, para ambas partes experimentales, indican -- que no existe diferencia significativa entre los resultados.

Las gráficas obtenidas para la acidez indican que también se presenta una tendencia similar en su comportamiento para los nopales tratados - con respecto a los controles. Estos resultados presentan una oscilación - en sus valores, dicha variación podría estar dada por el metabolismo propio de los nopales, es decir, parte de los ácidos orgánicos presentes se pueden metabolizar vía obtención de energía lo que nos indicaría una disminución en sus valores; cuando ocurre el aumento de la acidez, nos puede indicar que se están obteniendo ácidos orgánicos provenientes de las diferentes vías metabólicas. (Gráficas 11 y 11' ; Tabla 14).

En el caso de la actividad de la catalasa, en la primera parte - experimental el análisis de varianza indica que sí existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero la prueba de Tukey aplicada indica lo contrario. Estos datos que se contradicen, se pueden explicar si se recuerda que la determinación no era cuantitativa*, y que el propósito -- era ver si transcurrido un período de tiempo todavía se encuentra presente la actividad de la catalasa en las muestras (Tabla 15 y Gráfica 12).

En la segunda parte experimental el análisis de varianza y la prueba de Tukey indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Si se grafican todos estos resultados se puede notar que las tendencias obtenidas indican que en general, la actividad de esta enzima presenta un decremento, luego llega a un punto máximo para terminar con un descenso de su actividad.

Si se comparan los resultados de la actividad de la catalasa contra los obtenidos de absorbancia, se puede observar que hay una diferencia o variación directamente proporcional, es decir, al aumentar la actividad de la catalasa, aumenta la absorbancia y por el contrario, si disminuye la actividad de la catalasa también lo hace la absorbancia.

Las gráficas obtenidas para denotar la variación del pH, muestran - que todas las curvas siguen la misma tendencia. El análisis de varianza, muestra que efectivamente los resultados son homogéneos y no se presenta una diferencia significativa entre los valores obtenidos (Tabla 16 y Gráfica 13).

* No se considera cuantitativa ya que las fuentes de variación o error -- son muy elevadas.

Si se trata de relacionar todos los resultados (de una manera general), con el fin de analizar cual fué el comportamiento de los nopales ya sean tratados o sin tratamiento alguno, con respecto al tiempo, nos encontramos con lo siguiente:

Conforme pasa el tiempo los nopales van perdiendo agua o humedad, mientras que la respiración lleva una tendencia similar a la de los productos climatéricos. La clorofila se comienza a degradar para dar paso a los compuestos carotenoides que se traducen como una coloración amarilla o amarilla-naranja en las puntas de los nopales, o simplemente como una disminución en la intensidad del color verde inicial de la superficie del nopal.

La acidez va presentando un decremento inversamente proporcional al pH, en otras palabras, a mayor valor de pH (condiciones básicas), el % de ácido cítrico contenido en los nopales disminuye.

La actividad de la catalasa se manifiesta durante todo el tiempo que dura la parte experimental, mientras que el tejido estructural del nopal va perdiendo consistencia; este factor aunado con la pérdida de agua, provoca que el nopal se vuelva flácido, es decir, el nopal presenta una resistencia al ser cortado con un cuchillo; al tratar de doblar el nopal en dos, en su parte media, no se rompe el tejido, dando una apariencia de elástico (un nopal recientemente cosechado se rompe si se trata de doblar por la mitad).

Durante el tiempo que duró la parte experimental la morfología de las pencas sufren variaciones: (Tablas de 17 a 28).

- a) El ancho medido en tres puntos diferentes no es el mismo todos los días, en general tienden a disminuir, siendo el ancho de la punta el que menos varía.
- b) El grosor también medido en tres puntos diferentes del nopal, presentan variaciones, siendo la disminución menor en el extremo del corte del nopal.
- c) Los ángulos de elongación en un inicio tienden a aumentar y luego a disminuir, repitiéndose este efecto hasta que el nopal se torne flácido o pierde su consistencia estructural; en este momento es cuando los

ángulos ya no aumentan sino que disminuyen.

- d) La altura que presentaron los nopales varía de una manera directamente proporcional a la variación de los ángulos de elongación.

En la introducción también se menciona que el o los tratamientos -- que se señalen como los más indicados o idóneos para conservar el nopal -- verdura, serán aplicados por los campesinos de la Delegación de Milpa Alta (teóricamente). En estas condiciones no es posible que se determinen parámetros como la acidez, cociente respiratorio, actividad de la catalasa, -- etc., ya que no cuentan con el tiempo requerido, los conocimientos necesarios ni el material, por lo que a continuación se relatan las series de acontecimientos que ocurren en los nopales control y tratados, con el fin de que se puedan dar idea las personas de esta delegación de cuándo se considera que un determinado tipo de tratamiento es el idóneo a utilizar, qué tipo de nopales son los que no presentan problemas, etc.

Los nopales que fueron proporcionados por la Delegación de Milpa Alta eran de tres tipos de tamaño (de la variedad de *Opuntia megacantha*) y fueron clasificados de la siguiente manera:

- 1) Tamaño chico.- Peso entre 40 y 80 gramos y una longitud máxima de 10 cm.
- 2) Tamaño mediano.- Peso entre 80 y 100 gramos y una longitud entre 10 y 20 cm.
- 3) Tamaño grande.- Peso entre 100 y 140 gramos y una longitud entre 20 y 30 cm.

Algunos nopales presentaban daños físicos y mecánicos visibles y por esta razón fueron eliminados, otros presentaban solamente lastimaduras al tallarse contra otro nopal (por las espinas). En este tipo de nopales se encontró que en un corto tiempo de almacenamiento en su superficie presentan oscurecimiento o pardeamiento en las zonas dañadas que no se apreciaban a simple vista.

Al entregarnos los nopales se nos dijo que éstos se cosecharon ese mismo día.

Se seleccionaron dos lotes en los cuales los tres tamaños de nopales se encontraron presentes. Al transcurrir el experimento se pudo ver que los nopales que presentaron un deterioro más rápido fueron los del tamaño chico, durando casi una tercera parte del tiempo que presentaron los nopales medianos y grandes, independientemente del tratamiento aplicado.

La duración total de la primera parte experimental fué de 21 días. El número de días quedó determinado tomando como base a los nopales tratados con cera de candelilla y almacenados por pilas (fueron los que duraron más tiempo), ya que al llegar a este período de tiempo sus características externas comienzan a declinar en su apariencia. En el caso de los nopales control, éste punto en el cual los nopales ya no poseían un aspecto agradable a la vista o al tacto, ocurrió a los 9 días predominantemente en los nopales chicos y luego en los nopales medianos.

En la sección de ilustraciones se muestra una fotografía que indica una comparación entre los nopales tratados con cera de candelilla y almacenados por pilas contra los nopales control, al realizárseles un corte transversal, para ver el grado de deshidratación ocurrido a los 11 días. (Fig.16)

En esta primera parte experimental los nopales tratados con cera de candelilla y almacenados por pilas, duraron aproximadamente 12 días más que los nopales control (sin tratamiento). Sacando la relación correspondiente se obtiene un 57.14 % más de vida útil.

En la segunda parte experimental, los nopales se compraron en el mercado de Milpa Alta un día Sábado en la mañana y hasta el Lunes siguiente se aplicaron los tratamientos.

El comportamiento de los nopales control fué semejante al que presentaron los nopales control de la primera parte experimental. A continuación se expresa el intervalo de tiempo transcurrido para que los nopales comenzaran a dar signos de deterioro, tomando como base a los nopales control:

- a) Nopales tratados con cera de candelilla y almacenados por pilas, duraron 7 días más que los nopales control que equivale a un tiempo aumentado del 58.33 %.
- b) Nopales tratados con cera de candelilla y almacenados en costal: 5 días mas. (41.66 %).
- c) Nopales tratados con ácido ascórbico al 0.03 % duraron solamente un día mas. (8.33 %).
- d) Nopales tratados con ácido ascórbico al 0.05 % También duraron - un día más que los nopales control (8.33 %).

(Los nopales control se comenzaron a deteriorar al 4º día de ser cosechados, i.e., al segundo día de aplicar los tratamientos a los otros nopales, siendo la duración del experimento de 12 días desde el momento de su cosecha).

Una variación que se incluyó en el método de almacenamiento fué la de colocar hojas de papel aluminio y de periódico. Se encontró que ambos materiales cumplieron bien su cometido, es decir, si un nopal llegaba a descomponerse, los otros nopales quedaban aislados totalmente en el caso del papel aluminio y parcialmente con el papel periódico (en un período de terminado los otros nopales se contaminan).

Si nos basamos en los costos de este tipo de materiales, se puede ver inmediatamente que, aunque el papel periódico a la larga permite el paso de los micelios de hongos y/o el paso de las levaduras (que fueron detectadas por medio de frotis realizados vistos al microscopio, utilizando azul de metileno como tinción), para el efecto de aumentar la vida útil se puede considerar como aceptable. Ahora, si se puede costear el uso del papel aluminio se recomienda utilizarlo de preferencia.

Por último en la sección de ilustraciones se incluyen dos fotografías que muestran los resultados de unas pruebas realizadas antes de comenzar la parte experimental, las cuales nos dieron la pauta hacia qué tipo de tratamiento nos podíamos inclinar para aplicarlo experimentalmente, -- considerando que se requería que fuera sencillo de aplicar, práctico y -- que no representara un gasto muy alto. (Figs. 6 y 7)

* Medio de contraste.

6.- CONCLUSIONES

En la realización del presente trabajo, se cubre el objetivo totalmente con cluyéndose lo siguiente:

1. Los nopales estudiados, aparentemente siguen un comportamiento climático (para poder asegurarlo, se recomienda realizar estudios más específicos, como los que involucran niveles de etileno presentes en las muestras con respecto al tiempo).
2. El tamaño del nopal utilizado para un tratamiento, es un factor -- que puede influir determinantemente en la eficiencia del mismo.
3. Lavar los nopales solamente con agua, no es suficiente para disminuir una cuenta microbiana alta, por lo que se recomienda hacer uso de una sustancia fungicida ya sea en el agua de lavado o que se aplique de una manera conjunta con el tratamiento (eliminación posterior, previa al consumo).
4. Se recomienda que el tratamiento se aplique el mismo día de la cosecha, para así evitar que la actividad enzimática y microbiana se vea acelerada por encontrarse en un medio propicio u óptimo.
5. El parámetro que es más representativo para indicar si un nopal -- está fresco o no (cuando se encuentran almacenados), es el que implica llevar un control de peso diario.
6. Si uno se basa en la apariencia externa del nopal para saber si es fresco o no, se debe considerar los siguientes parámetros:
 - * Oxidación superficial.
 - * Presencia de arrugas.
 - * Oscurecimiento en la parte dañada por el corte de la cosecha.
 - * Textura que presenta el nopal al ser doblado en dos partes.
7. La altura, ángulos de elongación, el ancho, el largo y el grosor -- no se pueden utilizar como una medida confiable para determinar la frescura del nopal, debido a que presenta muchas oscilaciones en su comportamiento.

8. Aunque el método de congelación no se estudió a fondo, no se recomienda utilizarlo, ya que al descongelar el nopal, éste pierde su estructura, pierde agua y ofrece una apariencia desagradable (ver fotografía en el apéndice). (Figura No. 7)
9. Los nopales tratados con cera de candelilla y almacenados en costal pierden menos humedad que los nopales controles, pero esta diferencia no es significativa.
10. Si los nopales se tratan con ácido ascórbico al 0.03 %, se obtienen resultados semejantes a los que se obtendrían al utilizar ácido ascórbico al 0.05 %
11. Los nopales tratados con cera de candelilla (apilados y en costal) son mejores que los tratamientos que implican una inmersión en ácido ascórbico.
12. Al aplicar un tratamiento con cera de candelilla, el tipo de almacenamiento, no influye de una manera significativa sobre los resultados finales, pero existe una ligera tendencia favorable para el almacenamiento por pilas.
13. El lote de nopales que presentó menor variación a sus condiciones iniciales fue el de los nopales tratados con cera de candelilla, - almacenados por pilas introduciendo hojas de papel entre los nopales (ya sea papel aluminio o papel periódico).
14. El método de conservación que se considera el más viable es el que implica una inmersión en cera de candelilla, almacenamiento por pilas, colocando papel periódico a diferentes alturas de la pila (papel periódico por economía). Por medio de este tratamiento la vida útil de los nopales, se ve incrementada aproximadamente en un 50 %.
15. El hecho de que el almacenamiento por pilas es el más idóneo (según nuestro estudio), ofrece una gran ventaja, ya que indica que el tratamiento que se sugiere como el más viable, no implica una modi

ficación en la manera de transportar los nopales comercialmente -- (pilas de 2 m. de altura) ; solamente se tendrían que colocar las hojas de papel periódico intercaladas entre los nopales. De esta manera, una vez terminado el empaque del nopal, se puede almacenar en un lugar apropiado y salir a la venta cuando sea conveniente, -- sin tener que realizar un trabajo extra.

16. Si fuera posible utilizar el método de conservación propuesto, nuevos mercados podrían abrirse para el nopal en México, o existir un aumento en los volúmenes de expotación y distribución en el país.

7.- A P E N D I C E

FIGURAS
(Fotografias)

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adel, A.K. March 1980 - Food Tech. Prevention of Ripening in Fruits by - use of Controlled Atmospheres. Pp 51-54.
- 2.- Aleman N.N. and Speck M.L. 1976. Compendium of methods for the microbiological examination foods. American public health association. E.U.A.
- 3.- Alvarez, Juan.R. 1964. Deshidratación del Nopal en operación piloto. U. - Iberoamericana. Facultad de Química Berzelius.
- 4.- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 10^a edición, 1965.
- 5.- BADUI, D.S. 1982. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana. Méx.
- 6.- Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México Vol.I. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 7.- BBL. Manual de procedimientos de laboratorio y de productos. 5^a edición. México, D.F. 1974.
- 8.- Bioxon Medios de cultivo y reactivos de diagnóstico. Ed. Bioxon.
- 9.- Braverman, JBS. 1980. Bioquímica de los Alimentos. Ed. Manual Moderno S.A. México.
- 10.- CENTEMEX. Centro del Nopal y de la Tuna del Estado de México. Perspectivas de la utilización del Nopal y de la Tuna. 1981. Ed. SAIMEX. Estado de México.
- 11.- Conn, EE-Stumpf, PK. 1969. Bioquímica fundamental. Ed. Limusa-Wiley. Méx.
- 12.- Charley, H. Tecnología de Alimentos. 1987. Ed. Limusa. México, D.F.
- 13.- Depto. Alimentos. Facultad de Química. 1986 Manual de prácticas de Análisis de Alimentos. UNAM. México, D.F.
- 14.- Desrosier, NW. 1985. Elementos de Tecnología de Alimentos. CECSA. Méx. D.F.
- 15.- Desrosier, nw. 1986. Conservación de Alimentos. CECSA. México, D.F.
- 16.- Duckworth, R.B. 1968. Frutas y Verduras. Ed. Acriba. España.
- 17.- Erston, V.M. 1981. Fisiología vegetal. Centro Regional de Ayuda Tecnológica. México.
- 18.- Fernández-Olliver. 1949. Tesis: Estudio químico del Nopal. Escuela Nacional de Ciencias Químicas.
- 19.- Flores, V.C.A. 1977. Tesis: El Nopal como forraje. Universidad Autónoma - de Chapingo.

- 20.- Frazier, W.C. 1985. Microbiología de los Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- 21.- Fuller, H.J. 1970. Botánica General. CECSA. México.
- 22.- Gobierno del Estado de México. 1979. Cultivo, Exportación y Aprovechamiento del Nopal en el Estado de México. SARH. No. 158, 12 Julio.
- 23.- Gobierno del Estado de México. 1981. Cultivo, Exportación y Aprovechamiento del Nopal en el Estado de México. SARH. Mayo No. 270.
- 24.- Hernández, Chávez, Burges. 1984. Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Publicaciones de la División de Nutrición. Instituto Nacional de Nutrición. México.
- 25.- Jamieson, M. 1974. Manejo de los Alimentos Vol. I Ecología del Almacenamiento. Ed. Pax-México. México.
- 26.- Larqué-Saavedra. 1980. Fisiología vegetal: el agua en las plantas. Chapingo, México: Colegio de postgraduados.
- 27.- Lück Erich. Conservación Química de los Alimentos.
- 28.- Lugo, O.M. 1980. Aspectos relevantes de la acción del "etileno" y su aplicación en la maduración en plátano encerado. Tesis. UNAM.
- 29.- Malpica, C.R. 1980. Tesis: Conservación en Fresco del Pepino (Cucumis--
nativus L.), para exportación. UNAM.
- 30.- MEYER, MR. 1985. Elaboración de Frutas y Hortalizas. Ed SEP / Trillas. México.
- 31.- Montgomery, D.C. Design and Analysis of Experiments. 2ª edición. John Wiley & Sons. New York.
- 32.- Nason, A. 1978. Biología. Ed. Limusa. España.
- 33.- Naturciencia. 1977 Enciclopedia de la Naturaleza, la Ciencia y la Técnica III. 3ª Edición. Ed World copyright by Mac Donald education limited. Hellywell House. Inglaterra.
- 34.- NOM - F 317 - S - 1978.
- 35.- Ortegón, A.A. 1980. Tesis: Estudio de las Enfermedades de la Guanabana -- (Annona muricata, Linn) en postcosecha y su control. UNAM.
- 36.- Paredes, LO.- García, B.G. 1973. Cera de candelilla para la conservación de cítricos. Tecnología de Alimentos. año VIII. No. 4. jul-ago.
- 37.- Paredes, LO.- Camargo, R.E. Películas protectoras. Tecnología de Alimentos. año IX. No. 2, 3 Abril- 1974.

- 38.- Patrick, E.B. Use of controlled Atmospheres to retard deterioration of Produce. Food Tech. March 1980.
- 39.- Pearson, D. 1962. The chemycal analysis of foods. 5^a ed. J&A.
- 40.- Pedraza, G.E. 1975. Tesis: Prolongación del período del almacenamiento del plátano utilizando cubrientes a base de cera de candelilla. UNAM.
- 41.- Potter, N. 1973. La ciencia de los alimentos. EDUTEX. México.
- 42.- Quintero, R.R. 1981. Ingeniería Bioquímica. Teoría y aplicaciones. Ed. Alhambra. México.
- 43.- Ramos, Galván, R. 1985. Alimentación normal en niños y adolescentes: Teoría y práctica. Ed. El manual moderno. México.
- 44.- Rivas, E.V. Tesis: Preservación del pepino al ataque de hongos durante su almacenamiento. Universidad La Salle.
- 45.- Rojas, G.M. 1984. Manual Teórico-Práctico de herbicidas y fitoreguladores. Ed. Limusa. México.
- 46.- Rojas, G.M. 1959. Experimentos de laboratorio para el curso de Fisiología Vegetal. Instituto tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, Escuela de Agricultura.
- 47.- Rosado, A. 1980. Biología I. Ed. Trillas. México.
- 48.- Ruiz, V.A. 1946. Tesis: Aportaciones al estudio de la Cera de Candelilla. UNAM.
- 49.- Schmidt, T.R. 1979. The use of acid citric in the canned fruit and vegetable industry. Ed. Miles. Centennial Series. EUA.
- 50.- Vamos, V.L. 1981. Polifenoloxidasas y Peroxidasas en frutas y vegetales. Food Science and Nutrition. Vol. 15, No. 1.
- 51.- Villa, M.A.-Hernández, L.P. Tesis: 1978. Industrialización del Nopal (Desarrollo y estudio técnico de dulce de mermelada). UNAM. México.
- 52.- Zaldivar, P.C. 1975. Tesis: Preservación de tuna y melón con emulsiones de cera de candelilla. UNAM.

Consultas personales:

- 1.- Q.F.B. Erik, M. Diseño experimental.
- 2.- Productor Alfredo Lipranti R. Orientación acerca del cultivo, cosecha, manejo y mercadeo del Nopal de la Delegación de Milpa Alta.

PANORAMICAS DE MILPA ALTA (Villa de)



Fig. 4



Fig. 5

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO PREVIO CON CUATRO
METODOS DE CONSERVACION DISTINTOS

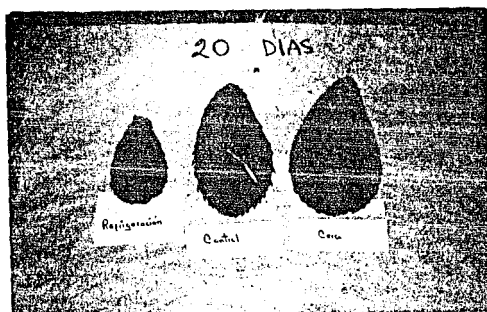


Fig. 6

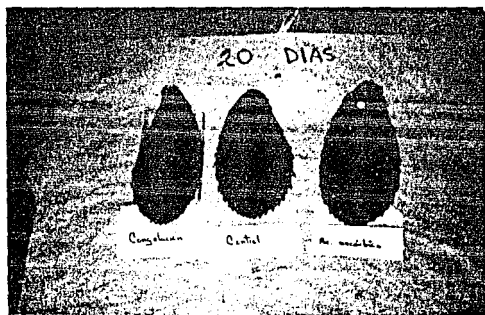


Fig. 7

NOPALES CLASIFICADOS

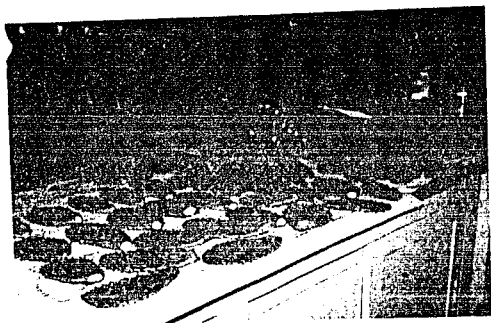


Fig. 8

APLICACION DEL TRATAMIENTO

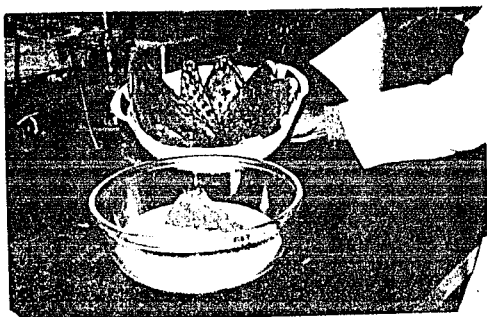


Fig. 9

ALMACENAMIENTO EN COSTAL

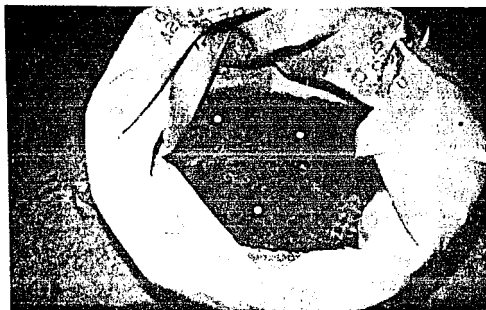


Fig. 10

ALMACENAMIENTO POR PILAS

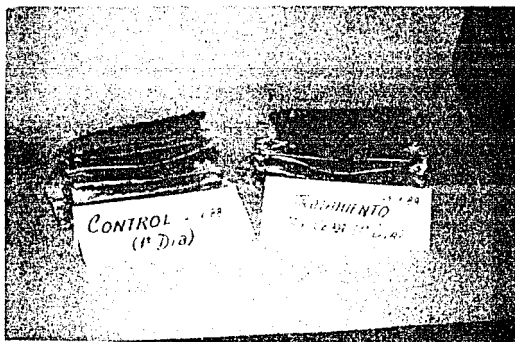
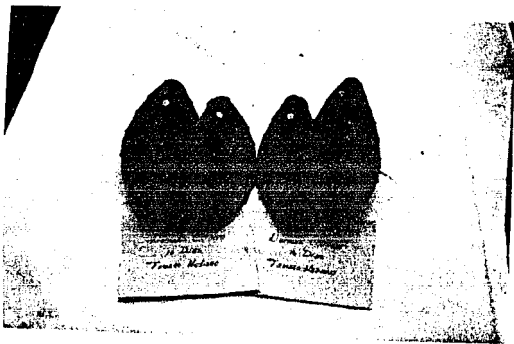
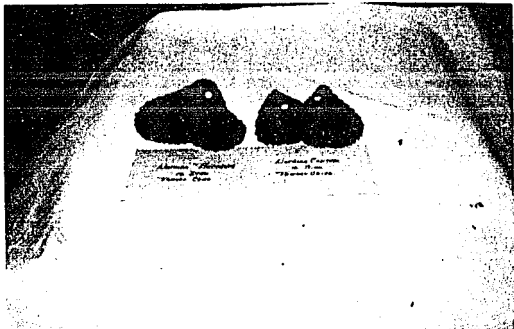


Fig. 11

16avo. Día. Control (der.) Tratado con
cera de candelilla (izq.) MEDIANOS



16avo. Día. Control (der.) Tratado con
cera de candelilla (izq.) CHICO



19 Días. CONTROL (1ª vez)

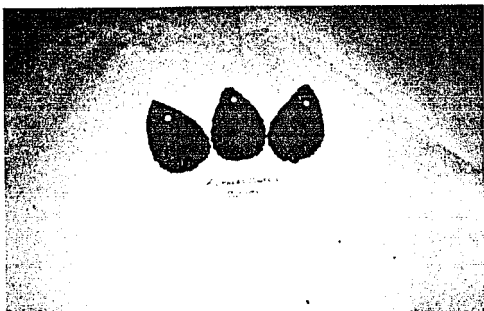


Fig. 14

19 Días. TRATADOS CON CERA
(1ª vez)

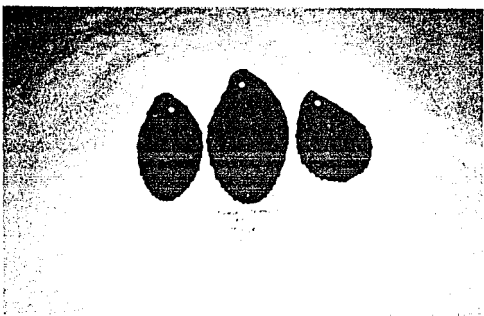


Fig. 15

CORTE TRANSVERSAL

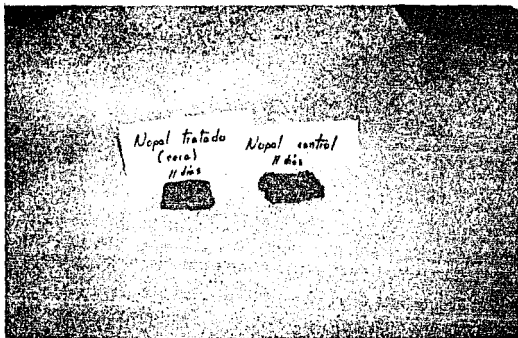


Fig. 16

10 Días. CONTROL (2º vez)

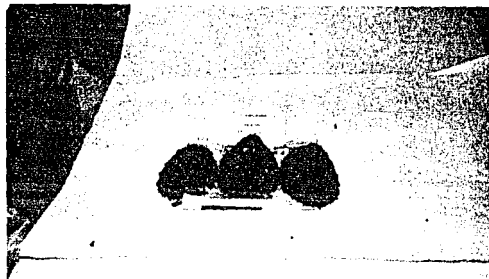


Fig. 17

CONDICIONES FINALES (CERA)

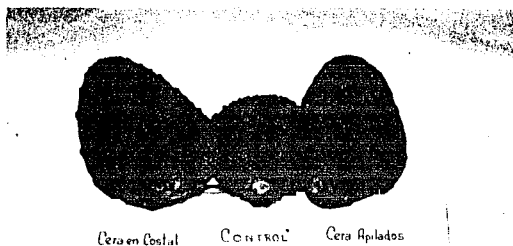


Fig. 18

CONDICIONES FINALES (Ac. ASCORBICO)

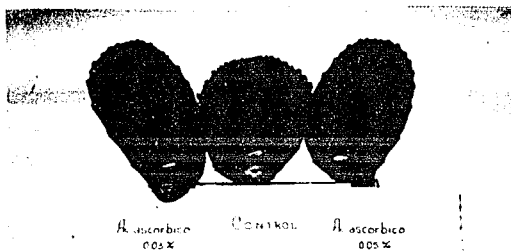


Fig. 19 A

CONDICIONES FINALES (CERA)

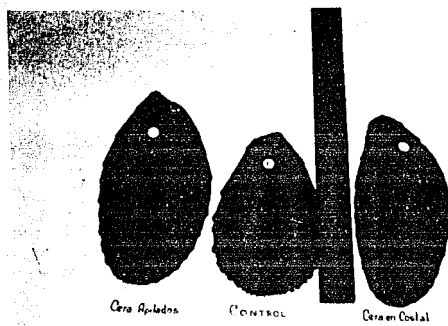


Fig. 20

CONDICIONES FINALES (Ac. ASCORBICO)

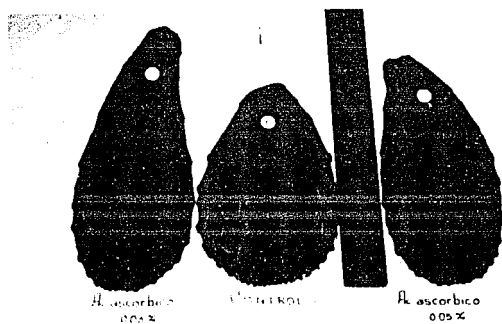


Fig. 21

APARATO PARA MEDIR ALTURA Y ANGULOS

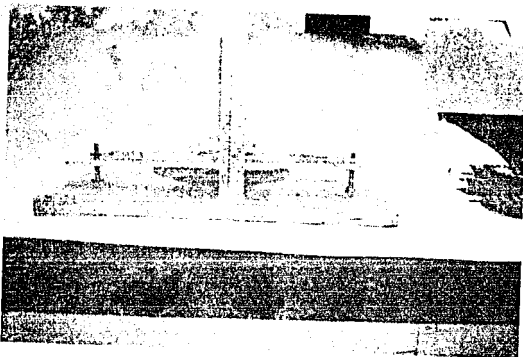


Fig. 22

APARATO PARA MEDIR COCIENTE RESPIRATORIO

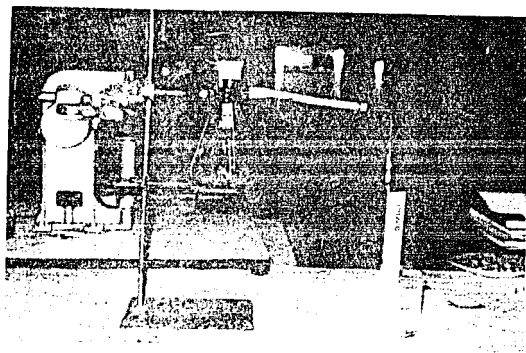


Fig. 23

SECUENCIA DE LA FORMACION DE UNA PACA

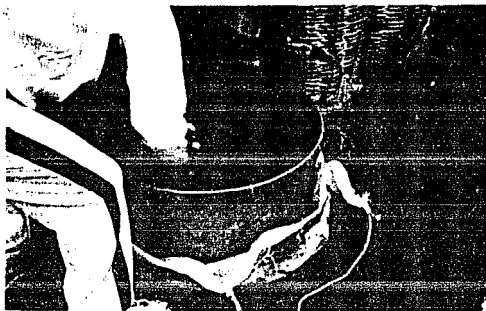


Fig. 24



Fig. 25



Fig. 26

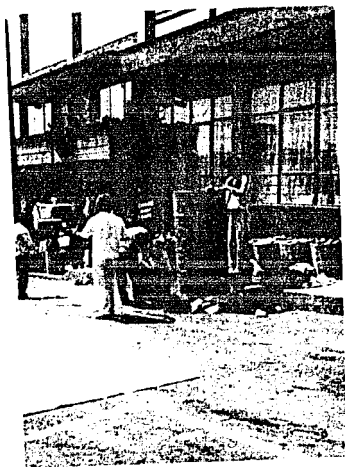


Fig. 27 =