



Gerencia Regional Agraria  
La Libertad

# CULTIVO DE TUNA

(*Opuntia ficus indica*)



Trujillo \_ Perú  
Noviembre del 2009

**Ing.Agr. Juan Julio Castro Marcelo**  
DIRECTOR DE PROMOCIÓN AGRARIA

**Ing.Agr. César Paredes Rodríguez**  
CORDINADOR DE CULTIVOS

**Ing. Agr. Dacio Muñoz Alva**  
ESPECIALISTA EN PROMOCIÓN AGRARIA

GERENCIA REGIONAL AGRARIA LA LIBERTAD

Prolongación Unión No. 2562. Telf. 212882 E-mail: [dpalib@info-minag.gob.pe](mailto:dpalib@info-minag.gob.pe)

Redacción del texto: Amaya Robles, Julio E.

“EL CULTIVO DE TUNA” *Opuntia ficus indica*. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 2009, 18p.

Área temática: Revaloración de cultivos nativos a la economía de pequeños y mediano agricultores.

La reproducción parcial o total del texto, puede realizarse citando siempre la fuente

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ORIGEN.....	5
2.1. La tuna en las crónicas.....	6
3. DISTRIBUCION Y NATURALIZACION EN OTRAS AREAS.....	6
4. NOMBRES COMUNES.....	7
5. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	7
6. HÁBITAT.....	8
7. IMPORTANCIA ECOLÓGICA.....	8
8. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....	8
8.1. El tallo.....	8
8.2. Cladodios.....	9
8.3. Hojas.....	9
8.4. Flores.....	10
8.5. Fruto.....	11
9. LONGEVIDAD DE LA PLANTACIÓN.....	12
10. PROPAGACION.....	12
1.1. Propagación por semillas.....	12
1.2. Propagación vegetativa.....	13
11. REQUERIMIENTOS AGRO CLIMÁTICOS.....	14
11.1. Suelo.....	14
11.2. Agua.....	14
11.3. Condiciones climáticas.....	14
12. MANEJO DEL CULTIVO.....	14
12.1. Labranza primaria.....	14
12.2. Barbecho.....	14
12.3. Trazado.....	15
13. DENSIDAD DE SIEMBRA.....	16
13.1. Para el consumo de pencas tiernas.....	16
13.2. Para la producción de frutos.....	18
14. CUIDADOS.....	19
15. MANEJO DE LA PLANTACION.....	19
16. MANEJO DEL AGUA/RIEGO.....	19
17. FERTILIZACIÓN Y ABONAMIENTO.....	19
18. PODAS.....	21
18.1. Podas de producción.....	23
18.2. Poda de formación.....	23
18.3. Poda de sanidad.....	23
18.4. Poda de rejuvenecimiento.....	23
18.5. Poda de estimulación de brotes.....	23
19. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	24
19.1. Plagas.....	24
19.2. Enfermedades.....	24
20. COSEHA.....	25
20.1. Fenología de la planta y desarrollo de los frutos.....	25
20.2. Maduración del fruto.....	27
20.3. Calidad del fruto.....	28
21. PRINCIPALES PARÁMETROS DE LA CALIDAD.....	28
21.1. Tamaño.....	28

21.2. Color de la cáscara.....	29
22. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS FRUTOS .....	29
23. USOS Y APLICACIONES.....	30
24. USOS ALTERNATIVOS.....	30
24.1. Cercos.....	30
24.2. Adhesivos.....	31
24.3. Pinturas e impermeabilizantes.....	31
24.4. Combustible.....	31
24.5. Forraje en zonas áridas y semiáridas de todo el mundo.....	31
24.6. Producto ecológico.....	31
24.7. Restauración de terrenos.....	31
24.8. Aplicaciones industriales.....	31
24.9. Paisajismo y control de contaminación.....	31
24.10. Como alimento.....	32
24.11. Materia prima de cosméticos.....	32
24.12. En la salud.....	33
25. CONCLUSIONES.....	33
26. LITERATURA CONSULTADA.....	34

# CULTIVO DE TUNA

## (*Opuntia ficus indica*)

### 1. INTRODUCCIÓN

La tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) es una planta de gran importancia en los sistemas agropastoriles de los andes peruanos. Esta cactácea se encuentra ampliamente distribuida en el país, especialmente en los valles interandinos donde ha encontrado condiciones adecuadas para su establecimiento. Sus frutos son consumidos en forma natural tanto por campesinos como por pobladores locales y son comercializados en los principales mercados del país. Con éstos también se elaboran productos derivados como mermeladas y bebidas. Sus tallos se utilizan como forraje para el ganado, especialmente en épocas de sequía, igualmente son útiles en el establecimiento de cercos vivos y cuando la planta muere, sus restos se usan para la elaboración de fertilizantes orgánicos. Pero el uso más frecuente que se le da a esta planta es como hospedera para la crianza de un insecto conocido como cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa), en cuyo interior se produce el carmín, pigmento natural usado en la industria alimenticia, textil y farmacéutica. El Perú sigue siendo el primer productor de carmín a nivel mundial, aportando entre el 85 y el 90% de la demanda internacional, y la actividad productiva se basa en la recolección artesanal de estos insectos, principalmente en la zona de Ayacucho.

Actualmente el consumo del fruto de la tuna viene creciendo continuamente en todo el mundo por sus valores nutricionales, como también por sus características sensoriales, proporcionados por el aroma y sabor características de la especie, siendo importante hacer extensivo el consumo de frutos y hojas de tuna por sus propiedades antioxidantes cuyo potencial ha sido reconocido por la FAO para el desarrollo de las regiones áridas y semi áridas, especialmente en los países en desarrollo.

### 2. ORIGEN

Los primeros restos sobre el uso de cactáceas encontrados en el Perú datan de la época del Horizonte Pre-agrícola (10,000 años de antigüedad), y se encontraron en los basurales próximos a la cueva de Pachamachay en las cercanías del lago de Junín sobre los 4200 msnm. En ese sitio se hallaron semillas de una especie de *Opuntia* de una antigüedad de más de 11,800 años, la cual podría tratarse de *Austrocylindropuntia floccosa*, que es la única que crece en tales altitudes y cuyos frutos aún siguen siendo consumidos en las serranías del centro y sur del país. Desafortunadamente son escasos los estudios de coprolitos humanos que son los tipos de restos arqueológicos que determinarían la identidad de las especies de cactáceas que formaban parte de la dieta del hombre antiguo del Perú.

Posteriormente se encontraron restos de opuntia y otras cactáceas, formando parte de ofrendas con las que se enterraban a los muertos como anzuelos, alfileres o peines hechos con espinas de *Austrocylindropuntia exaltata* y *Neoraimondia arequipensis*. También se han encontrado restos de opuntia formando parte del material de construcción en algunas edificaciones prehispánicas.

El estudio de las manifestaciones artísticas de las culturas pre incas ha permitido identificar otras especies de gran importancia, siendo el cactus "San Pedro" el de mayor relevancia en el Perú prehispánico.

Las opuntias han sido documentadas como elementos importantes de las culturas Paracas, Nazca, Moche, e Inca. Sin embargo, el grupo de las platyopuntias dentro del que se encuentra la tuna, solo ha sido reportado en las culturas Moche e Inca.

Especialmente es en la iconografía Mochica en la que resaltan estas opuntias de tallos planos y redondeados (Fig 1), probablemente se trata de *Opuntia macbridei*, la cual se distribuye ampliamente en el norte del país. Presumiblemente sus frutos eran consumidos por los moches, así como por los animales (zorros y venados) que se distinguen en los ceramios.

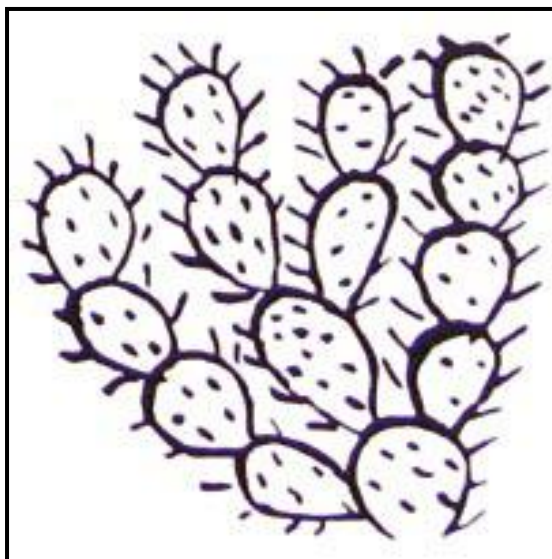


Figura 1. Representación de opuntia en cerámica Moche.

## 2.1. La tuna en las crónicas

Los primeros reportes de la colonia sobre *O. ficus-indica* en el Perú fueron realizados por cronistas como Pedro de Rivera en el año 1586, quien comenta: “...hay algunos cardones que se da en la tierra templada, del grandor de una mano, los cuales se cultivan con mucho cuidado; su fruto es de grana colorada finísima con que se tiñe la ropa, que en esta tierra se hace de cumpi y otras curiosas para el vestido de los indios...” y posteriormente, el padre Bernabé Cobo en su obra “Historia del Nuevo Mundo” en 1650, describe a la tuna de la siguiente manera “Viven muchos años, en que difieren de las yerbas; no producen ramas ni hojas, sino unos trozos redondos y gruesas pencas encaramadas e ingeridas unas sobre otras; son tiernas aguanosas, como zábilas, pepinos o calabazas, destila de ellas un humor pegajoso como el de la sábila, en que muestran no convenir con los árboles y las matas. Están de alto abajo pobladas de agudísimas espinas, unas mayores que otras, de agujas y alfileres...” en clara alusión a las características de esta cactácea. Estas referencias indican que durante la llegada de los españoles a esta parte del continente americano encontraron a estas plantas bajo cultivo. Igualmente hacen mención al uso de la cochinilla, Miguel de Estete en el año 1553, en una cita informa que la grana o cochinilla se cultivó en Perú desde antes de la llegada de los españoles, además de que habría otras pruebas de que se producía y se empleaba como colorante, no sólo en Perú (Lima y Ayacucho) sino en Bolivia y Chile, reportando que los indios recogían “mucho grana y algodón”, afirmación confirmada posteriormente por el padre Cobo en 1650.

### 3. DISTRIBUCION Y NATURALIZACION EN OTRAS AREAS

En el siglo XVIII los navegantes la distribuyeron en gran parte del mundo, ya que la consumían en ensaladas por sus propiedades antiescorbúticas. En la actualidad la forma espinosa de esta planta es considerada como maleza en Sudáfrica y en Australia, ya que invade terrenos dedicados a ganadería. En los diferentes países tropicales donde se la cultiva o donde se naturalizó, *O. ficus-indica* ha sufrido variaciones genotípicas y fenotípicas a las que los agricultores distinguen y dan nombres, aunque en muchas oportunidades de nivel específico o varietal, mientras que deberían nombrarse como cultivares a las dos formas la *O. ficus-indica* y la *O. f. amyclaea*. En general la introducción de la especie *O. ficus-indica* está registrada en los distintos países y no se dispone de datos o incluso se dice expresamente que no se conocen detalles sobre la introducción de la forma espinosa.

### 4. NOMBRES COMUNES

Algunos nombres comunes son muy ilustrativos acerca de su origen y distribución. El nombre tuna es de origen caribeño, tomado por los primeros españoles que conocieron estas plantas. Más exactamente es un vocablo Taíno. Con éste término se designa mayormente a los frutos aunque también se utiliza para la parte vegetativa de las especies de *Opuntia*. Lo extendido de este nombre sugiere que fue el primero conocido por los españoles, aún antes que los nombres mexicanos. Nopal es un término mexicano derivado del Náhuatl "Nopalli", con el que se designa a varias especies.

La tuna es conocido como Prickly pear, Cactus pear, Cactus fruti en Estados Unidos; Fico d' India (Sicilia), Figo morisca (Cerdeña), Figo della barbarie en Italia; Higo en España; chumbo en Francia; Tzabar en Israel; Kaktusfeigen en Alemania; Turksupurug en Sudáfrica Nopal en México y Tuna en Perú y Latinoamérica.

Al retirarse de España, los moros llevaron esta especie al norte de África, llamándola "Higo de los cristianos". Actualmente en Marruecos conocida como "tapia", ilustrativo de su utilidad como cerco. La forma cultivada fue llevada en 1769 a California por misioneros Franciscanos, provenientes de México, llamándosela hasta hoy "mission cactus".

En el nor-este brasilero se la utiliza como forraje, lo que se expresa claramente por su nombre local "palma forrageira". Su introducción en ese país no está registrada con exactitud. Su cultivo es muy importante en el oeste del Estado de Pernambuco.

### 5. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

El primer nombre español es Higo de las Indias, que alude a su origen, las "Nuevas Indias" y de allí su primer nombre científico: *Cactus ficus-indica* L. El nombre *ficus-indica* había sido usado en "frases diagnósticas" ya mucho antes de Linneo, para designar varias especies.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Cactaceae
Subfamilia	: Opuntioideae
Género	: <i>Opuntia</i>
Especie	: <i>ficus-indica</i>
Nombre binomial	: <i>O. ficus-indica</i> (L.) 1768 Mill.

## 6. HÁBITAT

En las zonas áridas y semiáridas existen diferentes factores ambientales que limitan el crecimiento de las plantas, tales como temperaturas altas y bajas, escasez de agua y limitación en la disponibilidad de nutrientes. La evolución de las cactáceas en estos ambientes ha conducido a que las diferentes especies del género *Opuntia* desarrollen características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas que les permitan adaptarse a estas condiciones ambientales adversas.

La proliferación masiva de ciertos tejidos parenquimatosos, asociados con un aumento en el tamaño de las vacuolas y una disminución en los espacios intercelulares, le permite a la planta acumular agua en breves períodos de humedad. Por otra parte, las formas esféricas o suculentas representan los cuerpos más eficientes para evitar la evapotranspiración. Para su óptimo desarrollo, la planta requiere una temperatura anual entre los 18 y 25°C, aunque existen algunas especies resistentes a las bajas temperaturas donde pueden soportar hasta 16 grados centígrados bajo cero, siempre y cuando no se presenten estas temperaturas por períodos prolongados. La *Opuntia ficus indica* se desarrolla bien en climas áridos y muy áridos con lluvias de verano, por lo que se refiere a precipitación pluvial es poco exigente, ya que se le encuentra en zonas con lluvias de 125 o más milímetros al año, aunque los excesos de humedad pueden provocar enfermedades fungosas y daños por insectos.

En lo que respecta a suelos, se adapta bien a diversas texturas y composiciones, pero se desarrolla mejor en suelos sueltos, arenosos, de profundidad media, con un pH preferentemente alcalino y a altitudes que varían entre los 800 y 2.500m.s.n.m., aunque también pueden encontrarse a altitudes menores cerca de la costa.

En terrenos apropiados con pH neutro y sin problema de plagas, la *Opuntia ficus indica* puede llegar a vivir hasta 80 años. Las plantaciones comerciales de explotaciones intensivas, pueden durar 5 años.

## 7. IMPORTANCIA ECOLÓGICA

La *Opuntia ficus indica* puede ser un recurso importante en la economía rural y de las zonas áridas en general, por los altos rendimientos que se pueden obtener en la fruta del Higo y demás usos en las vastas superficies que no cuentan con una precipitación pluvial adecuada para el siembra de especies más exigentes en agua y suelo, que la *Opuntia ficus indica*. Esta planta es muy eficaz para adaptarse y crecer donde confluyen mayor número de factores limitantes que no son favorables para la mayoría de especies vegetales.

## 8. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

### 8.1. El tallo

La tuna es un vegetal arborescente de 3 a 5m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50cm de diámetro. En el Perú las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 a 2,00m de altura. El tallo, a diferencia de otras especies de cactáceas, está conformado por un tronco y ramas aplanadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos.





Figura 2. Arquitectura de planta adulta tuna mostrando las pencas o cladodios que forman el tallo y dan origen a los frutos

## 8.2. Cladodios

Forma pencas denominadas cladodios de 30 a 60cm. de largo x 20 a 40cm de ancho y de 2 a 3cm de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas de color amarillas. Estas estructuras transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis y están recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de estomas, los mismos que permanecen cerrados durante el día.

La cutícula del cladodio evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas del verano. La hidratación normal del cladodio alcanza hasta un 95% de agua en peso.

Las pencas y tallos tienen espinas. El sistema radicular es profundo; no obstante, dependiendo de la humedad ambiental, pueden desarrollar raíces laterales superficiales.

## 8.3. Hojas

Sólo en cladodios internos, transformadas en espinas en forma de garra, engrosadas en su base, para defensa; las caducas sólo se observan sobre tallos tiernos. Cuando se produce la renovación de pencas, en cuyas axilas se hallan las aréolas de las cuales brotan las espinas, de aproximadamente 4 a 5 mm de longitud. Las hojas desaparecen cuando las pencas han alcanzado un grado de desarrollo y en cuyo lugar quedan las espinas.



Figura 3. Cladodios mostrando las areolas y espinas



Figura 4. Cladodios tiernos mostrando las hojas caducas



Figura 5. Parámetros morfométricos del cladodio considerados en trabajos de investigación, a) largo, b) ancho c) perímetro y d) grosor.

#### 8.4. Flores

Son solitarias, localizadas en la parte superior de la penca, de 6 a 7 cm de longitud. Cada aérola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, unas pueden brotar el primer año, otras el segundo y tercero. Las flores se abren a los 35 a 40 días de su brotación. Sus pétalos son de colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa. Sépalos numerosos de color amarillo claro a rojizo o blanco.





Figura 6. Flores jóvenes de *Opuntia ficus indica*



Figura 7. Diversidad de tonalidades y colores de las flores de tuna

### 8.5. Fruto

Es una baya polisperma de forma ovoide esférica de color verde y toma diferentes colores cuando maduran, son comestibles, agradables y dulces; la pulpa es gelatinosa conteniendo numerosas semillas, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presentan espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud.



Figura 8. Planta tuna con frutos en distintas fases de maduración



Figura 9. Diversidad de formas y colores de los frutos de tuna



Figura 10. Cáscara y pulpa gelatinosa de los frutos de tuna

## 9. LONGEVIDAD DE LA PLANTACIÓN

La longevidad promedio de las plantaciones de tuna a nivel comercial es de 5 a 7 años, alcanzando algunas veces hasta 10 años en terrenos apropiados, con pH Neutro, con labores culturales permanentes y con buenos rendimientos. Con un buen manejo de plagas y labores oportunas la planta de tuna puede llegar a vivir hasta 80 años alcanzando de 80 a 90 t/ ha/año de masa fresca.

## 10. PROPAGACION

### 10.1. Propagación por semillas

La propagación de la tuna se puede hacer por semilla, la cual tiene un alto poder germinativo, pero su desarrollo es muy lento y alta variabilidad y está destinado parcialmente a mejoramiento genético por lo cual, generalmente se utiliza la reproducción asexual mediante pencas o cladodios.



Figura 11. Semillas de tuna

## 10.2. Propagación vegetativa

La unidad básica meristemática de las Opuntia es la areola que se encuentran ubicadas de manera helicoidal en el cladodio y pueden originar ramas, flores o raíces. Los cladodios son desprendidos de la planta madre, la zona de corte cicatriza y se suberiza, sellando los sitios de pérdida de humedad adicional. La liberación inmediata de mucílago por los tejidos heridos mejora y acelera la cicatrización. Una vez que se suberiza, cada pieza puede actuar como un propágulo independiente. El agua almacenada cubrirá las necesidades de transpiración, la formación de nuevas raíces y de brotes si se coloca en el suelo. El cladodio puede sostener la pérdida de agua por un largo tiempo: hasta seis meses sin perder viabilidad si se le almacena en un sitio sombreado y seco.

Un cladodio completo puede producir un piso de nuevos cladodios por año, dependiendo del cultivar y la humedad del suelo durante la estación de crecimiento. Siempre y cuando exista una areola por ambos lados de la fracción de penca, se puede formar una planta y el primer piso puede tener de 2 a 6 cladodios.

Si las condiciones para la siembra no son las mejores o existe poca disponibilidad de pencas, se puede tener un vivero en el cual se propagan los cladodios o parte de estos en bolsas o camas almacigueras y cuando tengan aproximadamente entre nueve a doce meses, se procede a la plantación en terreno definitivo.

Para la selección de las pencas, se escogen las más vigorosas, sanas, libres de plagas y enfermedades y, de ser factible, aquellas plantas que hayan mostrado buena producción de fruto y cladodios, mayores de 18 meses y con un promedio de 25 cm.

Las pencas extraídas son secadas a la sombra durante 10 a 15 días, volteándolas cada 4 días para obtener un secado uniforme.

El sistema de plantación se selecciona de acuerdo a la topografía del terreno, siendo recomendable el sistema de tresbolillo, y con surcos a curvas de nivel en terrenos de laderas con el fin de mantener y conservar el suelo y el agua.

## **11. REQUERIMIENTOS AGRO CLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE TUNA**

### **11.1. Suelo**

Los suelos deben ser de textura franca, franco arcilloso arenosa, arenosos, franco arenoso, con pH 6.5–8.5. Los mejores suelos para las plantaciones tuna son los de origen calcáreo con textura arenosa, con buen drenaje, profundidad media y con un pH neutro o de preferencia alcalino. El suelo deberá tener buena fertilidad natural y al menos 30 cm de profundidad para garantizar un buen vigor de las plantas.

### **11.2. Agua**

Aunque el cultivo de la tuna es tolerante a la falta de agua, si se pretende establecer una plantación para la producción de verdura deberá ser accesible y cercano a una fuente de agua, con el fin de proporcionarle el manejo adecuado a la plantación, y obtener mejores rendimientos. Si el cultivo es para forraje y fruto, la producción depende de la cantidad y calidad del riego.

### **11.3. Condiciones climáticas**

En cuanto a las condiciones climáticas requeridas para su desarrollo, es necesaria una temperatura media anual de 16-28° C; una precipitación pluvial media anual de 150-1800 mm., la altitud tiene un margen de 800 - 1800 msnm. En general, los rangos mencionados se refieren a condiciones óptimas de desarrollo la planta de tuna, sin embargo la especie, prolifera fuera de estas características.

Una vez establecido la plantación, se adapta a condiciones o áreas disturbadas, aunque requieren de labores y cuidados para lograr buenos rendimientos y duración de la plantación.

## **12. MANEJO DEL CULTIVO**

### **12.1. Labranza primaria**

Después de limpiar el terreno de arbustos, hierbas o restos de cosechas anteriores se procede a la preparación del terreno, labor que se realiza con tractor y arado; posteriormente se dan uno o dos pasos de rastra. Cuando las condiciones del terreno no permiten el uso de maquinaria o no se dispone de ella, la preparación se hace con implemento de tiro animal. En terrenos muy quebrados la preparación incluye el paso de un roto cultivador que deja el suelo mullido. En todos los casos, la preparación del suelo tiene como objetivo dejar el suelo “suelto” de manera que permita el buen desarrollo radicular en las primeras etapas del cultivo.

### **12.2. Barbecho**

Para el establecimiento de las plantaciones, el terreno se debe preparar y barbechar a una profundidad de 25 a 30 cm, con el objeto de remover la capa inferior del suelo y eliminar las plagas y nemátodos que atacan este cultivo. Se debe pasar una rastra con el fin de acondicionar la capa arable, nivelar el terreno para evitar que se encharque el agua o que se reseque en las partes bajas y altas respectivamente.





a



b



c



d

Figura 12. Preparación del terreno para la instalación de una plantación de tuna: a) subsolado, b) gradeo, c) Surcado y d) abonamiento orgánico. FUENTE: OLIVEIRA F.T., 2008

### 12.3. Trazado

El trazado de la hilera de plantas para la plantación tradicional o al trazado de camas en la plantación intensiva, se realiza con el apoyo de una cinta de medir, cordel y estacas, se trata de que en la plantación se coloquen las pencas con orientación norte-sur (las caras de la penca hacia este y oeste), pues se ha demostrado que con esta orientación se obtiene mayor desarrollo radicular y menor daño por quemaduras del sol.



Figura 13. trazado para una plantación de tuna para la obtención de cladodios verdes



Figura 14. trazado para una plantación de tuna para la obtención de frutos.



Figura 15. Siembra de cladodios madre



Figura 16. Compactación del área cercana al cladodio

### 13. DENSIDAD DE SIEMBRA

#### 13.1. Para el consumo de pencas tiernas

La densidad de plantas es de 40 mil raquetas o pencas por hectárea distribuidas a una distancia de 30 cm contados de centro a centro de cada penca. La distancia entre surco y surco debe ser de 80 cm. Al mes o a los dos meses de efectuada la plantación, se debe aplicar una capa de estiércol de ganado bovino de un espesor de 3 a 5 cm, sobre la hilera de plantas.



En casi todos los lugares o regiones donde se produce tuna de verdura, se planta haciendo un hoyo con una pequeña azada, se coloca la planta o penca en posición perpendicular y se cubre con tierra hasta un tercio o un medio de la penca (10/ 15 cm).



Figura 17. Densidad de siembra de tuna para consumo de paletas tiernas como hortaliza



Figura 18. Paletas tiernas de planta de tuna como forraje para cabras



Figura 19. Plantación de tuna **a)** en curvas de nivel de tuna como forraje y **b)** para la producción de frutos



Figura 20. Plantación de tuna para la obtención de cladodios tiernos

### 13.2. Para la producción de frutos

La densidad de de siembra varía de acuerdo con el terreno y la tecnología aplicada. Generalmente se siembra en hileras de 3.0m y 1.0m entre plantas, haciendo una población estimada de 3333 plantas por hectárea

La siembra a doble hilera en camas de 1.20 m de ancho con distancia entre camas de 3.0 m sucesivamente y las distancia entre plantas de 0.50 m, hacen una población es de 9047.





Figura 21. Plantación comercial tuna (*Opuntia* sp), cultivar sin espinas, para la producción de frutos

#### 14. CUIDADOS

Todos los años se deben realizar podas de formación para que las calles no se cierren y las plantas no crezcan demasiado altas. En la época de mayor producción, se deben cortar las pencas terminales con el objetivo de detener la producción, logrando que las reservas se acumulen para la próxima campaña.

Con las densidades que se utilizan, no es posible cultivar con tractor o implementos de tiro animal, por lo que cuando se realiza la limpieza de la maleza, se utiliza el azadón o una pequeña azada, se pueden utilizar herbicidas.

En la época de lluvias, se deben realizar labores de limpieza y de barbecho, para evitar la proliferación de plagas y enfermedades y eliminar las malezas.

#### 15. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

Para evitar problemas con las espinas se debe usar tenazas y lentes de seguridad para mover cladodios. Las tenazas deberán utilizarse con la debida precaución, evitando apretar en demasía los cladodios que se muevan de un lugar a otro, pues se puede dañar a estos causándoles daños no son perceptibles a simple vista, pero después se manifiestan con pudriciones. Los cladodios para siembra no deben dejarse caer al suelo pues esto les causa un daño similar. Los pasos en la práctica de siembra se iniciarían con la elección de la época de siembra, preparación del terreno, elección del método de siembra, el trazo de la siembra y formación de camas (efectuar un croquis del terreno) y definir la orientación del cladodio al sembrar. En la zona centro norte del estado de Nuevo León se recomienda orientar los cladodios con cara al norte, para evitar las altas insolaciones y calentamiento excesivo del verano en los cladodios.

## **16. MANEJO DEL AGUA / RIEGOS**

Debido a que la tuna es un cultivo tolerante a la sequía, los riegos son casi nulos, pero en caso de que se necesite (por sequía muy prolongada), se debe aplicar una lámina de riego de 10 cm.

El agua es un recurso que permite la brotación, en los meses de mayor sequía.

El manejo del agua de lluvia es un factor importante para el crecimiento efectivo de las plantas. Existen técnicas simples que han sido probadas con éxito, con el objetivo de reducir la escorrentía y coleccionar el agua in situ, para permitir la infiltración y extender la disponibilidad de humedad para el cultivo. La lluvia puede ser colectada si el sitio se barbecha con anticipación.

## **17. FERTILIZACIÓN Y ABONAMIENTO**

La fertilización en la agricultura se define como la acción de hacer fértil o prolífico el suelo. Para el caso de la tuna, los resultados de las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), indican que es recomendable la aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos debido a la respuesta positiva que de ello se observa.

En suelos poco profundos, se sugiere utilizar 5 ton/ha de estiércol vacuno, que equivale a 8 kg por planta. Una vez iniciadas las lluvias se sugiere agregar 100 g de sulfato de amonio por planta. Al segundo año se aplicarán 100 g del mismo sulfato y al iniciar la etapa de fructificación en adelante, cada tercer año, incorporar cantidades semejantes de estiércol adicionando 50 g de superfosfato de calcio simple a cada planta. También se puede utilizar urea y superfosfato de calcio triple en cantidades equivalentes en suelos con pH cercano al neutro. Los abonos deben incorporarse al inicio de las lluvias y deben distribuirse alrededor de la planta cubriéndolos con una capa pequeña de suelo.

En la producción de los cladodios tiernos para consumo se utilizan grandes cantidades de abono. En las plantaciones tradicionales, se cubren las calles con abono de 10 a 15 cm (generalmente de bovino) cada dos o tres años. En el sistema intensivo, la aplicación de abono se lleva a cabo cada año. Los niveles de estiércol por hectárea varían de 10 a 20 toneladas, aplicándose de 100 a 200 kg de Nitrógeno y de 80 a 100 kg de Fósforo por hectárea.



Figura 22. abonamiento de la planta de tuna: a) aplicación de materia orgánica y b) aplicación de cal en suelos ácidos.

## 18. PODAS

En la mayor parte de los sistemas productivos donde se cultiva la tuna (*Opuntia* spp.) no se realiza ningún tipo de poda sobre la planta; de esta forma la cosecha se dificulta, ya que la planta es muy grande y produce frutos lejos del alcance del personal que cosecha. La práctica sugerida regula la natural vegetación de la planta, mejora la capacidad reproductiva y reduce el tamaño de las plantas, con lo que se facilita la cosecha y las tareas culturales tales como el control de malezas y plagas.

La poda abre la estructura de la planta y así permite una mejor captación de la luz, lo que se traduce en una mayor incidencia de la radiación en los cladodios y, consecuentemente, una mejora de la producción.

Para llevar adelante la poda se deben cumplir dos etapas: a) en el primer año, se eliminan todas las paletas que crecen hacia abajo, horizontalmente y desde la base; b) en años posteriores, se deben sumar a las podas anteriores todos los cladodios que crecen hacia adentro. Como norma general, no se deben dejar dos paletas hijas por paleta madre.

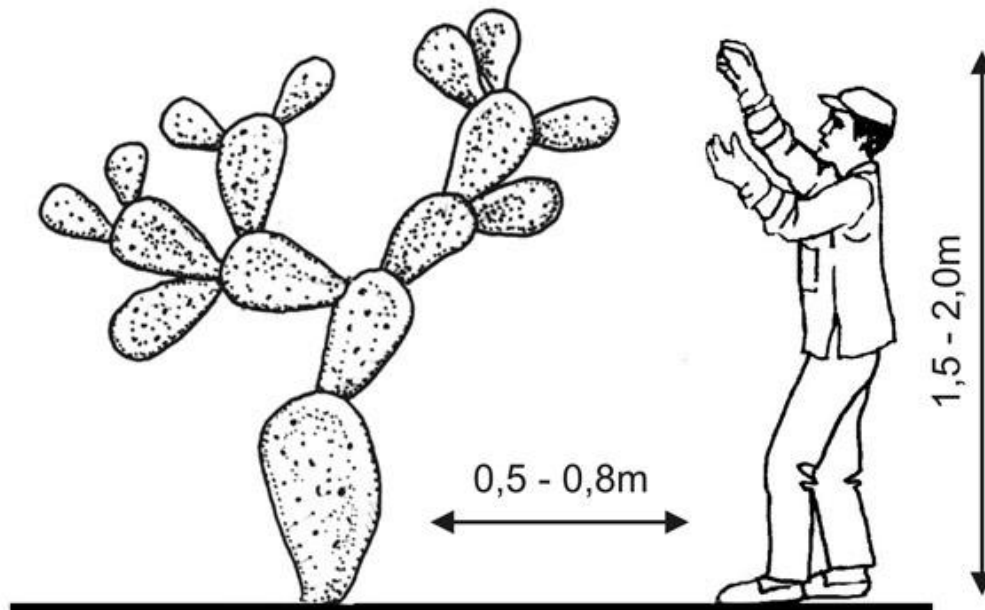


Figura 23. Esquema que muestra el distanciamiento entre la altura de la planta y el personal de poda

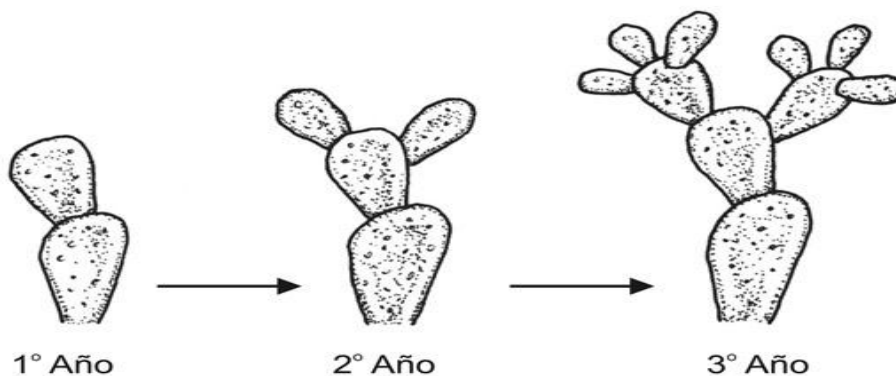


Figura 24. Desarrollo del cultivo de tuna

La tuna soporta podas fuertes y continuas. En localidades libres de heladas, la poda puede ser efectuada en cualquier época. Los huertos dedicados a la producción de fruta son podados después de la cosecha, al final de la estación de crecimiento. La emergencia de yemas es mayor si la poda se efectúa durante la estación de crecimiento. En la mayoría de los cultivares, la brotación vegetativa supera a la reproductiva y la planta puede mantenerse en estado juvenil por tiempo indefinido con poda continua, esta práctica es básica en la utilización de la planta de tuna como hortaliza.

Independientemente del sistema de producción, las plantas pueden ser podadas hasta el cladodio basal si es necesario.

El cultivo de *Opuntia* para forraje necesita una programación cuidadosa de la poda. Los cladodios "almacenados" en la planta conservan un contenido de agua mas alto que los cosechados, reduciendo las necesidades de almacenamiento y mano de obra. Sin embargo, es recomendable removerlos antes de que empiece la nueva estación de crecimiento, para evitar la emergencia de brotes nuevos.

Es importante realizar las podas en el cultivo con la finalidad de dar a la planta una buena forma para facilitar su manejo; se recomiendan 4 tipos de podas, a saber:

### **18.1. Podas de producción**

Deben realizarse cuando brotan un número excesivo de pencas, siendo recomendable eliminar algunas de ellas, para mantener en equilibrio de la planta. También se acostumbra realizar el denominado raleo de frutos, práctica que consiste en eliminar tempranamente los frutos más pequeños o cuando la fructificación es excesiva, pudiendo dejar 7 frutos en promedio por penca, lo que proporciona frutos de mayor tamaño, mejor calidad y mayor precio en el mercado.

### **18.2. Poda de formación**

Las podas de formación son las más convenientes, porque facilita las labores culturales y la cosecha de los frutos. De preferencia, las pencas están dispuestas en un plano, para lo cual se aplica la poda en palmeta, eliminando las pencas que salen del plano de distribución elegido. La selección de pencas se debe realizar después del rebrote, es decir bastante jóvenes, para evitar el debilitamiento de la planta. Siempre es bueno eliminar las pencas que crecen hacia abajo o hacia el centro en condiciones de sombra porque estas pencas no suelen producir frutos por efecto de sombra.

### **18.3. Poda de sanidad.**

Consiste en eliminar pencas en mal estado, es decir, con malformaciones y aquellas dañadas por plagas y enfermedades.

### **18.4. Poda de rejuvenecimiento.**

Llevada a cabo en plantaciones con edades de 10 a 15 años, cortando las plantas viejas y dejando exclusivamente los 40 a 45 centímetros inferiores del tronco. Otra alternativa sustituir la plantación vieja por material vegetativo nuevo.

### **18.5. Poda de estimulación de brotes.**

En algunos países se realiza en plantaciones, donde el productor deja que la planta se llene de brotes o "pencas tiernas" y en el momento que los precios de mercado son favorables, cortar todas las pencas quedando únicamente aquellas en las que se espera obtener brotes, después de 20 días, obteniendo una gran cantidad de brotes (8 a 15 nopalitos por pencas).

*...La poda de tunales permite mayor entrada de luz a las plantas, con lo que aumenta la producción de fruta y se facilita la cosecha. Los restos de poda pueden utilizarse para la alimentación animal o como aporte de materia orgánica al suelo.*





Figura 25. Poda de rejuvenecimiento y estimulación de brotes

## 19. PLAGAS Y ENFERMEDADES

### 19.1. Plagas

El cultivo no presenta ninguna plaga de importancia económica sin embargo, se señalarán las principales:

“Cochinilla” (*Dactylopius coccus costa*), constituye una plaga benéfica o perjudicial, dependiendo del objetivo trazado. Si dicho objetivo es la producción de fruta, la cochinilla incide en la producción de tunas, por lo tanto debe ser tratada como tal. Por esta razón no se recomienda tener plantaciones duales o mixtas, ya que el beneficio de la una, será en perjuicio de la otra.

Un factor muy importante para la coccidocultura, es determinar el tipo de depredadores que inciden sobre la cochinilla, en razón, de que la reducción de las colonias de la cochinilla puede ser altamente significativa sin que se tenga una explicación adecuada, es necesario entonces vigilar las poblaciones de plagas que limitan la explotación del *Dactylopius coccus costa*.

La “mosca de la fruta” (*Ceratitis capitata*), su infestación causa los mismos efectos que en otros frutales.

El “gusano de la tierra” es una larva que se alimenta de las plantas de tuna tiernas y jóvenes causando deformaciones y perforaciones en las mismas.

“El gusano cogollero”, es una larva de color verde claro que mide hasta 3 cm. de longitud, tiene como hábito alimenticio las paletas tiernas y jóvenes, provocando la deformación de estas.

“El gusano minador” (*Graciliriadeae*), es una larva pequeña, roja rosada, que vive debajo de la epidermis de las paletas terminales formando galerías.

### 19.2. Enfermedades

“Roya”, enfermedad cuyo agente causal es el hongo *Aecidium* sp. que ataca a las paletas y los frutos, forma una pústula redonda de color amarillo-naranja que sobresale de la superficie de la paleta, que luego se seca dejando un gran hueco a veces a un lado de la paleta o en ambas caras. Lo más eficiente y económico para su control es la quema y entierro de las paletas afectadas.

“Podrición de la raíz”, Incide en plantas que tienen más de cuatro años, el agente causal parece ser un complejo hongos y/o bacterias no identificados, que destruyen la raíz por pudrición, la cual



puede llegar hasta el tallo. El síntoma más evidente es la plasmólisis o marchitez (arrugamiento) de las paletas, el control se realiza mediante la limpieza o eliminación de las partes afectadas (podridas) y luego se aplica ceniza y finalmente cubriendo la planta con tierra buena.

“Cercosporosis” causada por un hongo del género *Cercospora*, que forma colonias redondeadas y convexas de color gris, de entre 0,5 a 2,0 cm. de diámetro, a manera de costras, sobre la epidermis de las paletas en plantaciones jóvenes y enfermas.

“Rancho”, (*Phytophthora cactarum*), este hongo produce la enfermedad conocida como “podredumbre húmeda”, ataca a la tuna cuando tiene una vía de ingreso que puede ser una herida o una semilla que no ha sido cicatrizada, los daños que causa ésta enfermedad no son mayores, su control efectivo se realiza utilizando fitosanitarios con base de cobre.

“Mancha plateada” Causada por los hongos de los géneros *Phytophthora* y *Micosphaerella*, ocasionan un resquebrajamiento de la epidermis de las paletas y manchas necróticas grandes.

“La bacteriosis” es una enfermedad causada por bacteria del género *Pseudomona*, produce pudrición en las paletas.

“Podredumbre apical”, es una enfermedad ocasionada por bacterias del género *Erwinia*, que producen la muerte total de las paletas, se inicia en el ápice y desciende progresivamente hasta su inserción con el tallo.

## **20. COSEHA**

### **20.1. Fenología y desarrollo de los frutos**

La fenología de las plantas está relacionada al clima (temperatura, radiación y humedad). Comprende fenómenos biológicos como la brotación de yemas, la inflorescencia y la maduración de los frutos.

Es indispensable reconocer cada uno de estos cambios biológicos para identificar los momentos clave para la toma de decisiones en relación al manejo del cultivo (fertilización, irrigación, poda, aplicación de hormonas, control de enfermedades, etc.), por lo tanto es importante identificar la iniciación y finalización de la floración, la iniciación de la fase de fructificación y la duración del período de desarrollo del fruto (PDF).

El ciclo de desarrollo de los frutos de tuna a partir del inicio de floración en la planta hasta la completa maduración del fruto y el punto máximo de desarrollo y la madurez fisiológica de los frutos se obtiene 80 días después de la antesis.

## DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LOS FRUTOS DE TUNA

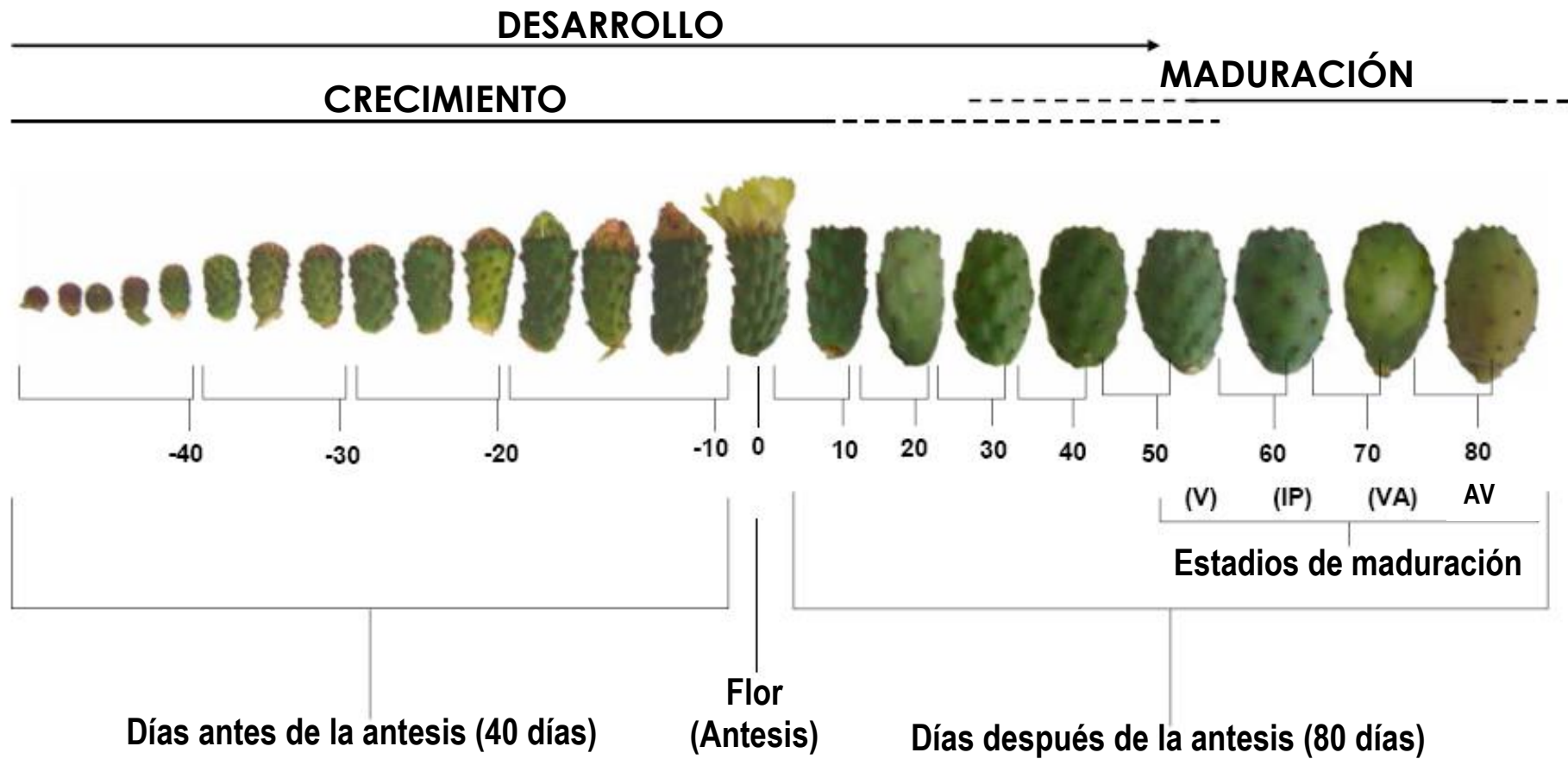


Figura 26. Evolución del desarrollo y maduración de frutos de tuna (*Opuntia ficus-indica*) antes de la antesis; Estadios de maduración: V (fruto verde); IP (inicio de la pigmentación amarillo); VA (verde amarillado) e AV (Amarillo verde).

## 20.2. MADURACIÓN DEL FRUTO

El estudio de los procesos relacionados con el desarrollo de los frutos es de gran importancia para establecer los índices de madurez y adecuación de las estrategias de cosecha, como también para establecer técnicas adecuadas de conservación post cosecha, capaces de aumentar la vida útil, orientada a un mejor aprovechamiento del potencial de comercialización del fruto.

La madurez fisiológica corresponde al momento en que el fruto acumula la mayor parte de las reservas. El conocimiento de los estadios de madurez es importante para planificar la cosecha, siendo el contenido de azúcares un indicador de madurez, siendo el clima uno de los factores que más influyen en el acumulo de azúcares.

Los índices de cosecha son determinados por medios visuales, físicos, químicos y fisiológicos. Los medios visuales incluyen el color y la forma; los métodos físicos a través de la medida de firmeza en la pulpa, del peso, diámetro y volumen; los métodos químicos por medio de la determinación del almidón por el yodo, determinación de sustancias insolubles en alcohol (almidón, celulosa, pectina y proteínas), acidez, etc. y los métodos fisiológicos a través de los niveles de respiración y de la producción de etileno.

Uno de los estadios más comunes del desarrollo de madurez para los frutos de *Opuntia* sp. pueden ser descritos de la siguiente forma:

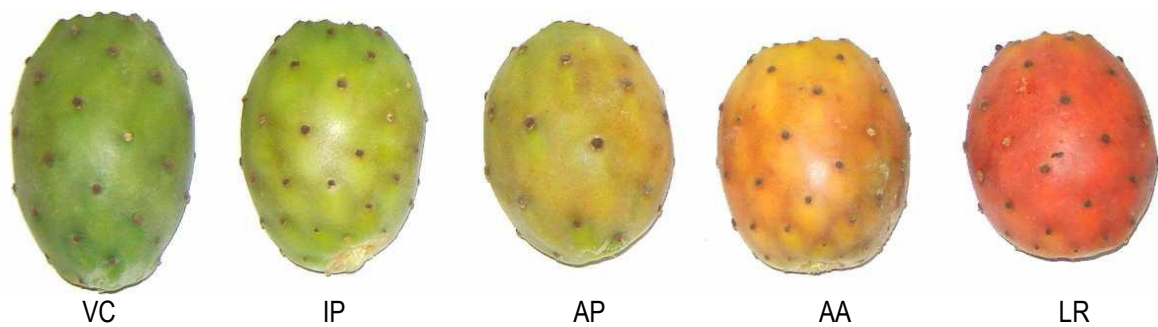


Figura 27. Estadio 1 (VC) verde claro; Estadio 2 (IP) inicio de la pigmentación; Estadio 3 (AP) amarillo predominante; Estadio 4 (AA) amarillo anaranjado y Estadio 5 (NR) naranja rojizo

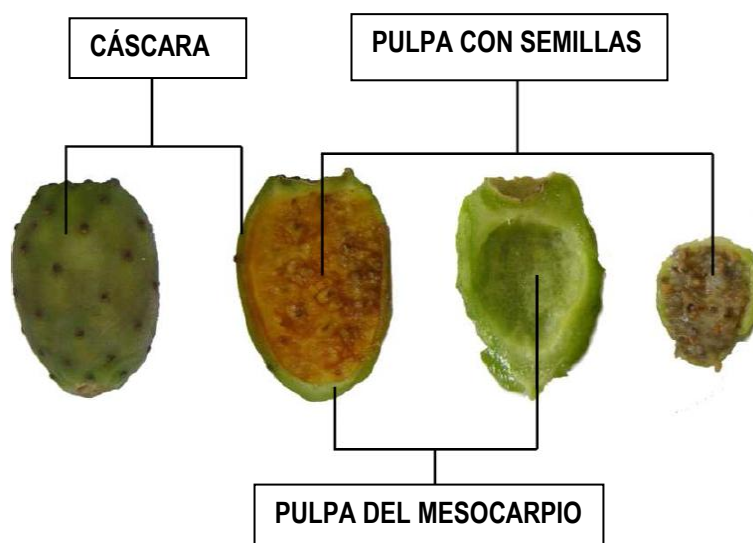


Figura 26. Componentes del fruto de tuna

## 20.3. Calidad del fruto

Para obtener un producto con valor hay que considerar los requisitos de calidad que se exigen en los mercados. En el mercado internacional la calidad del fruto destinado al consumo como fruta fresca se determina por el tamaño, el color de la cáscara, la proporción de semillas, pulpa y cáscara y el contenido de azúcares.

En la Figura 27, se muestra la descripción relacionada a los cambios de color con los diferentes estados de madurez de la *Opuntia ficus indica*, que se ofrecen en la actualidad en el mercado.



Figura 28. Especificaciones para el color del fruto de tuna

Color 0: Fruto de color verde, totalmente desarrollado, con algunas depresiones entre las areolas.

Color 1: El color verde se hace menos intenso, aparecen leves tonalidades amarillentas y desaparecen las depresiones entre las areolas.

Color 2: El color amarillo se hace más intenso entre las areolas y éstas se tornan leñosas.

Color 3: El amarillo ocupa una mayor área, casi ha desaparecido el color verde.

Color 4: Se mantienen algunas tonalidades verdes en la zona cercana al pedúnculo y aparecen coloraciones rojizas desde el centro hacia el ápice de la fruta.

Color 5: El fruto presenta una coloración amarilla rojiza.

Color 6: El fruto es totalmente rojo

El fruto para el consumo humano es utilizado en la etapa donde toma su color 3, aunque en algunas ocasiones, con fines de exportación se utiliza el color 2. Las etapas de color 4 o color 5 se utilizan mayormente para el consumo local y también en la industria como medios de cultivo, debido a que entre mayor sea el estado de madures del fruto, hay mas cantidad de azúcares presentes en él, lo que favorece al medio de cultivo microbiano.

## 21. PRINCIPALES PARÁMETROS DE CALIDAD DEL FRUTO

### 21.1. Tamaño

El tamaño de fruto para exportación debe pesar como mínimo 120 g. y se clasifican en:

Frutos extra grandes : más de 160 gr.

Frutos primera clase : 120-160 gr.

Frutos segunda clase : 80-100 gr.

Frutos de tercera clase : menos de 80 gr.

### 21.2. Color de la cáscara

El fruto más apropiado para el mercado internacional es el amarillo-anaranjado. Los cultivares verde claro o blanco, así como también el rosa-naranja, sólo son relevantes en los mercados locales y tienen mayores problemas de manejo y almacenamiento.

## 22. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS FRUTOS

Dentro de la composición química del fruto de tuna, se debe mencionar inicialmente el alto contenido de agua, que es del orden del 90 al 92.5 %. Entre los minerales que contiene, los principales son el calcio y el potasio además del sílice, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio, y magnesio, entre algunos otros (La tuna es considerado como una buena fuente de calcio, ya que en 100g de hay cerca de 80 miligramos de este mineral).

La tuna contiene, también, en varias proporciones, diferentes glúcidos o carbohidratos y componentes nitrogenados. El nopal es rico en fibras, vitaminas (A, B, B<sub>2</sub>, C y K), riboflavina, vitamina B<sub>6</sub>, clorofila y proteínas.

En lo que respecta al valor nutricional, de los cladodios, se puede decir que en 1 taza de cladodios crudos (86g aproximadamente) hay 2.9g de hidratos de carbono y 1.1g de proteína y solamente 17 kcal.

Tabla 1. Valor nutricional de la *Opuntia ficus indica*

CONCEPTO	CONTENIDO
Porción comestible	78.00
Energía (Kcal.)	27.00
Proteína (gr.)	1.70
Grasas (gr.)	0.30
Carbohidratos (gr)	5.60
Calcio (mg)	93.00
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Ac. Ascórbico (mg)	8.00

Fuente: www.giga.com, 2003

Tabla 2. Análisis Bromatológico *Opuntia ficus indica* fresco

ANÁLISIS	RESULTADO
Humedad	85-90%
Cenizas	0.25-0.44%
Proteína	0.75-5.41%
Grasa Bruta	0.12-0.25%
Carbohidratos	19%
Fibra cruda	0.02%
Valor calórico	34%
Vitamina A	0.02 p.p.m.
Sodio	-----
Calcio	0.11 – 2.09%
Hierro	2.6 p.p.m.

Fuente: www.giga.com, 2003

Tabla 3. Composición de aminoácidos

AMINOACIDO	CONTENIDO (%)
Lisina	4.00

Isoleucina	4.00
Treonina	4.80
Valina	3.80
Leucina	5.20
Triptófano	0.80
Metionina	0.70
Fenilalanina	5.40

Fuente: www.giga.com, 2.003

### 23. USOS Y APLICACIONES

De la tuna se utiliza el mucilago, la cáscara, la pulpa y sus compuestos químicos para la elaboración de aceites comestibles, pectinas y colorantes. Se emplea también en la elaboración de vinos, licores, refresco "tuna" , miel de tuna tipo maple (que los conquistadores llamaron "melcocha"), queso de tuna, mermeladas, jaleas, deshidratados para dulces de alto valor energético, barras de cereales, alcohol industrial, vinagres, aromatizantes, pasta y harina forrajera.

El contenido de fibras, proteínas, minerales y materias grasas de la *Opuntia ficus indica* es mayor que el encontrado en otras frutas; una taza de higos contiene 5g de fibra, 20% más de la cantidad recomendada para el consumo diario, 6% de hierro, 6% de calcio y 7% de potasio. Sus carbohidratos se componen de glucosa o fructosa. Una porción de 40g de *Opuntia ficus indica* sustituye el consumo de una fruta. Por las características nutricionales de este fruto, el Higo Chumbo encaja en prácticamente en cualquier dieta, sea esta baja en sodio, alta en fibra, para pérdida de peso y para tratar diabetes.

La *Opuntia ficus indica*, también es utilizada con fines medicinales, como astringente, antiinflamatorio, antipirético, analgésico, tónico, afrodisíaco y laxante, entre otros usos que se han encontrado a nivel experimental, tales como: fuente de energía para la producción de gas metano, producción de biomasa y enzimas, producción de pectina a partir de la penca y extracción de colorantes a partir del mismo cultivo mediante la infesta del insecto Carmín de la Cochinilla.

### 24. USOS ALTERNATIVOS

Además de esos usos mencionados previamente, se han localizado otros que es probable que sea interesante investigar para identificar su valor económico real, su potencialidad de beneficios al usuario y/o consumidor, si viabilidad y factibilidad de negocio y su competitividad con respecto a los demás productos que pudieran ser utilizados para estas aplicaciones con la meta de poder sustituirlos donde sea un negocio potencialmente atractivo.

Los usos alternativos identificados, son los siguientes:

**24.1. Cercos.** Las especies espinosas de tuna se utiliza tradicionalmente como cercos, para limitar huertos familiares o terrenos y esto se realiza desde tiempos muy antiguos.

**24.2. Adhesivos.** Por las propiedades adhesivas de la tuna, se ha hecho uso de ellas en aditivos. Estudios recientes proponen utilización del polvo de nopal para la construcción con el fin de aumentar la dureza de las estructuras de concreto, habiendo

logrado resultados sorprendentes con adiciones de 5g de mucilago de nopal liofilizado por cada 1,200g de materiales secos a utilizar, con lo que se logra una dureza del 56% mayor que la del concreto normal.

- 24.3. Pinturas e impermeabilizantes.** A partir del mucilago de la tuna, se fabrican pinturas impermeabilizantes, que pueden ser aplicados en cualquier construcción con tierra, cemento u otros materiales, para protegerla. La protección de la construcción se da contra el frío, la humedad del ambiente, del agua, de los insectos y otros.
- 24.4. Combustible.** El tronco y las pencas secas pueden utilizar como combustible en zonas desérticas. Las paletas de los nopales tienen una gran cantidad de lignina, son leñosas, y se pueden usar como leña, en zonas donde no hay electricidad ni petróleo ni energía comercial.
- 24.5. Forraje en zonas áridas y semiáridas de todo el mundo.** En zonas áridas y semiáridas, se utiliza mucho a la planta de tuna como alimento forrajero, debido a sus cualidades nutricionales y a su contenido de agua. Este alimento puede ser utilizado para diversos tipos de ganado y, pues través de diversos estudios, se ha comprobado su calidad y sus cualidades en esta aplicación.  
La tuna puede ser una alternativa altamente viable en una tercera parte del territorio terrestre del mundo, el cual está cubierto de zonas áridas y semiáridas.
- 24.6. Producto ecológico.** La siembra de grandes superficies de tunales permitiría la recuperación y regeneración del suelo, la preservación de biodiversidad de zonas desérticas y semidesérticas, en donde habitan víboras, zorrillos, conejos, liebres y una gran diversidad de aves, como halcones, águilas, búhos, entre otros.  
Es una alternativa para contrarrestar cambios climáticos globales y desertificación. Otros beneficios provenientes de Opuntia son la conservación del suelo y el agua, así como la protección de la fauna local en zonas áridas y semiáridas  
Debido a que crece en tierras severamente degradadas, su uso es importante por su abundancia en áreas donde muy pocos cultivos pueden lograrse.
- 24.7. Restauración de terrenos.** Un producto adicional es el mucilago o goma, obtenible por el prensado de la penca o cladodio. Es una especie muy usada en las prácticas agroforestales, asociado con cultivos con especies agrícolas y/o forrajeras, en cercos vivos espinosos, barreras vivas para la retención de suelos, protección de taludes contra la erosión y, en general, como parte de prácticas de protección de suelos.
- 24.8. Aplicaciones industriales.** En la industria, es usado como anticorrosivo, fuente de pigmentos y como colorante natural.
- 24.9. Paisajismo y control de contaminación.** El cultivo de la tuna frena la desertificación e impide la erosión del suelo, pero además consume CO<sub>2</sub> por las noches en grandes cantidades, por lo que disminuye significativamente la contaminación del aire. Por ello debe recomendarse la plantación de esta especie en los parques y jardines de las ciudades  
Se están estudiando sus capacidades para actuar como un agente anticontaminante para limpiar el agua sucia y también como una fuente sustituta del petróleo.



**24.10. Como alimento.** Las paletas tiernas de la tuna pueden consumirse como verdura en fresco, procesado en salmuera y/o escabeche, preparados con salsas y ajíes para rosticerías, hoteles, restaurantes, etc. También puede utilizarse en la preparación de yogurt, sopas, salsas, ensaladas, jugos concentrados.



a



b



c



d

Figura 29. Diferentes formas de utilización de la tuna. a) Pencas frescas para conserva, b) Licores, c) Fruto fresco d) ensaladas.

**24.11. Materia prima de cosméticos.** Como base para obtención de pigmentos de uso múltiple: Shampoo, Crema para manos y cuerpo, Jabón, Acondicionador, Mascarilla humectante, Crema de noche, Gel para el cabello, Gel reductor, Mascarilla estimulante y limpiadora, etc.

**24.12. En la salud.** Es utilizado en la medicina naturista como cataplasmas para golpes, contusiones, hinchazones, quemaduras, analgésico, diurético y antiespasmódico

Las paletas de tuna deshidratadas se utilizan en tratamientos para la diabetes, hiperlipidemias, y para disminuir peso corporal, cuando se ingiere previamente a los alimentos

El jugo de la tuna ayuda a potenciar el sistema inmunológico y su eficiencia en el crecimiento y control de tumores.



Aparte de las propiedades nutricionales a las que se le atribuyen, en años recientes se inició la comercialización de fibra deshidratada de tuna como auxiliar en trastornos digestivos y como recubridor de las paredes del estomago para evitar las úlceras gástricas. Se han hecho estudios para utilizarlo como repelente de insectos.

## **25. CONCLUSIONES**

Por los altos rendimientos y calidad nutricional y medicinal de los frutos, la tuna esta destinada a convertirse en un cultivo potencial para la exportación.

EL alto potencial productivo de la tuna bajo condiciones de déficit hídrico, coloca a esta especie como una importante fuente de forraje para bovinos, ovinos y caprinos, principalmente, en zonas de clima mediterráneo árido.

La tuna utiliza el agua de lluvia del período invernal y la almacena en sus tejidos. El consumo de la planta por rumiantes en períodos de sequía convierte a esta especie en una real fuente de agua para el ganado, con lo que se reduce considerablemente los requerimientos de agua, muy importante en zonas áridas y semiáridas.

El cultivo de la tuna para forraje es una opción muy interesante desde un punto de vista productivo, en la zona árida y semiárida de Perú, especialmente en explotaciones de cabras de leche.

El forraje de paletas de tuna no puede utilizarse como único alimento en animales debido al bajo contenido de nitrógeno en los tejidos de esta especie y, por consiguiente, es necesario complementarlo con una fuente de nitrógeno como heno de alfalfa, o si es posible con otros recursos destinados a forraje que aporten proteína de menor costo, tales como arbustos forrajeros o paja de cereales tratada con urea.

## **26. LITERATURA CONSULTADA**

ÁLVAREZ, P & F. CÁCERES. 2003. Usos e importancia de las cactáceas en la cultura Churajón (Dpto. Arequipa). Quepo 17: 20-27.

ANTÚNEZ DE MAYOLO, S.E. 1981. La nutrición en el antiguo Perú. Banco Central de Reserva. Lima-Perú.

BEN SALEM, H., NEFZAOU, A., ABDOULI, H. Y ORSKOV, E.R. 1996. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. *Animal Sciences*, 62: 293-299.

BLASCO, C & L.J. Ramos. 1980. Cerámica Nazca. Valladolid-España.

BRACK, A. 2003. Perú, diez mil años de domesticación. Proyecto FANPE-GTZ. PNUD. Ed. Bruño. Lima.

CASAS, A., A. OTERO-ARNAÍZ, E. PEREZ-NEGRÓN & A. VALIENTE-BANUET. 2003. Manejo y domesticación de cactáceas en Mesoamérica. *Zonas Áridas* 7: 75-104.

FESTER, G. A & J. CRUELLAS. 1934. Colorantes de Paracas. *Revista del Museo Nacional de Lima* 3: 154-156.

GRANADOS, D & A. CASTAÑEDA. 1991. El Nopal. Editorial Trillas. México.

GRIFFITH, P. 2004. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. *American Journal of Botany* 91 (11): 1915-1921.

HORKHEIMER, H. 2004. Alimentación y obtención de alimentos en el Perú prehispánico. Instituto Nacional de Cultura. Segunda Edición. Lima.

Información de Internet: <http://www.minag.gob.pe>; <http://www.wikipedia.com>

KIESLING, R. 1998. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 3. Online at: [www.jpacd.org/contents1998.htm](http://www.jpacd.org/contents1998.htm). México.

MOSTACERO, J., F. MEJÍA & O. GAMARRA. 2002. Taxonomía de la fanerógamas útiles del Perú. Vol I y II. Concytec. Trujillo-Perú.

NOBEL P. 1998. Los Incomparables Agaves y Cactus. Ed. Trillas. México.

NOVOA, S. 2005. Cactus e Insectos. Primera Parte. *Quepo* 19: 34-43.

OLIVEIRA, F., T. Crescimento do sistema radicular da *Opuntia ficusindica* (L.) Mill (palma forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, para obtenção do título de Mestre. CSTR UFCG, 2008.

PIACENZA, L & C. OSTOLAZA. 2002. Cahuachi y la Cultura Nazca. *Quepo* 16: 22-27.

PIÑA, I. 1981. Observaciones sobre la grana y sus nopales hospederos en el Perú. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 26 (1): 10-15.

RODRÍGUEZ, L., U. PASCUAL & H. NIEMEYER. 2006. Local identification and valuation of ecosystem goods and services from *Opuntia scrubland* in Ayacucho, Peru. *Ecological Economics* 57: 30-44.

SIDNEY NOVOA. Sobre el Origen de la Tuna en el Perú, *Algunos Alcances*, 2006.

VIEIRA, E. de L. Adição de fibras em dietas contendo palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) para caprinos. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2006, 65p.

YACOVLEFF, E & F. MUELLE. 1934. Notas al trabajo "Colorantes de Paracas". Revista del Museo Nacional 3: 157-163.

ZAPATA M., J.L. 1992. Comportamiento productivo de dos sistemas de plantación de nopal forrajero *Opuntia rastrea* Weber y *Opuntia lindheimeri* var. *lindheimeri* Engelm. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila.

