



UNALM



GUÍA TÉCNICA

“ASISTENCIA TÉCNICA DIRIGIDA EN MANEJO POST COSECHA DE COCHINILLA”

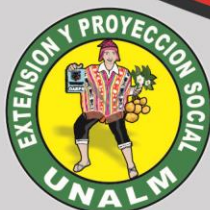


EXPOSITOR:

Ing. Martín Eloy Casilla García

TACNA

PERÚ 2012



OFICINA ACADÉMICA DE EXTENSIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

OAEPS



10 años

trabajando por el Perú rural...

- **Más** de 1,800 millones de nuevos soles en colocaciones.
- **Más** de 110 mil pequeños productores atendidos.
- **Más** de 145 mil créditos otorgados.
- **Más** de 302 mil hectáreas de cultivos financiados.
- **Más** de 82 mil cabezas de ganado financiadas.
- **Más** de 52 mil productores atendidos con Asistencia Técnica y Capacitación.

 **Agrobanco**

Servicios financieros para el Perú rural ✓

 Perú

“ASISTENCIA TÉCNICA DIRIGIDA EN MANEJO POST COSECHA DE COCHINILLA”

CONTENIDO

I. ANTECEDENTES.....	4
II. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS NOPALES.....	4
III. DESCRIPCIÓN DE LA TUNA.....	5
3.1. Composición química de las diferentes partes de la planta en diversos estados fisiológicos.....	7
3.2. Cladodios o Pencas.....	8
3.3. Características tecnológicas y procesos de transformación.....	8
3.4. Potencial de la utilización integral de la tuna.....	9
IV. OPERACIONES DE CAMPO PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS NOPALES.....	10
4.1. Producción.....	10
4.2. Manejo de postcosecha.....	11
4.3. Almacenamiento y transporte.....	12
V. FRUTAS FRESCAS.....	13
5.1. Productos deshidratados y confites.....	14
VI. USOS DE LOS CLADODIOS DEL NOPAL EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS.....	14
6.1. Jugos y bebidas.....	15
6.2. Mermeladas y dulces.....	16
6.3. Nopalitos en escabeche y en salmuera.....	16
6.4. Harinas.....	17
VII. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO POR LA PEQUEÑA INDUSTRIA.....	17
7.1. Descripción de los productos.....	17
7.2. Selección y lavado.....	19
7.3. Procesamiento de tunas.....	20
7.4. Jugos, jarabes y néctares.....	21
7.5. Mermeladas.....	22
VIII. PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DEL CARMÍN DE LA COCHINILLA.....	26
8.1. Descripción de los tipos de productos.....	26
8.2. Requerimientos técnicos.....	27
IX. COLORANTES DE LA COCHINILLA.....	27
9.1. Preparación.....	27
9.2. Procesamiento.....	29

ASISTENCIA TÉCNICA DIRIGIDA EN MANEJO POST COSECHA DE COCHINILLA

I. ANTECEDENTES

Su origen e historia están íntimamente relacionados con las antiguas civilizaciones americanas, en particular con la cultura azteca e inca. Existen evidencias arqueológicas que permiten afirmar que fueron las poblaciones indígenas asentadas en las zonas semiáridas de América las que iniciaron su cultivo de modo formal (Pimienta, 1990).

Los antiguos relatos hacen mención a la gran variedad de nopales que se encontraban disponibles así como sus usos. Detallan además, la presencia de un insecto que se alimentaba de las pencas del tunal y que produce uno de los hasta el día de hoy más preciados pigmentos colorantes: la grana o cochinilla del carmín, secreto bien guardado por años por los colonizadores a quienes les reportó grandes ganancias. Las propiedades medicinales del nopal también se hicieron notar desde un principio, atribuyéndosele cualidades diversas como anti-inflamatorias, diuréticas y antiespasmódico, entre otras; actualmente, en este ámbito, se llevan a cabo variadas e interesantes investigaciones.

II. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS NOPALES

Los nopales son originarios de América tropical y subtropical y hoy día se encuentran en una gran variedad de condiciones agroclimáticas, en forma silvestre o cultivada, en todo el continente americano. Además, se han difundido a África, Asia, Europa y Oceanía donde también se cultivan o se encuentran en forma silvestre.

Los nopales pertenecen a la familia Cactaceae y género Opuntia. La taxonomía de los nopales es sumamente compleja debido a múltiples razones, entre otras porque sus fenotipos presentan gran variabilidad según las condiciones ambientales.

Esta especie una vez introducida en España desde México, se distribuyó por toda la cuenca del Mediterráneo. Probablemente los primeros nopales fueron cultivados cerca de Sevilla o Cádiz, puntos terminales de los viajes a las Indias (Barbera, 1999). Sin embargo, su distribución es aún mayor; en el continente americano, se encuentra desde Canadá a Chile, en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Estados Unidos de América, México, Perú, y Venezuela y varios países de América Central y el Caribe; en otros continentes se encuentra en Angola y Sudáfrica, en Australia y la India, existiendo especies tanto cultivadas como silvestres.

En estos países, se encuentra parte de las más de 5 000 millones de hectáreas de zonas áridas y semiáridas del planeta y sus pueblos buscan especies que puedan desarrollarse Independientemente de la clasificación taxonómica que pudiera usarse como referencia, en este documento se utiliza el nombre común nopal para la planta completa, la tuna se refiere a la fruta, el nopalito al cladodio tierno y la penca al cladodio adulto.

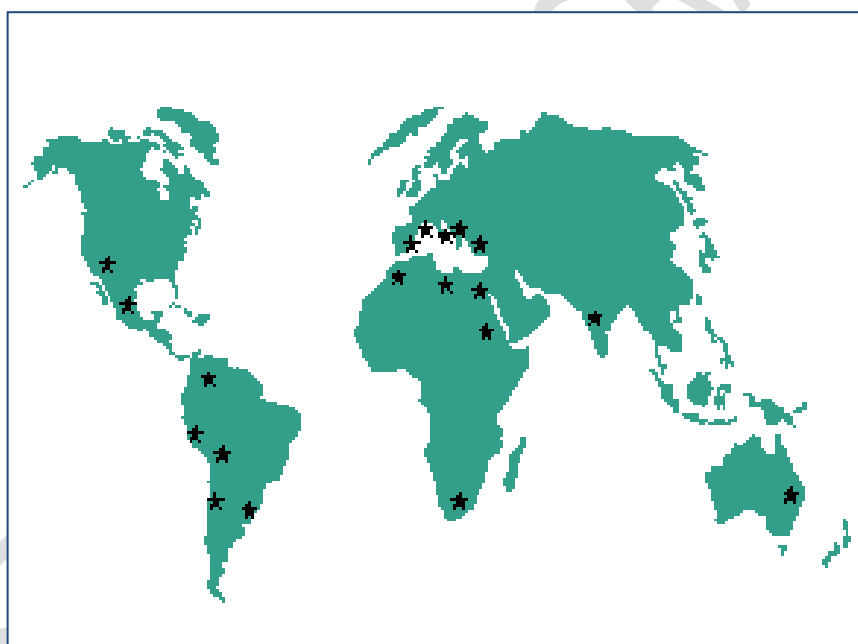


Figura 1

En la Figura 1, se puede observar la distribución actual de los nopales en el mundo.

III. DESCRIPCIÓN DE LA TUNA

Los nopales son plantas arbustivas, rastreras o erectas que pueden alcanzar 3,5 a 5 m de altura. El sistema radical es muy extenso, densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales en zonas áridas de escasa pluviometría.

La longitud de las raíces está en relación con las condiciones hídricas y con el manejo cultural, especialmente el riego y la fertilización.

Los tallos suculentos y articulados o cladodios, comúnmente llamados pencas, presentan forma de raqueta ovoide o alongada alcanzando hasta 60-70 cm de longitud, dependiendo del agua y de los nutrientes disponibles (Sudzuki et al., 1993). Cuando miden 10-12 cm son tiernos y se pueden consumir como verdura. Los tallos se lignifican con el tiempo y pueden llegar a transformarse en verdaderos tallos leñosos, agrietados, de color ocre blancuzco a grisáceo.

Las flores son sésiles, hermafroditas y solitarias, se desarrollan normalmente en el borde superior de las pencas. Su color es variable: hay rojas, amarillas, blancas, entre otros colores. En la mayor parte del mundo la planta florece una vez al año; sin embargo, bajo ciertas condiciones ambientales y con suministro de agua en verano, se presenta una segunda floración en marzo, que da origen a la llamada fruta «inverniza» (Sudzuki et al., 1993).



Lámina 1

Diversos tipos de plantas de nopales

El fruto es una falsa baya con ovario ínfero simple y carnoso. La forma y tamaño de los frutos es variable. Los colores son diversos: hay frutos rojos, anaranjados, púrpuras, amarillos y verdes, con pulpas también de los mismos colores.

La epidermis de los frutos es similar a la del cladodio, incluso con aréolas y abundantes gloquidios y espinas, que a diferencia del cladodio, persisten aún después de la sobre madurez del fruto. La cáscara de los frutos difiere mucho en grosor, siendo también variable la cantidad de pulpa.

3.1. Composición química de las diferentes partes de la planta en diversos estados fisiológicos

Desde el punto de vista de la industrialización es primordial tener un conocimiento cabal de la composición química de las diferentes partes de la planta. Por lo tanto, las partes de la planta cuyas características interesa conocer mejor por sus amplias posibilidades de utilización son los frutos y los cladodios. Las flores se consideran también, al igual que los cladodios o nopalitos que es una verdura y se pueden consumir como tales (Villegas y de Gante, 1997).

Composición química de la pulpa de tuna (porcentaje)

Parámetros	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Humedad	85,1	91,0	85-90	85,6	83,8	84,2
Proteína	0,8	0,6	1,4-1,6	0,21	0,82	0,99
Grasa	0,7	0,1	0,5	0,12	0,09	0,24
Fibra	0,1	0,2	2,4	0,02	0,23	3,16
Ceniza	0,4	---	---	0,44	0,44	0,51
Azúcar total	---	8,1	10-17	12,8	14,06	10,27
Vitamina C (mg/100 g)	25,0	22,0	4,6-41	22,00	20,33	22,56
β -caroteno (mg/100 g)	---	---	Trazas	Trazas	0,53	---

Fuentes: (1) Askar y El-Samahy (1981); (2) Muñoz de Chávez et al. (1995); (3) Pimienta (1990); (4) Sawaya et al. (1983); (5) Sepúlveda y Sáenz (1990); (6) Rodríguez et al. (1996).



Lámina 2
Tunas de diversos colores

3.2. Cladodios o Pencas

Los cladodios, por su parte tienen interés desde el punto de vista industrial ya que cuando los brotes son tiernos (10-15 cm) se usan para la producción de nopalitas, y cuando están parcialmente lignificados (cladodios de 2-3 años), para la producción de harinas y otros productos.

Propiedades funcionales de frutos y cladodios

Los compuestos funcionales son aquellos que tienen efectos beneficiosos para la salud y tanto los frutos como los cladodios de la tuna son una fuente interesante de tales componentes, entre los que destacan la fibra, los hidrocoloides (mucílagos), los pigmentos (betalaínas y carotenoides), los minerales (calcio, potasio), y algunas vitaminas como la vitamina C. Los contenidos de estos compuestos son distintos en frutos y cladodios, siendo la pulpa de la fruta la parte más rica en vitamina C mientras que los cladodios son más ricos en fibra. Los pigmentos solo se encuentran en los frutos y tanto las betalaínas como los carotenoides pueden estar presentes en la cáscara y en la pulpa de los diversos ecotipos y variedades.

3.3. Características tecnológicas y procesos de transformación

Además de la composición química y el valor nutritivo de la tuna, hay otras características que tienen una importante función durante el procesamiento; en este sentido la tuna presenta un desafío interesante. El alto valor de pH (5,3 - 7,1) de la mayoría de los nopales, salvo *Opuntia xocostle* que presenta un pH menor a 3,5 (Mayorga et al., 1990), clasifica al fruto dentro del grupo de baja acidez (pH > 4,5); esto requiere un tratamiento térmico a por lo menos de 115,5 °C, para lograr un buen control de microorganismos. El alto valor de pH y el alto contenido de sólidos solubles hacen que la pulpa de tuna sea un medio propicio para el desarrollo de microorganismos (Sepúlveda y Sáenz, 1990; Sáenz, 1999).

Características tecnológicas de pulpas de tunas (g/100 g)

Parámetro	Tuna verde*	Tuna púrpura**	Tuna anaranjada***
Pulpa y semillas	49,6	37,9	59,3
Cáscara	50,4	62,1	40,7
pH	6,37	5,85	6,1
Acidez (% ácido cítrico)	0,06	0,04	0,043
°Brix (SST)	14,06	14,5	14,8
Sólidos totales	16,20	14,12	14,9
Pectina	0,17	---	0,04
Viscosidad (mPa s)	73,9	119,2	45,0

Fuentes: *Sepúlveda y Sáenz (1990); **Sáenz et al. (1995a); *** Sepúlveda y Sáenz (1999)

3.4. Potencial de la utilización integral de la tuna

Tal como se ha señalado, los nopales son dignos de ser considerados para la industrialización no solo por sus frutos y cladodios. Del mismo modo que cualquier otro vegetal utilizado para consumo humano, la tuna y los cladodios se conservan y transforman aplicando tecnologías equivalentes de procesamiento, y existen alimentos tradicionales preparados en base a tuna y nopalitos. Se cuentan entre ellos alimentos en base al fruto: mermeladas, jugos y néctares; productos deshidratados; jugos concentrados, jarabes y licores. En base a los cladodios se encuentran, entre otros, encurtidos, jugos, mermeladas y productos mínimamente procesados. Por otra parte, es importante la utilización indirecta de la planta como hospedero de la cochinilla del carmín para producir colorantes naturales.

A continuación se mencionan una serie de sectores industriales que pueden obtener y/o beneficiarse con productos obtenidos a partir de los nopales:

- Agroindustria de alimentos y bebidas para consumo humano (producción de diversos alimentos, bebidas alcohólicas y analcohólicas de tuna y nopalitos);
- Agroindustria de alimentos para animales (suplementos y piensos de cladodios y de desechos de la industria procesadora de tuna, como las cáscaras y semillas);
- Industria farmacéutica (protectores gástricos de extractos de mucílagos; cápsulas y tabletas de polvo de nopal);
- Industria cosmética (cremas, champúes, lociones de cladodios);
- Industria de suplementos alimenticios (fibra y harinas de cladodios);
- Industria productora de aditivos naturales (gomas de cladodios; colorantes de la fruta);
- Sector de la construcción (compuestos ligantes de los cladodios);
- Sector energético (producción de biogás a partir de las pencas);
- Sector productor de insumos para la agricultura (productos del nopal como mejoradores del drenaje de suelos);
- Sector turismo (artesanías en base a cladodios lignificados);
- Industria textil (uso de colorantes naturales como el carmín de cochinilla).

Algunos productos alimenticios, subproductos y aditivos obtenidos de las tunas y los cladodios

Productos		Subproductos
Tunas	Cladodios	Tunas y cladodios
Jugos y néctares	Jugos	Aceite de las semillas
Mermeladas, geles y jaleas	Encurtidos y salmueras	Mucilagos de los cladodios
Fruta y láminas deshidratadas	Mermeladas y jaleas	Pigmentos de las cáscaras y frutos
Edulcorantes	Harinas	Fibra dietaria de los cladodios
Alcoholes, vinos y vinagres	Alcohol	Pasta forrajera de la cáscara y las semillas
Fruta enlatada	Confites	
Fruta y pulpa congelada	Salsas	
	Nopalitos	

Fuentes Sáenz (2000); Corrales y Flores (2003).

IV. OPERACIONES DE CAMPO PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS NOPALES

4.1. Producción

La mayoría de las plantaciones de nopales en el continente americano y en otros lugares del área mediterránea, se desarrollan con un escaso manejo cultural. Sin embargo, para la producción de fruta es necesario proporcionar una cierta cantidad de agua durante la época seca a fin de aumentar la producción y obtener tunas de calidad.

Actualmente, el consumo per capita estimado de nopalito en México es de 5,78 kg/año (SAGARPA, 2003) ya que forman parte de la dieta habitual de sus habitantes, siendo utilizados como ingredientes en una gran variedad de comidas, incluyendo cremas, sopas, ensaladas, guisos, salsas, bebidas y postres, además sus efectos benéficos para la salud

El nopal verdura como producto fresco, es un tejido vivo y está sujeto a cambios continuos entre el momento de la cosecha y su consumo. Estos cambios afectan su calidad y reducen su vida poscosecha, causando pérdidas considerables.

De acuerdo a lo que señala Flores-Valdez (1999), en México se utilizan tres sistemas para la producción de nopal verdura: nopaleras silvestres, nopaleras en huertos familiares y plantaciones comerciales



Lámina 3

Plantación comercial de nopalitos

Lámina 4

Cosecha de nopalitos.



4.2. Manejo de postcosecha

La tuna es un fruto no climatérico que a 20 °C presenta una baja producción de etileno (0,2 nl/g/h), una baja tasa respiratoria (20 μ l CO₂/g/h) y no es sensible al etileno (Cantwell, 1999).

En México la cosecha se realiza durante todo el año aunque la productividad es mayor durante la primavera y se reduce a mediados de otoño y en el invierno. Sin embargo, en los sistemas de producción intensiva que utilizan

microtúneles, la productividad es alta durante los meses más fríos del año (Pimienta-Barrios, 1993).

Los primeros estudios realizados sobre conservación de frutos de tuna revelan que los principales problemas de poscosecha lo constituyen las pudriciones y la deshidratación (Berger et al., 1978). Las técnicas usadas para reducir las pudriciones y pérdidas de peso incluyen la aplicación de fungicidas y ceras y envoltorios plásticos. Actualmente la termoterapia y el uso de ceras naturales y películas plásticas comestibles vuelven a tomar importancia.

4.3. Almacenamiento y transporte

Almacenar la fruta a baja temperatura es un método muy efectivo para reducir la pérdida de agua [(Cantwell, 1991, citado por Cantwell, (1999)]. Sin refrigeración, los frutos de tuna senescen rápidamente y comienzan a ser susceptibles a infecciones de microorganismos, especialmente *Penicillium* spp. y *Alternaria* spp.

La tuna es sensible al daño por frío y la temperatura que soporta está relacionada con la variedad, la época de cosecha y las temperaturas ambientales durante el período de crecimiento.

Lámina 5

Daño por frío en tuna cv. Bianca



Láminas 6-7

Tunas acondicionadas de distintas formas



Lámina 8

Transporte de nopalitos y tunas



Utilización de los frutos del nopal en productos alimenticios

Clasificación de alimentos y pH

Clasificación	pH	Ejemplos
Poco ácidos	$\geq 4,5$	Arvejas, poroto verde, tuna, nopalitos
Ácidos	4,0–4,4	Tomates, piña, pera
Muy ácidos	$\leq 4,0$	Limón, naranja

Fuente: modificado por los autores en base a Cheftel et al. (1983).

Lámina 9

Licor de fico d'India producido en Italia. Italia. 2005, y de O. xoconostle en México.



V. FRUTAS FRESCAS

El modo más tradicional y antiguo de consumir la tuna es como fruta fresca, con la ventaja de que mantiene intacto su valor nutritivo si ha sido bien conservada.

Una vez pelada la fruta, utilizando las medidas de higiene adecuadas (limpieza de manos, utensilios, uso de agua potable), debe ser consumida o guardada en frío, por no más de dos o tres días, ya que no resiste más tiempo debido a la baja acidez y el alto pH que posee; esto hace que fermente fácilmente.

La fruta fresca a nivel doméstico se suele consumir como jugo o en postres, ya sea sola o combinada con otras frutas.

Esta tecnología se basa en conservar, al máximo, las características de «fresca, natural, nutritiva e inocua» de una fruta u hortaliza, utilizando operaciones que protejan estas cualidades, manteniendo los vegetales en una atmósfera modificada, mediante el uso de películas de permeabilidad selectiva al O₂ y al CO₂. Durante el almacenamiento de estos productos, generalmente disminuye el O₂ y aumenta el CO₂, logrando bajar la ocurrencia de procesos degradativos tanto en frutas como en hortalizas con mínimo procesamiento (Lee et al., 1996).



Lámina 10

Venta de tunas de colores en una feria de frutas.

5.1. Productos deshidratados y confites

Existen escasos antecedentes sobre la deshidratación de la tuna entera; en México se elaboran a nivel artesanal las llamadas «tunas pasas», sin semillas, y hervidas en miel de tuna; se ponen a secar al sol, girándolas con frecuencia para lograr un secado homogéneo.

Mencionan que algunos grupos de indígenas deshidrataban la tuna entera antes de que estuviera madura, para luego cocinarla con carnes u otros alimentos. En el mercado de varios países se ofrecen láminas deshidratadas de distintas frutas, las que por varios motivos son atractivas: son elaboradas con pulpas naturales de frutas, sin aplicación de conservadores, son masticables por lo que son especialmente llamativas para los niños y en la cultura alimenticia actual, estos productos que son lo contrario de la comida «chatarra», pueden contribuir a una dieta saludable.

VI. USOS DE LOS CLADODIOS DEL NOPAL EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Descripción de los tipos de productos

Conservar los productos hortofrutícolas en buen estado durante más tiempo para poder acceder a mercados diversos y distantes, obtener productos de mayor valor agregado y mayor potencial de comercialización, ampliar la vida de anaquel y la disponibilidad del producto a lo largo de todo el año, regular los precios en caso de sobreoferta en el mercado del producto en fresco, así como generar empleo son, entre otros aspectos, las principales ventajas y razones de ser de la industrialización de la producción agropecuaria

El procesamiento e industrialización del nopal resulta de gran interés, dado que es tecnológicamente posible y que puede ser económicamente viable y rentable dependiendo de algunos factores mercadotécnicos y organizacionales; además constituye un beneficio para los productores agrícolas marginales de las zonas áridas.

Recientemente, en México, USA y otros países han surgido una serie de alimentos procesados a base de nopal, como los siguientes:

- Nopalitos en salsa: son nopalitos enlatados con diversas salsas, como nopalitos en salsa de chile o ají picante
- Paté de nopal con soya: es un puré de nopalitos con soya texturizada y saborizada a carne de res o pollo; este producto se envasa en frascos.
- Nopalitos con atún: es una ensalada denominada «Azteca» que contiene atún, frijoles, nopalitos y chiles o ajíes picantes tipo jalapeño; la presentación comercial de este producto es enlatado
- Los nopalitos en salsa, con atún, champiñones, embutidos o verduras, forman un grupo de productos que se pueden denominar nopalitos adicionados con alimentos, presentaciones que ya están aceptadas por el mercado mexicano
- Cereal con nopal: es un peletizado de harina y salvado de trigo y polvo de nopal deshidratado, con maltodextrinas, cuyo principal aporte es fibra hidrosoluble; se envasa en polietileno y cajas de cartón.
- Harina de cereal y nopal: es un polvo fino, resultado de la molienda del nopal deshidratado y de granos de cereales.

6.1. Jugos y bebidas

El jugo de nopal es el extracto obtenido de la molienda y prensado de los nopalitos.

El proceso de obtención del jugo de nopal consiste en moler en un equipo industrial o doméstico (licuadora) los nopalitos previamente desespinaados y cortados; para facilitar el proceso se adiciona agua y el licuado obtenido se filtra para separar los sólidos en suspensión. el jugo de nopal es producido por una empresa que lo mezcla con jugo de guayaba y lo comercializa en el mercado nacional y de exportación. Además, se encuentra en el mercado un producto denominado «agua de nopal», bebida elaborada con jugo de nopal y azúcar.

6.2. Mermeladas y dulces

La mermelada de nopalito se elabora en base a nopalitos molidos y cocidos, con una concentración variable de azúcar, pectina y conservadores. En términos generales, su procesamiento consiste en picar el material previamente escaldado y después someterlo a cocción y a molienda; luego se calienta para agregar gradualmente el azúcar a partir del punto de ebullición. Antes de terminar de agregar el azúcar se adiciona pectina, benzoato de sodio y ácido cítrico en diferentes proporciones, se mezcla y se termina de agregar el azúcar. La mezcla se calienta hasta una concentración de 65 °Brix y la pectina se agrega disuelta en un jarabe.

Lámina 11 Cladodios confitados



6.3. Nopalitos en escabeche y en salmuera

El procesamiento de los nopalitos, para cualquier presentación (nopalitos en salmuera o en escabeche), se inicia con la recepción y el acondicionamiento de la materia prima; los nopalitos, deben ser de la mejor calidad y estar ya desespinaados. El acondicionamiento consiste básicamente en escaldar y lavar los nopalitos, con el propósito de inactivar las enzimas y destruir los microorganismos que pudieran estar presentes, ablandar el producto y eliminar parte del mucílago (Sáenz et al., 2002a). El escaldado se puede



hacer pasándolo por un cilindro con vapor durante 10 minutos o directamente, sometiendo el nopalito a cocción, hirviéndolo en agua durante 30 minutos. Es importante ajustar el tiempo y la temperatura de proceso a las características de la variedad de nopalito de que se disponga (Sáenz et al., 2002a).

Lámina 12 Nopalitos en escabeche y salmuera

6.4. Harinas

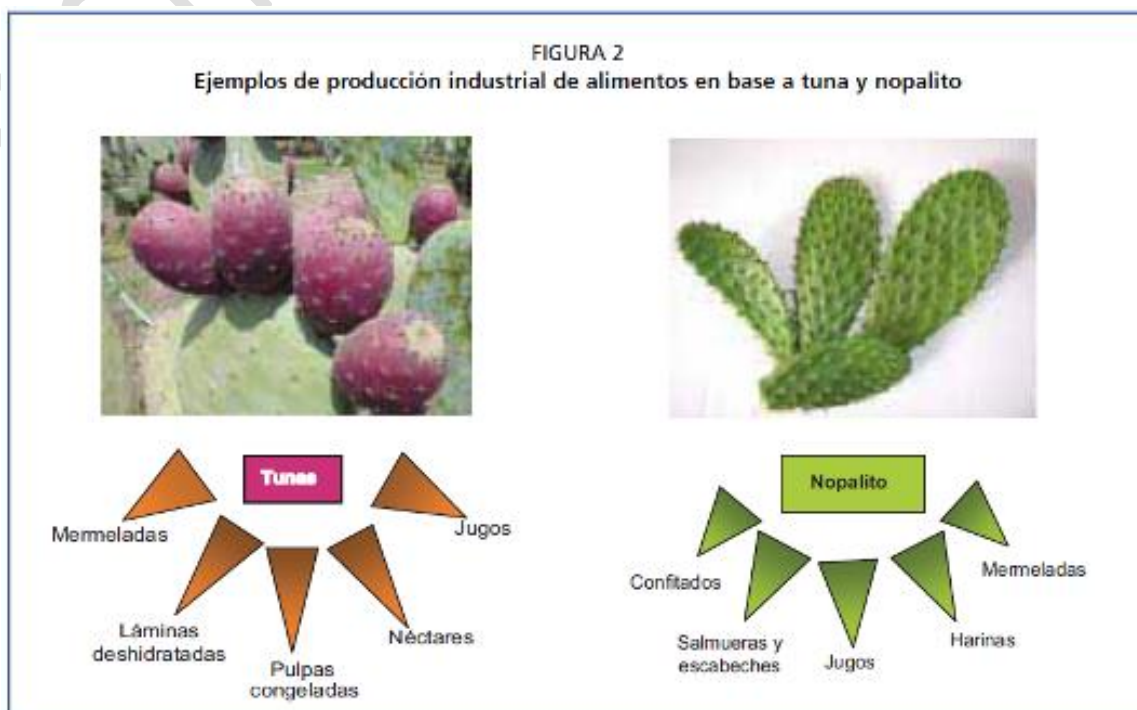
La harina de nopal se obtiene por deshidratación y molienda de los cladodios, los que pueden ser de distintas edades; esto influirá en sus características. Esta harina tiene aplicación reciente en la industria panificadora en la preparación de galletas, pastas, cremas y postres o bien en la de fibras dietéticas peletizadas.

VII. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO POR LA PEQUEÑA INDUSTRIA

7.1. Descripción de los productos

Existen una gran variedad de alternativas para utilizar la tuna, los nopalitos y los nopales maduros y transformarlos en diversos tipos de alimentos. Algunos de los productos mencionados se han elaborado durante muchos años a nivel doméstico y requieren tecnologías simples y conocidas.

La finalidad con que se elaboran estos alimentos a nivel doméstico, es bien diferente de aquella de los que sufren un proceso industrial. Entre otros objetivos se pretende conservar la tuna y los nopalitos -ambos vegetales perecibles- y evitar que se pierdan por pudriciones o plagas, disponer de ellos fuera de época y especialmente en tiempos de carestía o beneficiarse con



una dieta más balanceada. Para la preparación de estos alimentos a nivel doméstico, no se requieren grandes inversiones de capital -del que muchas veces no se dispone- ya que se utilizan tecnologías simples y equipos sencillos disponibles para cocinar en forma corriente e insumos de bajo costo (agua, azúcar, sal).

Características de calidad industrial de tuna y nopalito para procesamiento industrial

Tipo de Producto	Características				
	Rendimiento (pulpa o trozos)	Color	°Brix	Acidez	Textura
Tuna					
Láminas deshidratadas	✓		✓		✓
Mermelada	✓		✓		✓
Jugos	✓	✓	✓	✓	
Néctares	✓	✓	✓	✓	
Pulpa congelada	✓	✓	✓	✓	
Nopalito					
Salmuerados	✓	✓		✓	✓
Mermeladas	✓	✓		✓	✓

Lámina 13
Tunas a la llegada a la planta elaboradora



Lámina 14



Tipos de sistemas para el transporte de nopalitos (cajas y «paca»)

Lámina 15
Barrido de la tuna (eliminación de espinas)



Lámina 16
Desespinado mecánico de las tunas



Lámina 18
Selección de las tunas



7.2. Selección y lavado

La selección de la fruta se efectuará de acuerdo al proceso al cual será destinada. En todo caso, cualquiera que este sea, se eliminará la fruta dañada, podrida, verde o fuera de la madurez adecuada.

Luego de la selección y antes de entrar al proceso, la fruta debe ser lavada, con agua limpia, en lo posible clorada (200 ppm). Esto puede efectuarse en estanques de plástico u otro material fácilmente lavable y no contaminante. De acuerdo al tamaño de la planta y, por lo tanto, a la escala de producción, será la selección del equipamiento necesario para su funcionamiento. Las líneas de producción de una microempresa están conformadas, en general, por equipos sencillos, manuales, siempre fáciles de limpiar.

En lo posible no se trabaja con equipos y utensilios de madera ya que es un material poco adecuado para estar en contacto directo con los alimentos; se utilizan preferentemente equipos de material plástico o acero inoxidable.

El agua debe cambiarse con frecuencia dependiendo de la cantidad de fruta lavada, para mantenerla siempre limpia y evitar contaminaciones. Esta es la última operación antes del pelado de la fruta, que se hace generalmente en forma manual con cuchillos afilados y limpios. El modo más fácil de pelar la tuna es cortar los extremos y hacer una incisión longitudinal, quitando de una sola vez la epidermis.

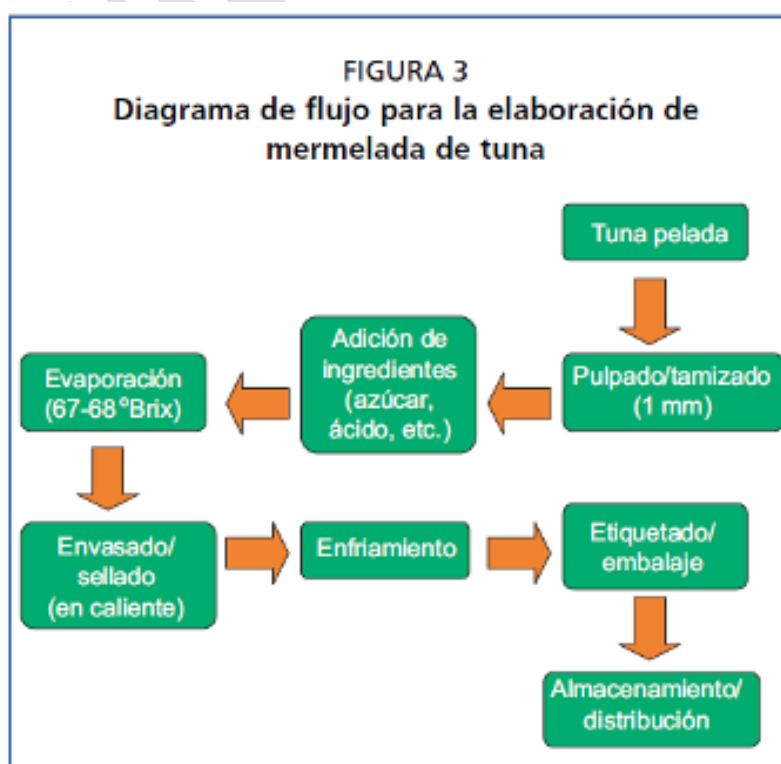
Lámina 19
Desespinado y
corte de nopalitros



7.3. Procesamiento de tunas

Con frecuencia tanto las formulaciones de alimentos a base de tunas como las condiciones de procesamiento están protegidas por patentes; donde se señalan con el máximo detalle posible las líneas de flujo.

En algunas ocasiones se indicarán sólo rangos dentro de los cuales, si se desea implementar el proceso a nivel industrial (de cualquier nivel); será necesario efectuar algunos ensayos previos a fin de corroborar que la fruta que se utiliza es adecuada para la formulación planteada y que el producto sea bien aceptado por los consumidores los que, por lo tanto, estarían dispuestos a adquirirlo.



Mermeladas de tuna

Aunque existen diversas variables y formulaciones para elaborar mermeladas de tuna, en la Figura se presenta una línea de flujo en la que se detallan las operaciones principales que involucra el proceso para la elaboración de este tipo de productos.

Lámina 20

Pulpadora mecánica y manual para separar las semillas



7.4. Jugos, jarabes y néctares

Los jugos y néctares de tuna, cuya tecnología de elaboración es similar, se encuentran disponibles en forma comercial en algunos países.

La tecnología de elaboración de jugos de tuna es más compleja que en el caso de frutos ácidos y de sabor y aroma menos delicados. Se requiere un control especial del pH y de los tiempos y temperaturas de los tratamientos térmicos ya que este es un punto clave no sólo para su conservación sino también para su calidad.

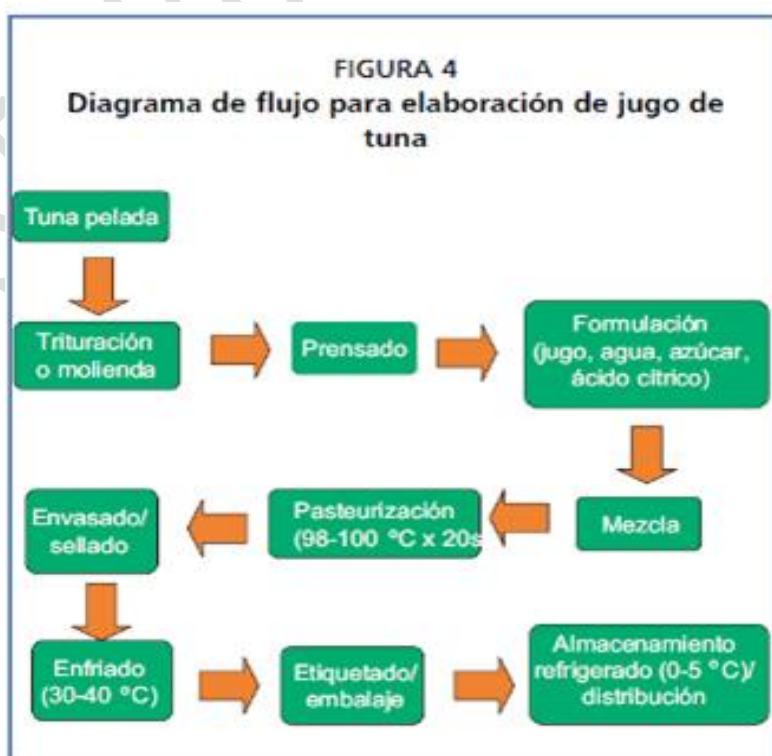




Lámina 21

Prensas para la extracción de jugos: (a) hidráulica de marco; (b) hidráulica de mangas, (c) filtro prensa

Lámina 22
Pasteurizador de placas



Lámina 23

Jugos de tunas de distintos colores.



Lámina 24

Productos concentrados de tuna.



7.5. Mermeladas

Al igual que para el caso de la tuna, también se elaboran mermeladas a partir de los nopales, para lo cual se pueden utilizar nopales maduros o nopalitos. La elaboración de mermelada de nopal es algo más compleja que la de tuna, ya que hay que incluir algunas operaciones de preparación o pretratamiento de los nopales, para dejarlos en condiciones de entrar a la línea de proceso y a fin de tener la seguridad que sus características de mucilaginosidad no van a influir negativamente en el producto final.

El mucílago es un hidrocoloide de consistencia viscosa que tiene un importante papel fisiológico en la planta pero que proporciona cualidades sensoriales a algunos productos que los hace poco agradables.

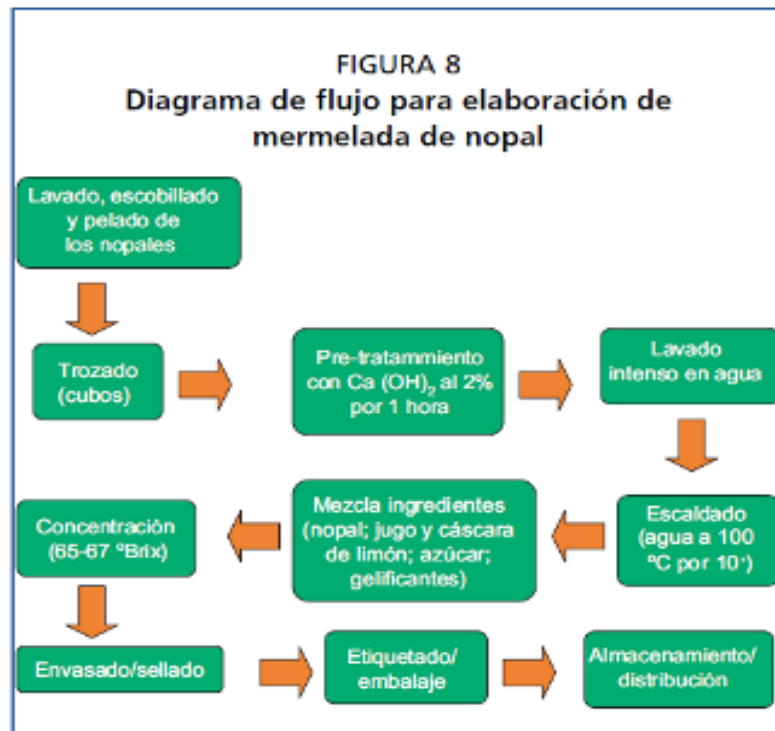


Lámina 28
Mermelada de nopal con limón



FIGURA 9
Diagrama de flujo para elaboración de confitados de nopal

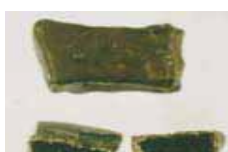
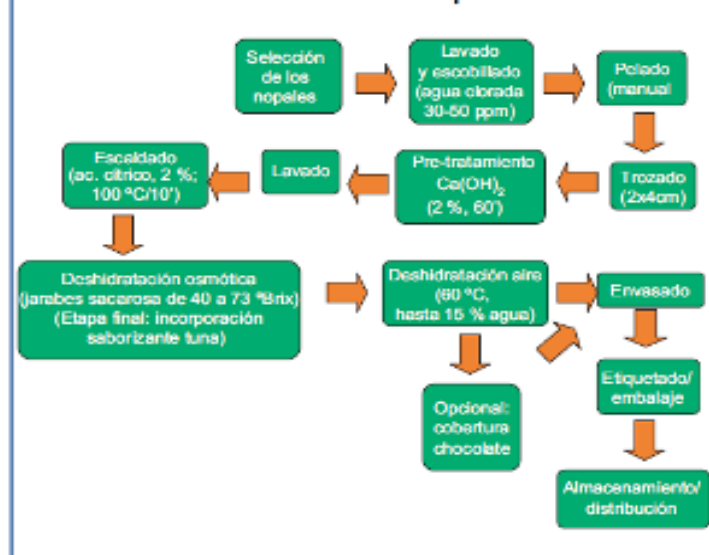


Lámina 29

Pelado, corte y trozado de pencas y productos confitados con y sin cobertura de chocolate.

Lámina 30

Venta de nopalitos en el mercado, nopalitos prepicados y en salmuera.

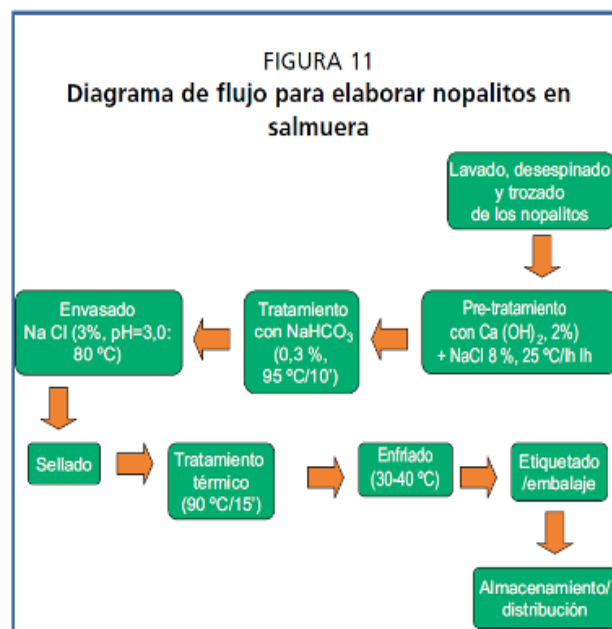
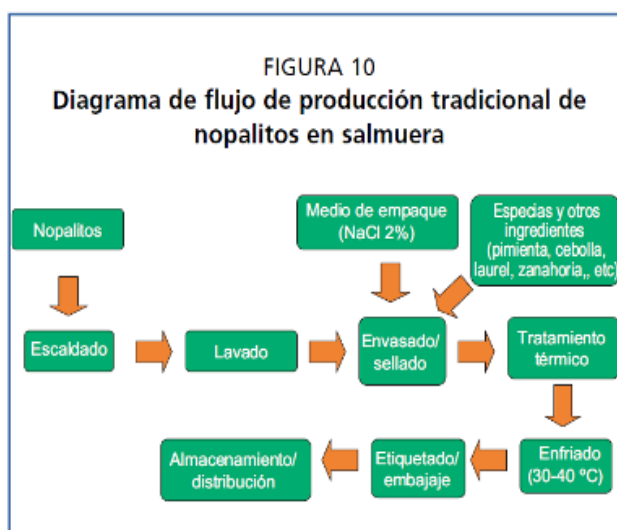


Lámina 31

Producto para el desayuno en base a cereal y nopal

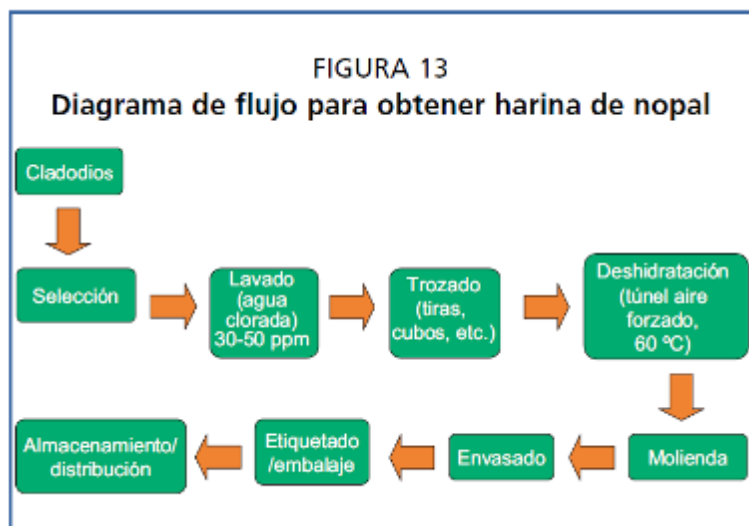


Lámina 32

Cortado y deshidratado de nopales para elaborar harinas o polvos.

VIII. PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DEL CARMÍN DE LA COCHINILLA

8.1. Descripción de los tipos de productos

Pocas especies vegetales tienen la versatilidad de transformación que ofrecen los nopales para el consumo humano. Sin embargo, sus posibilidades industriales son vastas, lo que hace aún más interesante su cultivo y transformación en carmín. Este colorante natural es considerado hoy en día uno de los colorantes rojos naturales más seguros, desde el punto de vista de la inocuidad.

El carmín de cochinilla, se encuentra permitido por la mayoría de las legislaciones alimentarias en diversos países; Este pigmento es una interesante alternativa como colorante rojo natural a los colorantes sintéticos y se utiliza ampliamente en la industria de alimentos y cosmética. Perú es el primer productor mundial de cochinilla seca y exporta cochinilla procesada como carmín, ácido carmínico y soluciones.

La producción de cochinilla (*Dactylopius coccus*: Hemiptera) es una explotación de tipo agrícola-biológico ya que es producida por un insecto parásito de los nopales y se alimenta de ellos. Por lo tanto, la planta debe tener un manejo diferente al que recibe para la producción de fruta o nopalitos y el insecto por su parte, tiene un manejo y posterior proceso para la producción de colorante, distinto a los utilizados para la producción de alimentos y aditivos o subproductos. El hospedante natural generalmente es *Opuntia ficus-indica*: en ella crece y se desarrolla el insecto, el que es sacrificado y procesado para la extracción del pigmento. Lo que realmente se procesa para la producción de carmín es el insecto hembra y la planta solo es el apoyo para su crianza.

A la agroindustria le interesa aprovechar en forma integral las materias primas que utiliza, por lo que tratará de encontrar utilidad a los deshechos de procesamiento, lo cual a su vez, redundará



en un beneficio adicional Por otra parte, las cáscaras de variedades rojas o púrpuras contienen gran cantidad de pigmentos (betalaínas) y pueden ser una fuente de colorantes naturales.

Lámina 33

Plantación comercial de tuna para producción de cochinilla.

8.2. Requerimientos técnicos

Debido a las grandes diferencias existentes en el procesamiento y obtención de algunos de estos productos, como por ejemplo la utilización de la cochinilla para la obtención de colorantes y el resto de los productos antes mencionados, como los hidrocoloides, los colorantes obtenidos de los frutos o los diferentes tipos de productos cosméticos, cada uno de ellos será considerado por separado. Los productos no alimentarios derivados del nopal y la tuna, forman parte de una variada gama de industrias, desde la industria química, hasta aquella productora de cosméticos o insumos agrícolas.

IX. COLORANTES DE LA COCHINILLA

El manejo de campo que se le debe dar a los nopales para la crianza de la cochinilla, su ciclo biológico, los hospedantes más adecuados.

Por lo tanto, el proceso que se describe a continuación, incluye desde la cosecha de la cochinilla en adelante, lo que podría ser considerado como la etapa de preprocesamiento.

9.1. Preparación

Se cosechan las hembras, maduras y ovopositantes, que son las que poseen el pigmento en mayor cantidad (19-22 por ciento de ácido carmínico) ya que las cochinillas pequeñas sólo llegan a cerca de un 16 por ciento de ácido. La cosecha, se puede efectuar tres o cuatro veces al año, es manual y cuidadosa de modo de no romper el insecto y derramar

el pigmento; se realiza con pinceles, brochas finas o cucharas de modo de ir separando cuidadosamente el insecto desde la penca del nopal y colocándolo en recipientes no muy profundos de modo que no se aplasten.



Lámina 34 Cosecha de cochinillas

Lámina 35 Secado artificial de la cochinilla



Luego de la cosecha, se selecciona la cochinilla de modo de dejar sólo la cochinilla madura. Posteriormente se sacrifica el insecto; hay diversas metodologías descritas para ello, aunque según Flores-Flores y Tekelenburg (1999), el mejor modo es dejarlo morir naturalmente a la sombra, de modo que exista una ovoposición completa; con ello se llega a contenidos de ácido carmínico de hasta 26 por ciento.

Luego de la cosecha y selección, la cochinilla se seca, mediante métodos naturales (secado solar durante 4- 5 horas por 6 días o a la sombra por 20-30 días) o artificiales (sistemas de aire caliente, 50-70 °C, 60 por ciento HR, durante 3-4 horas), hasta un contenido de humedad de 7 a 10 por ciento; este segundo método, permite un secado más uniforme, disminuye la contaminación e incrementa la calidad de la materia prima.

Después del secado, la cochinilla se limpia, de modo de eliminar las impurezas como espinas, arena u otros elementos silíceos; esta operación se puede realizar en forma semimanual utilizando corriente de aire y cribas.

A continuación se clasifica en rangos de calidad, para lo cual se utilizan tamices con distintas aberturas de malla; se considera una cochinilla de primera la que es retenida en mallas con orificios de 2 mm. La calidad de la cochinilla está referida principalmente a los contenidos de ácido carmínico, humedad y metales pesados.

Respecto al contenido de ácido carmínico se considera bueno un valor superior a 22 por ciento; siempre se buscan cochinillas con un mayor contenido de ácido carmínico, tanto es así que hay proyectos de mejoramiento genético a fin obtener un insecto más productivo.

Una vez seca y clasificada, la cochinilla se envasa en sacos de yute o plástico impermeable o en tambores de 50 kg hechos de cartón prensado con aros metálicos que permiten que la cochinilla no se dañe. Se almacena a temperaturas inferiores a 20°C y humedad relativa menor de 50 por ciento.

Lámina 36

Limpieza, selección y cochinilla seca



Lámina 37

Productos derivados de la cochinilla



9.2. Procesamiento

Los productos comerciales extraídos de la cochinilla son variados, entre ellos se encuentran el extracto de cochinilla, el carmín y el ácido carmínico, los que se presentan como soluciones, lacas y polvos.

Estos productos tienen múltiples usos en las industrias de alimentos, cosméticos y fármacos y en la preparación de tintas para laboratorios, para colorear papeles, textiles y cerámicas.

Los usos más frecuentes de cada tipo de producto, así como sus limitaciones dependerán de algunos factores como:

- pH del producto final, o si este cambia durante el proceso
- La temperatura aplicada antes o después de haber colocado el colorante
- La vida útil del producto final y las condiciones de su envase y almacenamiento
- La concentración de colorante para la tonalidad deseada
- Los agentes que podrían estar en contacto con el colorante antes, durante y después de su aplicación

Una vez que la cochinilla seca llega a la planta procesadora, se elimina la capa cerosa que la cubre. Este proceso es de gran importancia ya que las siguientes operaciones requieren que la grana o cochinilla esté completamente libre de cera y es uno de los factores que determinan la brillantez del producto final. Para ello, la grana se deposita en un recipiente de acero inoxidable y se vierte acetona, que actúa como solvente, o alternativamente se puede usar hexano. Cuando el solvente ha disuelto por completo la cera se filtra a través de una malla.

Luego la cochinilla se somete a una molienda a fin de permitir que, posteriormente, sea más fácil la extracción del colorante. Para ello los cuerpos de los insectos deben estar secos y limpios.

Esta molienda debe proporcionar un producto totalmente pulverizado, por lo que, dependiendo del tipo de molino de que se disponga, puede ser necesario el uso de dos molinos en serie. De esta operación se obtiene cochinilla en polvo, que sirve para la preparación del extracto de cochinilla.

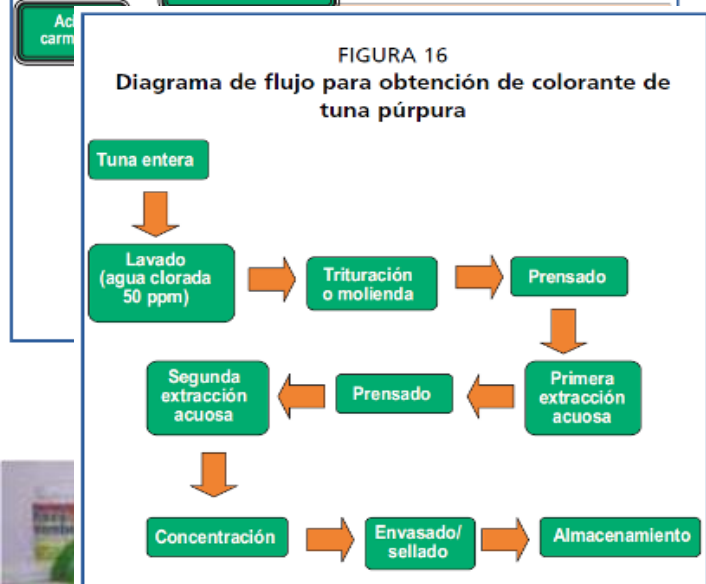
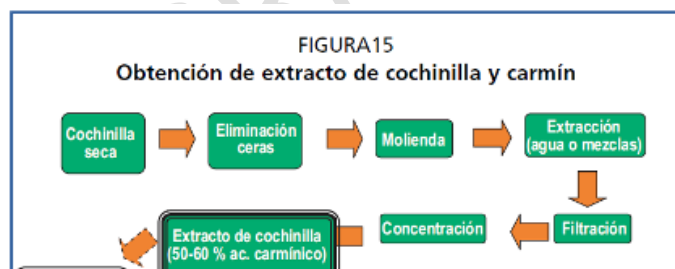


Lámina 39
Complementos alimenticios a base de nopal



Lámina 41

Champú, cremas y jabón a base de nopal

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

¡En línea con el campo!
¡Kampuwan yaykunchik linyapi!

¡Llámanos GRATIS!*

¡Qayamuwayku DIBALDILLA!*

 **Agrofono**

0800-1-6060

*Desde cualquier teléfono fijo o celular (*1)
a nivel nacional.*

*Maymantapas qayaykamuwayku filifunu
fijuman mana chayñataq silularman intiru
nasyunmanla.*



 **Agrobanco**
Servicios Financieros para el Perú Rural ✓



Atención de lunes a viernes de 9 am. a 6 pm. y sábados de 9 am. a 1 pm. - www.agrobanco.com.pe

* Servicio Gratuito para brindar información a los clientes y público. No es el procedimiento regular para reclamos y/o quejas; en dichos casos, deberán presentarse a través de la página web: www.agrobanco.com.pe o en los formularios que se encuentran en nuestras oficinas a nivel nacional. *1 Servicio limitado. En el caso de celulares sólo es sin costo para llamadas desde Movistar.

