

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



MORFOFISIOLOGIA DE TUNA (*Opuntia ficus-indica* Mill.)

TESINA

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

Espino Rodríguez, Edgar Paul

Rafael Ramírez, Héctor

Tingal Infante, Isolina

ASESOR: Manuel Salomón Roncal Ordoñez

CAJAMARCA – PERÚ

2012

RESUMEN

En el presente trabajo se describe las características morfológicas de la tuna identificándose así que el sistema radical es muy extenso y superficial, alcanzando una profundidad cercana a los 80 cm, presenta numerosos tallos modificados denominados cladodios (conocidos vulgarmente como "paletas" o "pencas"). Los cladodios tienen forma ovoide, elíptica u oblonga, similar a una raqueta de tenis; alcanzando una longitud de 33-60 cm y 18-25 cm de ancho; son aplanados, con un grosor de 1.8-2.3 cm; color verde pálido a oscuro, con o sin espinas dependiendo de la variedad, Sobre ambas caras del cladodio hay yemas, llamadas "aréolas", presentan en su cavidad espinas de dos tipos: unas pequeñas, agrupadas en gran número (conocidas como "gloquidios"), y otras grandes que son hojas modificadas, las flores son hermafroditas, solitarias y sésiles.

Presentan una longitud de 6 a 7 cm y se desarrollan preferentemente en la parte apical del margen superior de la paleta; presentan ovario ínfero y numerosos estambres, El fruto es una falsa baya con ovario ínfero, uniloculado y carnoso, en que la cáscara corresponde a la envoltura del ovario y la pulpa corresponde al lóculo desarrollado. En Cajamarca se encuentra cuatro variedades: amarilla, morada, blanca y colorada.

Además describir la interacción como CAM (Metabolismo ácido de las crasuláceas) con el medio ambiente (fisiología), eficiencia con el agua, relación con la luz (fotosíntesis), temperatura, intercambio de CO₂ (respiración).

El estudio de la morfo fisiología de la tuna conocida con dicho nombre en nuestro país es de importancia ya que nos permite saber de la planta y contribuye al mejoramiento y conducción apropiada para su propagación, aprovechando; así el tallo como forraje para animales; los frutos en diversos uso como comestible directo, mermeladas, jugos, etc. De tal forma que genere ingresos económicos y desarrollo en la localidad que se desee conducir.

INDICE

Capítulo

I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. REVISION DE LITERATURA	02
2.1. Generalidades Sobre La Tuna	02
2.2. Morfología	03
2.2.1. Raíz	03
2.2.2. Tallo	04
2.2.3. Hojas	04
2.2.4. Flores	04
2.2.4.1. Floración	05
2.2.4.2. El Ovario	05
2.2.5. Frutos	05
2.2.5.1. La cáscara	05
2.2.5.2. La pulpa	06
2.2.5.3. Las semillas	06
2.2.5.3. Las semillas	06
2.3. Clasificación Taxonómica	07
2.4. Nombres Vulgares	08
2.5. Variedades Cultivadas	09
2.6. Conducción Del Cultivo	10
2.6.1. Propagación	10
2.6.2. Micropropagación (in vitro)	11
2.6.3. Plantación	12
2.6.4. Riego	13
2.6.5. Poda	13
2.6.6. Nutrición mineral	14
2.6.7. Polinización	14
2.6.8. Raleo	14
2.6.9. Anillado	15

2.7. Cosecha	15
2.7.1. Manejo de post-cosecha	16
2.8. Plagas y enfermedades	17
2.9. Producción	18
2.9.1. Producción en Cajamarca	18
2.10. Fisiología	19
2.10.1 Intercambio Diario De Gases	19
2.10.2 Eficiencia del Uso de Agua	19
2.10.3 Relaciones De Temperatura	20
2.10.4 Relaciones De Luz	20
2.10.5 Relaciones Nutrimientales	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Ubicación	24
3.2. Materiales.....	24
3.2.1 Material Biológico	24
3.2.2 Material de Campo	24
3.2.2 Material de Gabinete	24
3.3. Metodología	25
3.3.1. Trabajo en campo	25
3.3.2. Trabajo en Gabinete	25
IV. RESULTADOS	26
4.1. Morfología	26
4.1.1. Raíz	26
4.1.2. Tallo	27
4.1.3. Hojas	28
4.1.4. Flores	28
4.1.5. Fruto	29
4.1.5. Fruto	30
4.2. Fisiología	31

V. CONCLUSIONES V RECOMENDACIONES	32
5.1. Conclusiones.....	32
VII. BIBLIOGRAFIA	34

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La Tuna (*Opuntia ficus indica* Miller) en su morfología es una planta suculenta, con numerosos tallos modificados denominados paletas (cladodios), los que forman numerosas ramificaciones que pueden llegar a alcanzar la altura de 3 a 5 m. Las paletas se desarrollan orientándose de tal forma de aprovechar al máximo la luminosidad.

En Cajamarca encontramos las variedades blanca, amarilla, morada y colorada determinada por el color del fruto.

Podemos manifestar que la tuna nos resulta de importancia por sus diversas utilidades y beneficios que brinda al ambiente, al ser humano y a diversos animales; se realiza el presente trabajo procurando cooperar al conocimiento para un futuro mejoramiento del cultivo y satisfacer el siguiente objetivo:

- Describir la morfo fisiología de la Tuna (*Opuntia ficus indica* Miller).

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades Sobre La Tuna

Es originaria de América tropical y crece también espontáneamente en la costa septentrional de África, y en la costa meridional y este de España **(Tamaro 1979)**.

Se ha desarrollado bien en distintos ambientes, desde zonas áridas a nivel del mar hasta territorios de altura como los Andes de Perú; desde regiones tropicales de México donde las temperaturas están siempre por sobre los 5 °C a áreas de Canadá que en el invierno llegan a 40 °C, Por esta razón, puede ser un recurso genético de interés para zonas ecológicas muy diversas (Nobel 1999).

Se desarrolla bien con temperaturas medias anuales entre 12-34 °C, con un rango óptimo de 16-23 °C, Heladas de 10 °C afectan al cultivo, sobre todo es plantaciones jóvenes. Las bajas temperaturas (promedio diario menor a 15°C) disminuyen el número de flores y alargan el período de maduración del fruto pudiendo llegar hasta después del invierno. En la fructificación, cuando el promedio de temperatura diario llega a 25°C el período de maduración de los frutos es corto, lo que obliga a una rápida cosecha para evitar que los frutos pierdan su calidad comercial **(Sudzuki et al. 1993, Ríos y Quintana 2004, Álvarez 2007)**.

Se produce en zonas con precipitaciones anuales desde 116 mm hasta 1805 mm, siendo el ideal 400-750 mm. Al respecto, se señala que precipitaciones mayores a 1000 mm o menores a 200 mm limitan el crecimiento del cultivo. Los excesos de humedad pueden provocar enfermedades fungosas y favorecer daños por insectos (Álvarez 2007, Sudzuki et al. 1993).

Se adapta bien a suelos con diversas texturas y composiciones, pero se desarrolla mejor en suelos arenosos, calcáreos, con al menos 30 cm de profundidad, bien drenados, pH 6,5- 8,5 Y pedregosos (Ríos y Quintana 2004).

2.2 Morfología.

2.2.1 Raíz.

Por su origen, derivan de la radícula, aunque en ocasiones puede estimularse el desarrollo de raíz a partir de tallo.

Por su forma, son raíces típicas o pivotantes con ejes primarios que sirven para fijar a la planta. Generalmente son gruesas pero no suculentas; de tamaño y ancho variables; en general, su tamaño es proporcional al tamaño del tallo o de la parte aérea (**Álvarez 2007**).

Por su duración, es perenne o permanente.

Otras características de la raíz es la ausencia de pelos absorbentes mientras el medio edáfico (suelo) se encuentre con escasa humedad. En cambio, cuando existe agua disponible, se estimula el desarrollo y la velocidad de absorción de agua y nutrientes se torna sorprendentemente alta (**Álvarez 2007**).

2.2.2 Tallo.

Es ramoso, desde la base, formado por las primitivas articulaciones, provisto de cuellos en los puntos de sus recíprocas inserciones. Estas adquieren una consistencia leñosa con el tiempo y forma un tronco casi cilíndrico y grisáceo. No son otra cosa que verdaderas ramas y las hojas, si así se pueden llamar, se manifiestan como cojinetes carnosos, o mejor escamosos, que ordinariamente nacen en la base de varios botones esparcidos por la paleta y donde se insertan las espinas. Las hojas caen pasados dos meses (**Tamaro D 1974**).

Según los terrenos más o menos fértiles, alcanza la tuna de 2 a 3 metros, como caso excepcional llega hasta 5 metros. La vida media puede calcularse en treinta años. Las raíces son superficiales, pero penetran en las hendiduras para nutrirse y son siempre robustas. Las paletas tienen las mismas funciones que las hojas en otras plantas y se pueden considerar también como almacenes de agua para los periodos de sequía **(Tamaro D 1974)**.

2.2.3 Hojas.

Son pequeñas de menos de 10 mm, de forma cónica, ápice agudo y se ubican en cada una de las aréolas de los botones tanto vegetativos como florales **(Brack A 2003)**.

2.2.4 Flores.

Se ubican en el borde apical de las pencas subterráneas y de 3 pisos inferiores; el perianto está constituido por hojas florales sepaloideas en el borde externo y hacia el centro de color amarillo y que se tornan anaranjadas luego de la fecundación de los óvulos. El ovario es ínfero, polícarpo, unilocular, con un solo estilo y de tres o quince estigmas **(Brack 2003)**.

2.2.4.1 Floración.

Para lograr una buena floración conviene que la planta sea cultivada con sol y ventilación.

Por otra parte, si les hace crecer sometidas al volumen de tierra de una maceta la floración nunca será tan espectacular como pudiera ser, sobre todo el caso de las especies de rápido crecimiento y gran desarrollo **(Ballester 1978)**.

2.2.4.2 El Ovario.

Fecundado se transforma en una baya ovoidal, umbilicada en el extremo superior, provista de pericarpio coriáceo, sembrada de hacecitos de espinas y conteniendo en su única cavidad numerosas semillas remiformes, ordenadas en una pulpa densa y mucilaginosa, dulce al gusto y aromática (Tamaro 1974).

2.2.5 Frutos.

El fruto se compone de tres estructuras que determinan su calidad (Sudzuki 1993).

2.2.5.1 La cáscara.

Corresponde a la parte no comestible del fruto, por lo que a menor peso de esta, mayor será la calidad del fruto. Durante la primera semana después de floración es mayor el crecimiento de la cáscara que el del tejido que origina la pulpa, situación que luego se revierte y el lóculo empieza a expandirse, especialmente los últimos 30 días de desarrollo del fruto, por lo que es fundamental el aporte hídrico en esta etapa (**Sudzuki 1993**).

2.2.5.2 La pulpa.

Se origina de células capilares de la epidermis dorsal de la envoltura funicular y el funículo.

La envoltura funicular contribuye con 90 de la parte comestible y el funículo con el 10.

Los ácidos orgánicos están presentes en rangos muy bajos y prácticamente no influyen en el sabor (0,01-0,12 de ácido cítrico y 0,02-0,06 de ácido málico). La pulpa se compone mayoritariamente de agua en un 83 (**Sudzuki 1993**).

2.2.5.3 Las semillas

Son de forma discoidal, poseen testa reticulada y arilo lateral angosto. Se encuentran de 100 a más de 400 semillas por fruto, con diámetro de 3 a 4 mm. (Cerezal y Duarte 2005).

Se diferencian en semillas viables y abortivas (35-40 del total). La semilla abortiva presenta una envoltura funicular donde desarrolla pulpa, al igual que la envoltura de semillas normales. En un fruto maduro estas se distinguen por su tamaño pequeño y color pardo claro, en contraste con aquellas normales que son de mayor tamaño y de color oscuro (Pimienta 1990 Scheinvar 1999).

Se han encontrado correlaciones positivas entre el contenido de semillas (número y peso) y el peso total de la fruta, indicando que el mayor tamaño de la fruta está relacionado con el mayor número de semillas (Barbera et al. 1994).

El valor calórico de su pulpa varía entre 31-50 kcal/100g, comparable con el de otros frutos como la pera, la manzana, el durazno y la naranja. El contenido total de aminoácidos libres (257,24 mg/100 g) es mayor que el promedio de otros frutos. La tuna presenta un alto nivel de ácido ascórbico que puede llegar a valores de 40 mg/100 g (contenido mayor que el de la manzana, la pera, la uva y el plátano) **(Callazos et al. 1993)**.

Tabla 1. Composición nutricional de la parte comestible de los frutos de tuna **(Barbera et al. 1994)**.

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible
Calorías	31
Humedad	90,60
Carbohidratos	8g
Ceniza	0,4Ag
Fibra	0,5g
Proteína	0,5g
Calcio	22mg
Fósforo	7mg
Hierro	0,3mg
Niacina	0,3mg
Rivoflavina	0.02mg
Tiamina	0,01mg
Vitamina C	30mg

2.3 Clasificación Taxonómica.

La taxonomía de las Tunas debido a múltiples razones, entre las que destaca el hecho de que los fenotipos presentan variabilidad según las condiciones ambientales. La clasificación es la siguiente:

Reino : *Plantae*.
División : *Magnoliophyta*.
Clase : *Magnoliopsida*.
Orden : *Caryophyllales*.
Familia : *Cactaceae*.
Tribu : *Opuntiae*.
Género : *Opuntia*.
Especie : *Opuntia ficus-indica* Mill, (Sáenz 2006).

2.4 Nombres Vulgares

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 tuna. Lo extendido de este nombre sugiere que fue el primero conocido por los españoles, aún antes que los nombres mexicanos (**Moringo 1966**).

Nopal es un término mexicano derivado del Náhuatl "Nopalli", con el que se designa a varias especies (**Bravo y Moringo 1991**).

Al retirarse de España, los moros llevaron esta especie al norte de África, llamándola "Higo de los cristianos". Actualmente en Marruecos es frecuente la forma espinosa y escasa la forma inerme; su nombre es "Tapia", ilustrativo de su utilidad como cerco. Su amplia difusión en la cuenca del Mediterráneo puede apreciarse por el término "Sabra", que en Israel designa tanto al poblador nativo como a esta especie, como también por la ilustración de esta especie en sellos postales de varios países que rodean el mar Mediterráneo (Álvarez 2007).

En el Nor-este del Brasil su mayor utilidad es como forraje, suministrado durante todo el año, lo que se expresa claramente por su nombre local "palma forrageira". Su introducción en ese país no está registrada con exactitud (**Domínguez 1963**).

2.5 Variedades Cultivadas

O. ficus-indica puede diferenciarse de todos los otros miembros del género por presentar la combinación de las siguientes características: cladodios (paletas) usualmente elípticos, de gran tamaño, carentes total o casi totalmente de espinas; con frutos grandes, dulces y carnosos, y por encontrarse exclusivamente en ambientes modificados.

Las variedades se diferencian principalmente en cuatro grupos por el color de la cáscara y la pulpa del fruto: cáscara verde e amarilla y pulpa blanca, cáscara amarilla anaranjada y pulpa naranja; cáscara verde e roja y pulpa roja; cáscara morada y pulpa morada (**Álvarez 2007**).

Los nombres comunes de las variedades más populares varían según el país. Así, en México se conocen las variedades "Reina", "Rojo pelona", "esmeralda"; mientras que en Italia las mismas variedades reciben los nombres de "Giallia", "Rosso" y "Bianca" y en España las llaman "Verdales", "Morados", "Sanguinos" y "Blancos" (**Álvarez 2007**).

En el mercado internacional las variedades más apetecidas son las de color (distinto al típico color verde), sobre todo las rojas, amarillas, rosadas y púrpuras, atribuyéndose al color atractivo de la fruta y a su bajo contenido de azúcares. Dos variedades muy demandadas son "Rosso" y "Giallia" (**Álvarez 2007**).

En Chile se cultiva un ecotipo de fruto color verde-amarillento que no corresponde a una variedad propiamente tal, sino a una variedad propiamente tal, sino a una selección local que varía de localidad a localidad (**Álvarez 2007**).

2.6 Conducción del cultivo.

2.6.1 Propagación

La tuna se propaga de forma sexual y vegetativa, siendo esta última práctica la más utilizada debido a que es más sencilla y se logra mantener las características genéticas de la planta madre, mientras que la propagación por semillas botánicas se utiliza con fines de mejoramiento genético. Los huertos comerciales son la fuente de material vegetativo, aunque existe el riesgo de propagar enfermedades y no hay certificación genética (Buxbaum 1950).

La propagación vegetativa de la tuna se puede realizar usando paletas individuales, brazos de dos o más paletas, fracciones de paletas o areolas para la micro propagación. Desde el punto de vista botánico, las areolas son tejidos meristemáticos capaces de producir nuevos brotes, flores o raíces; por lo tanto, paletas, flores y frutos en desarrollo son capaces de originar una nueva planta, ya que todos estos órganos poseen areolas; aunque las paletas se usan para la propagación vegetativa **(Buxbaum 1950)**.

En el caso de usar paletas individuales, brazos o fracciones de paletas, se deben seleccionar aquellas de 1-3 años, sanos, libres de daño por insectos y sin deformaciones. Las plantas madres, además de ser de la variedad deseada, deben haber tenido altas producciones de forma sostenida, colectando paletas de las plantas seleccionadas y no de los restos de poda **(Mondragón y Pimienta 1995)**.

Es mejor seleccionar paletas de tamaño mediano a grande, las que producirán brotes vigorosos. Pueden obtenerse después de la cosecha, pero antes de que produzcan los brotes de la siguiente temporada. El trabajo de obtención de material de propagación debe ser cuidadoso, realizando el corte con un cuchillo bien afilado en el punto de unión, tratando que la herida sea del menor diámetro posible lo que disminuye el riesgo de ataque enfermedades y acelera la cicatrización. Además, las zonas de corte deben ser infectadas. Luego, se colocan en un lugar sombreado por 2 semanas para que cicatrice el corte, lo que ayuda a evitar pudriciones. Debe evitarse la exposición directa al sol, porque puede provocar quemaduras y deformación, y si estas empiezan a doblarse será necesario voltearlo **(Mondragón y Pimienta 1995, legaspi 2006)**

2.6.2 Micropropagación (*in vitro*)

Consiste en obtener plantas a través de: embriones vegetativos, formación de brotes de raíz sin penetrar al suelo y pequeños brotes de las paletas **(Legaspi 2006)**.

Este método permite obtener plantas rejuvenecidas, vigorosas y productivas, además de producir un gran número de plantas a partir de escaso material. Sin embargo, el costo del proceso es elevado y las plantas son muy sensibles a la

sequía. No se recomienda realizar más de cuatro repiques, ya que el período de juvenilidad de las plantas aumentará mucho (Sudzuki 1993).

Las plantas obtenidas por micro propagación generalmente vienen enraizadas y requieren un suelo mejor preparado para su establecimiento en terreno, especialmente respecto a la humedad. Por ello, la fecha de plantación depende de las condiciones agroclimáticas a fin de que la planta tenga un buen enraizamiento y brotación (Sudzuki 1993).

Cuando se usan plantas enraizadas la fecha de plantación puede ser más flexible, siendo las bajas temperaturas y las heladas los factores limitantes (Sudzuki 1993).

La plantación se realiza enterrando la mitad o dos tercios de las paletas, con el corte basal hacia abajo y apisonando bien el suelo a su alrededor. Si las paletas se plantan superficialmente pueden verse afectadas por el viento y su sistema radicular será también muy superficial; mientras que si se entierra más del 70% de la paleta no hay buena brotación, ni desarrollo de raíces porque la superficie fotosintéticamente activa será muy reducida (**Sudzuki 1993**).

2.6.3 Plantación

Las paletas individuales se usan cuando existe suficiente material, el huerto proveedor y receptor están cercanos entre sí y la superficie de plantación no es grande. Esto permite evitar altos costos en transporte y mano de obra para la plantación.

En Chile, se solía plantar la tuna en un sistema conocido como "casillero" en el que se plantan cuatro paletas por posición, en las esquinas de "casilleros" de 1 x 1m separados a 4 x 4m entre sí. Este sistema da origen a plantas grandes, difíciles de cosechar, con un gran espacio interior sombrío en el que no se produce fruta y al que los productos fitosanitarios acceden con dificultad. Además, las plantas suelen tener cantidad de paletas en contacto con el suelo que sirven de apoyo, pero favorecen el ataque de plagas y enfermedades. Para evitar estos problemas se recomienda plantar las tunas sobre camellones de 80 cm de ancho, en marcos de plantación de 2-3 metros sobre hilera por 4-5 metros entre hileras.

También pueden colocarse usando un sistema de borde a 1,5-2 metros sobre hilera y 5-7 metros entre hileras. Es recomendable orientar las hileras en dirección Norte-Sur para aprovechar mejor la luz, y la distancia entre hileras debe considerar evitar el sombreado entre plantas y permitir el paso de la maquinaria (Sudzuki 1993, Inglesse 1999).

En Chile la época adecuada para plantar es en Septiembre, cuando la temperatura comienza a subir y las lluvias han disminuido. Plantar antes de esta fecha es un riesgo, principalmente por las lluvias, lo que puede provocar la pudrición y muerte de las plantas; mientras que si se planta a fines de verano el crecimiento de las raíces y el desarrollo aéreo de la planta será menor por efecto de la temperatura. Cuando se usan plantas enraizadas la fecha de plantación puede ser más flexible, siendo las bajas temperaturas y las heladas los factores limitantes (Sudzuki 1993).

2.6.4 Riego

La tuna es un frutal que requiere poca agua y muy resistente a los fenómenos de sequía, pero para producir fruta de calidad es necesario el aporte del riego. El desarrollo del fruto es de tipo doble sigmoideo, por lo que podría pensarse en descuidar el riego durante el endurecimiento de la semilla, pero este período es muy breve y la floración es escalonada, por lo tanto es fundamental el riego desde floración hasta la maduración de los frutos. Si bien la tuna se cultiva en lugares con diferentes niveles de precipitaciones, se señala que el ideal son zonas con 400-750 mm anuales, por lo que el aporte hídrico durante el año debería ser cercano a esos valores (**Aguilar 2005**).

2.6.5 Poda

La poda es una práctica clave en el manejo de la tuna, ya que permite dar forma a las plantas, evitar el añerismo, mejorar la calidad de los frutos y facilitar labores tales como la cosecha y el control fitosanitario del cultivo (Aguilar 2005).

La poda de formación implica la eliminación de paletas que estén muy juntas o tiendan a cruzarse, las paletas ubicadas horizontalmente o las que se encuentran en sentido perpendicular a la hilera, dejando idealmente 2 paletas por paleta madre. En México se recomienda que la altura de la planta no exceda

de 1.80 metros de modo de facilitar la cosecha. Una vez iniciada la producción de fruta, deberá combinarse tanto la poda de formación como la poda de producción. También se aconseja realizar una poda de sanidad, eliminando los cladodios que presenten daños o deformaciones causadas por insectos, microorganismos o animales, y se realiza cuando los brotes alcanzan 15 cm de longitud (Aguilar 2005).

La poda de producción tiene por objetivo lograr exponer el mayor número posible de cladodios a la luz, dejando no más de 2 brotes por paleta. Se debe eliminar una cantidad determinada de cladodios viejos o que produjeron fruta la temporada anterior para estimular la brotación de nuevos brotes, ya que más del 90 de los frutos aparecen en paletas del año. Esta labor se debe realizar en primavera, de modo de evitar las lluvias y las bajas temperaturas (Aguilar 2005).

2.6.6 Nutrición mineral

Actualmente existe poca información respecto a la fertilización de la tuna. En México recomiendan aplicar 8 kg de guano de vacuno por planta cada 3 años, aplicando también 29-43 uN/ha cada año en forma de urea para plantaciones con una densidad de 625 plantas/ha. En Chile, para plantaciones jóvenes se recomendaba aplicar 10 kg de guano, 250 g de sulfato de amonio y 200 g de superfosfato triple por planta, y al tercer' año agregar 100 g de sulfato de potasio. Para plantaciones adultas se recomendaba 15 kg de guano, 350 g de nitrógeno, 300 g de superfosfato triple y 200 g de sulfato de potasio por planta, parcializando en 3 oportunidades en abril, junio y agosto (Aguilar 2005).

2.6.7 Polinización

La Tuna es una especie auto compatible, por lo que la polinización puede no ser un problema para su cultivo. Además, están dentro de las plantas con mayor promiscuidad interespecífica, siendo las abejas las principales visitantes de sus flores (Aguilar 2005).

2.6.8 Raleo

Es usual encontrar paletas con hasta 30 flores. Sin embargo, si todos esos frutos llegan a término, el calibre de estos sería muy pequeño, por lo que se

recomienda ralear 2 semanas antes o después de la cuaja dejando 9-12 frutos por paleta (Aguilar 2005).

2.6.9 Anillado

El anillado parcial consiste en hacer una incisión a lo ancho de la paleta, sólo en una de sus caras, pero lo suficientemente profunda para cortar los haces vasculares, La fecha en que se realiza el anillado parcial influye directamente en los resultados obtenidos y en la época de cosecha. Debido a que en Chile la producción de invierno se da de manera natural, el anillado pasa a ser una alternativa para mejorar rendimiento y la calidad de los frutos **(Aguilar 2005)**.

El anillado es una alternativa interesante para la obtención de fruta y brotes tiernos en épocas fuera de temporada de producción para optar a mejores precios. Estudios realizados en México muestran que la práctica de anillado parcial aumenta el número de yemas reproductivas y reduce el número de yemas vegetativas, adelanta en aproximadamente 51 días la brotación y cosecha, duplica el rendimiento de frutos, triplica la producción de frutos de primera clase, disminuye la formación de brotes tiernos e induce una caída significativa de la tasa transpiratoria (Aguilar 2005).

2.7 Cosecha

Los frutos de tuna son no climatéricos, por lo que se deben cosechar con madurez de consumo. Existen diferentes parámetros para definir el momento de cosecha: tamaño y llenado del fruto; color de la cáscara; firmeza del fruto; profundidad de la cavidad floral o receptáculo; *sólidos solubles totales* (55T) y caída de los gloquídios, aunque no se ha definido un índice de cosecha único, por lo que se recomienda evaluar cada caso particular (Cantwell 1999, Inglese 1999).

La cosecha de la tuna se inicia una vez que la fruta cumple con el tamaño acorde a la variedad y los 55T sean mayores a 12 °Brix, además de contar con un número suficiente de fruta que justifique el inicio de la labor. En Chile la cosecha de verano se inicia entre diciembre y enero y termina en marzo **(Inglese 1999)**.

El desprendimiento de los frutos debe realizarse tomándolos con la palma de la mano y con todos los dedos (usando guantes), presionando suavemente contra la paleta y girando el fruto antes de desprenderlo. También se puede cosechar usando cuchillos bien afilados, teniendo la precaución de cortar en la inserción del fruto con la paleta o cortando una delgada lámina de la paleta. Los frutos mal cosechados generalmente presentan heridas que favorecen el ataque de hongos y la deshidratación (Inglese 1999). Para iniciar la cosecha es conveniente que la temperatura sea lo más baja posible, para evitar el vuelo de las espinas y para que los frutos tengan una menor temperatura, lo que reduce la deshidratación, por lo que esta labor se realiza durante las mañanas.

Posteriormente deben eliminarse las espinas en forma manual usando cepillos para evitar que se produzcan daños en los frutos y mejorar la apariencia del producto. También se puede aplicar ceras para evitar daños, deshidratación y mejorar la presentación de los frutos **(Inglese 1999)**.

2.7.1 Manejo de post-cosecha

La tuna es una fruta altamente perecedera. Sin ningún tipo de acondicionamiento el tiempo de vida no supera los 5 días y son susceptibles a ataques de *Penicillium* spp. y *Alternaria* spp. Para mantener por más tiempo las cualidades que determinan la calidad de la fruta, es necesario el almacenamiento refrigerado. Se recomienda conservar la fruta a 6 °C y 90-95% de H.R., lo que permite conservar las tunas por hasta 4 semanas. Aplicar un baño en agua a 55 °C durante 5 minutos antes del encerado disminuye los daños por hongos. A 20 °C presenta una baja producción de etileno (0,2 nl/g/h), una baja tasa respiratoria (20 µl CO₂/g/h) y no es sensible al etileno **(Cantwell 1999)**.

La literatura internacional señala que la tuna es sensible al daño por frío, cuya sintomatología típica son manchas superficiales de color pardo rojizo, lo que en Chile se suelen atribuir más al daño por espinas que al frío. Además, en estudio realizado en nuestro país señala que la fruta puede almacenarse en frío, por un período máximo de dos meses, a temperatura de 0 °C y 85-90 de H.R. **(Berger et al. 1978)**.

2.8 Plagas y enfermedades.

La cochinilla (*Dactylopius coccus*.) es un insecto huésped de la tuna que produce el ácido carmínico, colorante natural usado en la industria de alimentos, farmacéutica y cosmética.

Sin embargo, si se quiere producir fruta, la cochinilla incide negativamente. Por esta razón no se recomienda tener plantaciones mixtas, ya que el beneficio de una será en perjuicio de la otra. Durante el invierno esta plaga tiene poca actividad, cuando las temperaturas aumentan comienza su actividad y la reproducción se hace notable, caracterizándose por su aspecto de pequeñas "motitas de algodón" que al ser aplastadas muestran una coloración rojo intenso en su interior. Ataca por igual paletas y frutos, y si el ataque a la planta es severo puede provocar la caída del fruto **(Aguilar 2005)**.

El *Thrips* también ha sido descrito afectando tunales. Ataca las paletas nuevas, provocando cicatrices y deformaciones de los cladodios. Este problema es más sensible cuando ataca plantaciones jóvenes, ya que estará afectando las paletas que formarán la estructura de la futura planta **(Aguilar 2005)**.

Se señala que las tunas son afectadas por bacterias entre las cuales se pueden mencionar: *Pseudomonas sp.*, *Agrobacterium sp.*, *Erwinia sp.* y *Xanthomonas sp.* Las bacterias del género *Pseudomonas* producen pudriciones en las paletas. La "pudrición apical" es una enfermedad ocasionada por bacterias del género *Erwinia*, que producen la muerte total de las paletas, iniciándose en el ápice y descendiendo progresivamente hasta su inserción en el tallo **(Aguilar 2005)**.

Dentro del grupo de hongos que afectan al cultivo de la tuna se pueden mencionar: *Phytophthora sp.*, *Armillaria sp.* y *Alternaria sp.* *Phytophthora sp.* , que causan una enfermedad conocida como "pudrición húmeda". Ataca a la tuna cuando existen heridas, aunque los daños no son mayores **(Aguilar 2005)**.

2.9 Producción.

Actualmente la tuna se produce en 32 países, siendo en la mayoría de ellos un producto secundario de la producción de forraje o de su uso en la conservación de suelos, o corresponden a plantaciones en superficies pequeñas, por lo que los frutos son consumidos localmente y no participan en el mercado mundial de

exportación. Entre los países productores destacan México, Túnez, Argentina, Italia, Sudáfrica, Chile, Israel y EE.UU. (**Álvarez 2007**).

2.9.1 Producción en Cajamarca.

Las zonas del departamento de Cajamarca, donde prospera mejor el cultivo de tuna son: el distrito de Cajamarca; a una altitud de 2536 msnm., con 78°30' de longitud, 7°10' de latitud, con una temperatura promedio anual de 13.9°C, una humedad relativa promedio anual de 74, una precipitación promedio anual de 640 mm; y el distrito de Jesús, a una altitud de 2600msnm., con 78°21' de longitud, 7°15' de latitud, con una temperatura promedio anual de 16°C, una humedad relativa promedio anual de 63,% una precipitación promedio anual de 409.3mm. En ambos distritos presentan un clima templado (**Machuca 1984**)

2.10 Fisiología

2.10.1 Intercambio Diario De Gases

La tuna absorbe CO₂ principalmente en la noche. Bajo condiciones de humedad y temperatura moderada, la entrada neta de CO₂ es positiva en la tarde, cuando decrece substancial mente la temperatura del día, y alcanza su valor máximo pocas horas después del crepúsculo. Generalmente, un pico pequeño de entrada de CO₂ ocurre al amanecer, cuando la disponibilidad de luz permite la incorporación de CO₂ hacia carbohidratos usando el mecanismo C₃ de fotosíntesis durante la parte más fresca del día. El patrón diario de pérdida de vapor de agua vía transpiración es similar al patrón de entrada neta de CO₂, reflejando el requerimiento de una apreciable apertura estomatocil para obtener un intercambio substancial de cualquiera de los gases con el ambiente (**Nobel 1995**).

El CO₂ obtenido por la planta en la noche es incorporado a un compuesto de 3 carbonos, para formar ácido málico, una molécula orgánica de cuatro carbonos. Los ácidos orgánicos acumulados son almacenados durante la noche en grandes vacuolas dentro de las células del clorenquima (la región verdosa que contiene la clorofila), de modo que el tejido se torna progresivamente más ácido durante el curso de la noche. El CO₂ es liberado de los ácidos orgánicos durante el siguiente ciclo diurno causando una reducción de la acidez.

Esta liberación de CO₂ que es prevenida en la tuna por el cierre de estomas durante el día, es incorporada hacia productos de fotosíntesis en las células del clorénquima en presencia de luz. La oscilación diaria de la acidez, característica de las plantas CAM como es el caso de la tuna, requiere de vacuolas grandes para la captura y el almacenamiento breve de ácidos orgánicos **(Nobel 1995)**.

2.10.2 Eficiencia del uso del Agua

Un índice útil del beneficio/costo del intercambio gaseoso de las plantas es la tasa de CO₂ fijado por la fotosíntesis en relación al agua perdida por transpiración, el cual es conocido como eficiencia de uso del agua (EUA). Para los datos de intercambio gaseoso presentados en la Figura 1, la absorción neta de CO₂ integrada sobre un período de 24 horas es de 1,14 mol/m²/día y la pérdida de agua es de 51.3 mol/m²/día. De ésta manera la EUA es de 0,022 mol de CO₂ fijados por mol de agua perdida. Otras adaptaciones que ayudan a la conservación del agua en la planta Es su cutícula cerosa sobre sus tallos que es relativamente gruesa, generalmente de 5 a 30 µm. Adicionalmente la densidad estomatal es usualmente baja, generalmente 20 a 30 estomas por milímetro cuadrado. Además, los tallos contienen un gran volumen de parénquima esponjoso de color blanquecino que almacena agua, el cual actúa como reserva para el clorénquima, donde la fijación inicial de CO₂ durante la noche vía el mecanismo CAM mientras que la fotosíntesis tiene lugar durante el día. Como otra adaptación, las raíces tienden a ser superficiales, a una profundidad media de 15 cm, facilitando una respuesta rápida a las lluvias ligeras. De hecho, las raíces componen solamente un 12 por ciento del total de su biomasa **(Nobel 1995)**.

2.10.3 Relaciones De Temperatura

La temperatura no solamente afecta los procesos metabólicos y la absorción neta de CO₂; sino que las temperaturas extremas pueden inducir daños y aun la muerte de la planta. En este aspecto la tuna en Caja marca el daño celular en el campo ocurre a temperaturas de congelación de 5 a 10 °C. El daño varía con el cultivar, con la rapidez con la que se establece la congelación, de aquí que el tiempo para aclimatarse a la baja temperatura o "endurecimiento" y con el contenido de agua en el tallo, debido a que un bajo contenido de agua conduce a una mejor tolerancia a temperaturas bajas de aire y el tallo **(Nobel 1995)**.

2.10.4 Relaciones de luz

Otro parámetro ambiental que afecta la entrada neta de CO₂ es luz, la luz incidente sobre los tallos individuales puede ser manipulada fácilmente mediante el espacio entre plantas, aunque las ventajas ocurren entre maximizar CO₂ neto por planta contra CO₂ neto por unidad de área. Los tallos son opacos; así mismo, la luz que es relevante se absorbe por los pigmentos fotosintéticos, principalmente la clorofila, la cual es referida como el flujo fotosintético de fotones (FFF; 400-700 nm); también conocida como la densidad de flujo fotosintético de fotones y radiación fotosintéticamente activa (RFA) **(Nobel 1995)**.

2.10.5 Relaciones Nutrimientales

La absorción neta de CO₂ y la productividad de la tuna son influenciadas por los micronutrientes del suelo, así como la salinidad y la textura del suelo. Por ejemplo, el crecimiento en un suelo areno-limoso es aproximadamente el 25 por ciento del máximo a un contenido de nitrógeno de 0,03 por ciento de la materia seca, 50 por ciento del máximo a 0,07 por ciento, 75 por ciento del máximo a 0,15 por ciento de N, y se aproxima al máximo cerca del 0,3 por ciento N; debido a que el contenido de N en los suelos arenosos nativos de las regiones áridas y semiáridas se encuentra generalmente por debajo del 0,07 por ciento, la fertilización nitrogenada usualmente incrementa el crecimiento **(Nobel 1995)**.

Aunque el N es el elemento esencial más limitante, el crecimiento es estimulado por la fertilización fosfórica y potásica. Un contenido de únicamente 5 ppm de fósforo conduce a la obtención de la mitad del crecimiento máximo. En realidad, las paletas encontradas en suelos nativos pobres contienen aproximadamente 1 por ciento de N en base seca, el cual está por debajo de las necesidades nutricionales de N del ganado, pero en cuando se cultivan en suelos agrícolas fertilizados regularmente el contenido puede alcanzar el 2 por ciento **(Nobel 1995)**.

Figura 1. Absorción neta de CO (A) y transpiración (N) de *Opuntia ficus-indica* sobre un período de 24 horas en condiciones de suelo húmedo temperaturas moderadas y alta luminosidad (Nobel1995, 1998)

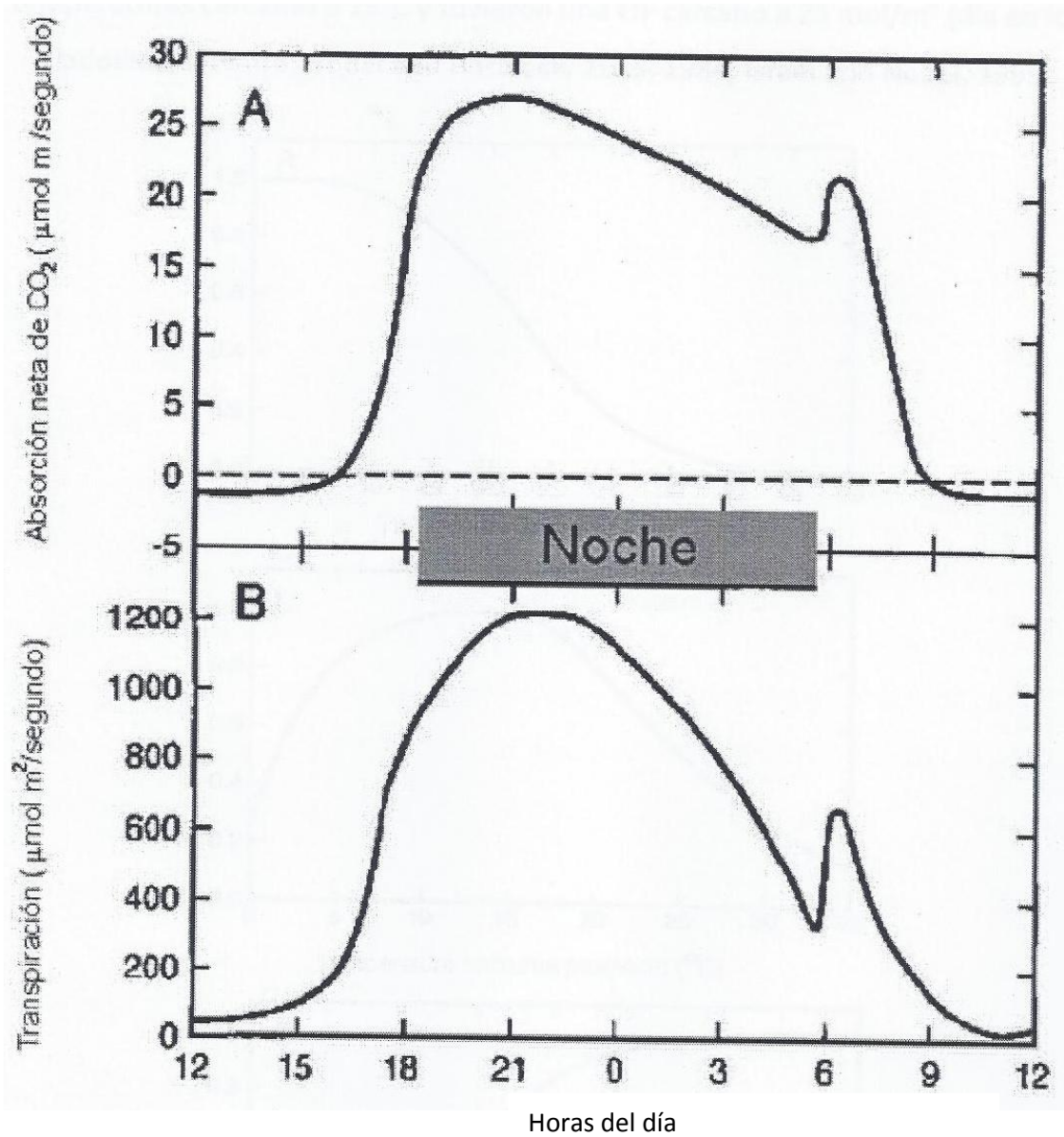
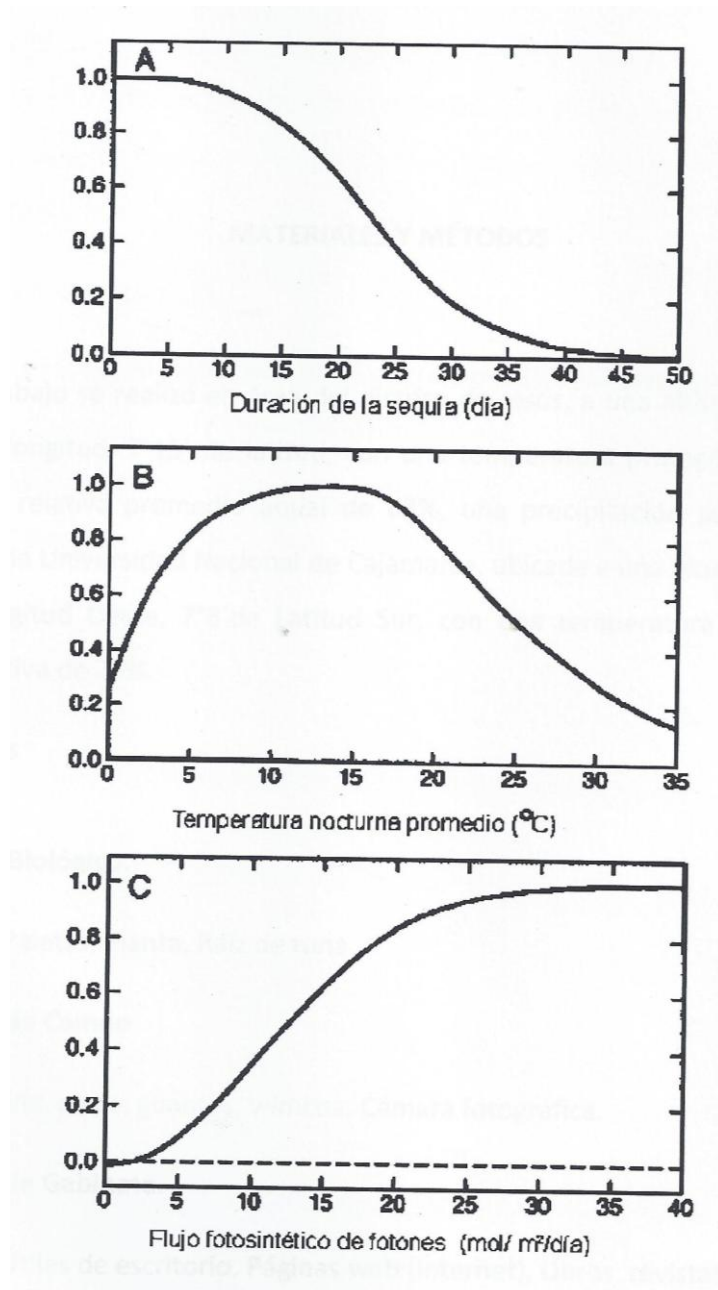


Figura 2. Influencia de la duración de la sequía (A) temperatura nocturna (B) y luz (C) sobre la absorción neta de CO₂ en un periodo de 24 horas para *O. ficus-indica* Excepto cuando se indica, las plantas están bien regadas, mantenidas durante la noche a temperaturas cercanas a 15°C y tuvieron una FIF cercano a 25 mol/m² (día en los cladodios) (Fuente: Nobel and Hartsock, 1983, 1984; Israel and Nobel, 1995)



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El presente trabajo se realizó en área del distrito de Jesús, a una altitud de 2600msnm., con 78°21' de longitud, 16°C de latitud, con una temperatura promedio anual de 16°C, una humedad relativa promedio anual de 63%, una precipitación promedio anual de 409.3 mm y en la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada a una altura de 2536 msnm, 78°30' de Longitud Oeste, 7°8' de Latitud Sur, con una temperatura de 16.4°C y una Humedad Relativa de 75%.

3.2 Materiales

3.2.1 Material Biológico.

Flores, Frutos. Paletas, Planta, Raíz de tuna.

3.2.2 Material de Campo

Pala. Pico, cuchilla, pinza, guantes, wimcha. Cámara fotográfica.

3.2.3 Material de Gabinete.

Computadora, Útiles de escritorio, Páginas web (internet), Libros, revistas y Apuntes.

3.3 Metodología

En el presente trabajo se realizó una descripción de la morfología de la tuna, así como, una exploración de la fisiología de la misma.

3.3.1 Trabajo en campo.

En esta fase tuvimos que trasladarnos al distrito de Jesús ya través de herramientas como cuchillos, pinzas, se cortó las paletas con la cuchilla y luego se sustrajo la muestra con la pinza. Se pudo obtener el material biológico (raíz, paletas, frutos). Así como imágenes de diversas plantas de tuna.

3.3.2. Trabajo en Gabinete.

En esta fase fue necesario la concentración de toda información recolecta en la fase de campo, para luego hacer una sistematización de todo lo obtenido. La información se realizó tomando en cuenta la descripción y exploración de las muestras resultantes de la examinación. Posteriormente se llevó a cabo la interpretación de la información obtenida.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Morfología

4.1.1. Raíz.

El sistema radical es muy extenso y superficial, alcanzando una profundidad promedio de 70cm, pero se extiende horizontalmente por varios metros. Es un sistema densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales.



Fig 3. Raíz ramificada de la planta.

4.1.2. Tallo

El tallo y las ramas están constituidos por paletas con apariencia de cojines ovoides y aplanados, unidos unos a otros, pudiendo en conjunto alcanzar hasta 5 m de altura y 4 m de diámetro. En el Perú las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 m de altura. El tallo, a diferencia de otras especies de cactáceas, está conformado por tronco y ramas planadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos.

La cutícula esta interrumpida por la presencia de esto más, los que permanecen cerrados durante el día para evitar la deshidratación. Los tallos se lignifican con el tiempo y pueden llegar a transformarse en verdaderos tallos leñosos, agrietados, de color ocre blanzuzco a grisáceo.



Fig 4. Muestra de tallo (paleta).

4.1.3. Hojas.

Son pequeñas de menos de 10 mm, cilíndricas, y caducas, en forma de cuernitos; herbáceas, en cuyas axilas se hallan las areolas de las cuales brotan las espinas. Las hojas desaparecen completamente al alcanzar la penca cierto grado de desarrollo, o sea en unos cuantos días, en cuyo lugar quedan las espinas.



Fig 5. Hojas en tallo.

4.1.4. Flores.

Son hermafroditas, solitarias y sésiles. Presentan una longitud de 6 a 7 cm y se desarrollan preferentemente en la parte apical del margen superior de las paletas. Presentan ovario ínfero y numerosos estambres (más cortos que los pétalos y el pistilo). Sus pétalos son de colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa, blancas, entre otros colores, mientras que los sépalos son de color amarillo claro a rojizo o blanco. Son de antesis diurna y puede haber hasta 25 flores por paleta. Las flores abren a los 35-45 días desde su brotación y aparecen después de seis meses. Los principales visitantes de sus flores, son especialmente Himenópteros (*Apis mellifera*) que son los responsables en la polinización.



Fig 6. Floración de tuna.

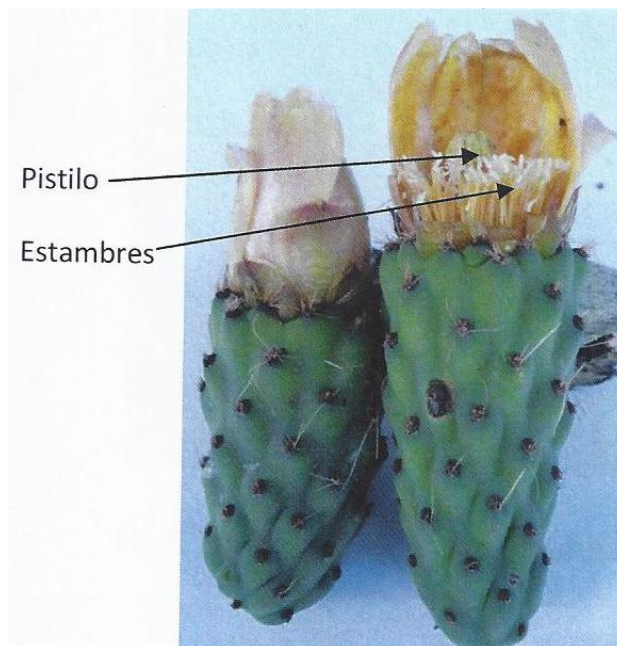


Fig 7. Órganos reproductores

4.1.5. Fruto.

Es una falsa baya con ovario ínfero, uniloculado y carnoso, en que la cáscara corresponde a la envoltura del ovario y la pulpa corresponde al lóculo desarrollado. La forma y tamaño de los frutos encontrados son variables (los hay ovoides, redondos, elípticos y oblongos, con los extremos aplanados, cóncavos o convexos) aunque en promedio presentan 7-9 cm de largo, 5-6 cm de diámetro y 8-14 g de peso. se encontró frutos de color: cáscaras de colores verdes, amarillos, purpura, rojos, anaranjados, y con pulpas, de los mismos colores; correspondiente a las variedades: blanca, amarilla, morada y colorada. La epidermis de los frutos es similar a la de las paletas, con areolas y espinas abundantes. La cáscara de los frutos varía en grosor, siendo también variable la cantidad de pulpa entre las variedades. La pulpa presenta semillas de 4-4.5 mm de longitud. Los frutos presentan semillas abortivas, lo que aumenta la proporción de pulpa comestible.



Fig 8. Racimo de frutos.

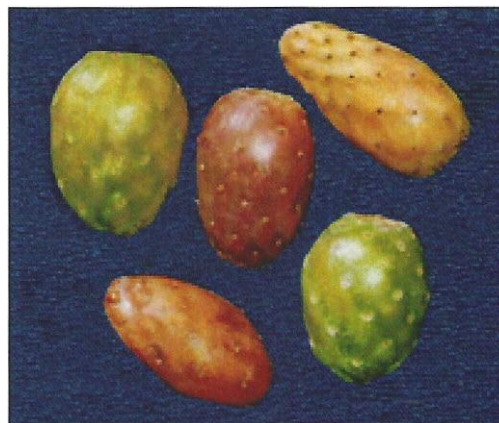


Fig 9. Frutos de ecotipos cajamarquinos.



Fig 10. Corte longitudinal del fruto.

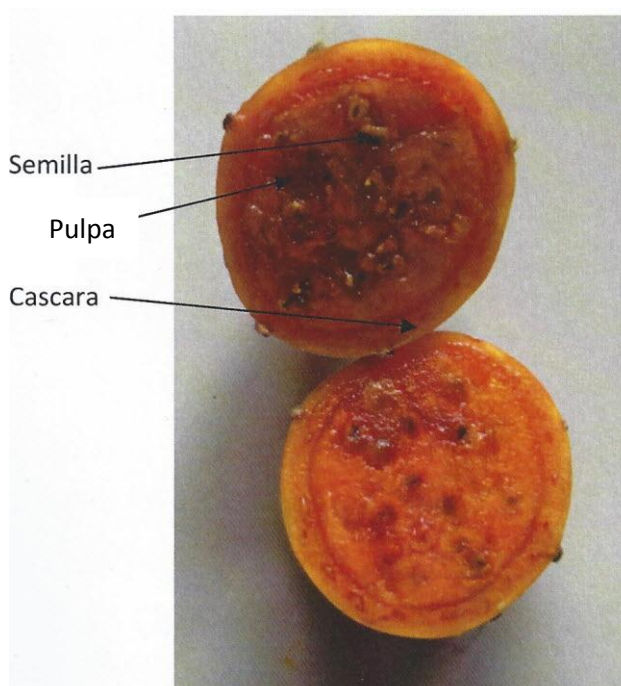


Fig 11. Corte transversal del fruto.

4.2 Fisiología.

4.2.1. Requerimientos (clima, suelo)

La tuna se desarrolla en Caja marca con temperaturas medias anuales entre 13-20° C. en zonas que se producen Heladas de -10 °C afectan al cultivo, sobre todo es plantaciones jóvenes. Con precipitaciones anuales desde 400-800. Se adapta bien en suelos arenosos, calcáreos, con al menos 30cm de profundidad, bien drenados, pH 6,5-8,5 Y pedregoso.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

1. Dentro de la morfología la tuna presenta un sistema radical muy extenso y superficial, alcanzando una profundidad cercana a los 80 cm, tallos modificados denominados cladodios (conocidos vulgarmente como "paletas" o "pencas"). Hojas pequeñas de menos de 10 mm, cilíndricas, y caducas, en forma de cuernitos; herbáceas, en cuyas axilas se hallan las areolas de las cuales brotan las espinas. Las flores presentan una longitud de 6 a 7 cm y se desarrollan preferentemente en la parte apical del margen superior de las paletas. Presentan ovario ínfero y numerosos estambres (más cortos que los pétalos y el pistilo). los frutos encontrados son variables (los hay ovoides, redondos, elípticos y oblongos, con los extremos aplanados, cóncavos o convexos) aunque en promedio presentan 7-9 cm de largo, 5-6 cm de diámetro y 8-14 g de peso
2. Dentro de sí fisiología la absorción diaria neta de CO₂, el contenido de agua del suelo, la temperatura del aire y el flujo fotosintético de fotones pueden ser medidas, permitiendo predicciones de su productividad e biomasa en varias regiones. Aunque es posible obtener una productividad extremadamente alta (50 t/ha/año), la productividad predicha de 5 a 6 t/ha/año bajo condiciones de humedad limitante, todavía supera la

productividad de especies C3 y C4 usadas como forraje. Específicamente, puede presentar una EUA que es 3 a 5 veces más alta que las especies C3 y C4. Adicionalmente, la baja densidad estomatal y la cutícula gruesa reduce la pérdida de agua, mientras que sus tallos fotosintéticos masivos actúan como reserva de agua, extendiendo el período de absorción de CO₂ durante la sequía. Es sensible a temperaturas de congelación pero extremadamente tolerante a altas temperaturas; su tasa de absorción neta de CO₂ y el crecimiento son generalmente mejorados por la fertilización nitrogenada y el incremento del nivel de CO₂ atmosférico.

3. Basados en el conjunto de características eco fisiológicas, tiene posibilidades de utilización como cultivo forrajero, consumo de frutos entre otros beneficios que brinda esta planta.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, G. 2005. Producción forzada de nopal (*Opuntia ficus-indica*, cv.) Tlaconopal mediante anillado parcial. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28 (3): 295-298.

ÁLVAREZ, B. 2007. Análisis de Factibilidad del cultivo de la Tuna en la Localidad de Icaño, Departamento La Paz. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Ministerio de Producción y Desarrollo. Gobierno de la Provincia de Cata marca. Argentina.

BARBERA, G., P. Inglese y T. La Mantia. 1994. Seed content and fruit characteristic in cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mili.). *Scientia Horticulturae*, 58 (1-2): 161-165.

BERGER, H., X. Ortuzar C. Auda, A. Lizana y A. Reszczynski. 1978. Conservación de tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) en almacenaje refrigerado. *Inv. Agric.* 1(4):21-24.

CANTWELL, M. 1999. Manejo postcosecha de tunas y nopalitos. pp. 126-143. In: G. Barbera, P. Inglese y E. Pimienta, eds. *Agroecología, cultivo y usos del nopal*. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, 132. Roma.

CEREZAL, P. y G. Duarte. 2005. Algunas características de tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) cosechadas en el altiplano andino de la 2da Región de Chile

FLORES, e, J. de Luna y P. Ramírez. 1995. El mercado mundial de la tuna. Informe final. Programa Nopal del CIESTAAM de la Universidad de Chapingo, México. Autónoma Chapingo.

LEGASPI, A. 2006. Manual de producción y comercialización de tuna. Secretaría de Desarrollo Agropecuario SEDAGRO, México.

MONDRAGÓN-Jacobo, e y Pimienta-Barrios E. 1995. Propagation. pp. 64-70. In: Agro-ecology cultivation and uses of cactus pear. FAO Plant Production and Protection Paper 132, Rome.

MONDRAGÓN-Jacobo, e, S. Méndez-Gallegos y G. Olmos-Oropeza. 2001. In: Cactus (*Opuntia* spp.) as forage. FAO Plant Production and Protection Paper 169. Roma

NOBEL, P. 1999. Ecofisiología de *Opuntia ficus-indica*. In: El nopal (*Opuntia* spp.) como forraje. Estudio FAO producción y protección vegetal 169, México.

OCHOA, J. 2003. Principales características de las distintas variedades de tuna (*Opuntia* spp.) de la República Argentina In: Inglese, P. y Nefzaoui, A. eds. Cactusnet Newsletter.

FAO International Technical Cooperation Network on Cactus pear. Número especial. Roma.

PIMIENTA, E. 1990. El nopal tunero. Universidad de Guadalajara, México.

REYES-AGÜERO, J., R. Aguirre-Rivera y H. Hernández. 2005. Notas sistemáticas y una descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). *Agrociencia* 39: 395-408.

REYNOLDS, S.G., y E.A. Jiménez. 2003. El nopal (*Opuntia* spp.) como forraje. Estudio FAO producción y protección vegetal 169, México.

Ríos, J. y V. Quintana. 2004. Manejo general del cultivo del nopal. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, México.

ROSAS, P., Y E. Pimienta. 1986. Polinización y fase progámica en nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) tunero. *Fitotecnia* 8: 164-176.

SÁENZ, C, H. Berger, J.C. García, L. Galletti, V.G. de Cortázar, I. Higuera, C. Mondragón, A. Rodríguez-Félix, E. Sepúlveda, M.T. Varnero. 2006. Utilización agroindustrial de nopal. *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO* N° 162. Roma.

SCHEINVAR, L. L. 1999. Taxonomía de las *Opuntias* utilizadas. pp. 21-28. In: *Agroecología, cultivo y usos del nopal. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal* N° 132.

SUDZUKI, F. 1999. Anatomía y morfología. pp. 29-36. In: Barbera, G., Inglese, P. y E., eds. *Agroecología, cultivo y usos del nopal. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal*, 132. Roma