

LA CHUMBERA COMO CULTIVO DE ZONAS ARIDAS



JESUS FERNANDEZ GONZALEZ

Catedrático de Botánica Agrícola
Escuela T.S.I.A. Madrid

M. MILAGROSA SAIZ JARABO

Doctora Ingeniero Agrónomo
Facultad de Económicas y Empresariales. U.A.M.



LA CHUMBERA COMO CULTIVO DE ZONAS ARIDAS

La chumbera, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, tiene una especial adaptación para desarrollarse en las zonas cálidas, áridas y semiáridas de la mayor parte del mundo. En España se encuentra principalmente en Extremadura, en el Sudeste peninsular, Andalucía, Baleares y Canarias, ocupando el cultivo regular unas 6.000 hectáreas.

Esta especie ofrece la peculiaridad de estar adaptada a condiciones de sequía estival debido al tipo de metabolismo especial que posee y a sus estructuras anatómicas, siendo por este motivo capaz de producir una abundante cantidad de materia orgánica con una gran eficiencia en la utilización del agua. Así, por ejemplo, mientras que, por término medio, un cultivo de cereal consume del orden de 600 litros de agua para formar 1 kilo de materia orgánica, en la chumbera se forma la misma cantidad utilizando valores hasta diez veces inferiores de agua.

DESCRIPCION BOTANICA

Clasificación

Según el sistema de clasificación de Cronquist (1981), el encuadramiento sistemático de la chumbera sería el siguiente:

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida (=dicotiledónea).

Subclase: III Caryophyllades.

Familia: Cactaceae.

Subfamilia: Opuntioideae.

Género: *Opuntia*.

Especie: *O. ficus-indica* (L.) Miller.



Es una planta arbustiva suculenta, ramificada, con porte variable, desde rastroso hasta arborescente grande, que llega a alcanzar hasta 4 metros de altura. En terrenos apropiados puede llegar a vivir más de 50 años, aunque como planta cultivada su vida útil es de unos 20 años.

Los nombres más usados son: en *castellano*, chumbera, pala chumba, higuera de chumbos, nopal, nopalera, higuera de indias, higuera de pala y tuna; en *gallego*, figueirada-barbaria; en *catalán*, figuera de moro; en *vasco*, indiapico; en *francés*, figuier de barbarie; en *italiano*, fico d'India; en *inglés*, prickly pear; y en *alemán*, fachel-distel.

Anatomía

En el **sistema radicular** de la chumbera hay que distinguir dos tipos de raíces, según el origen de las mismas. Si la reproducción ha sido por semilla, el sistema radicular deriva de la radícula con raíces típicas pivotantes. Si la reproducción ha sido vegetativa, es de tipo fasciculado, superficial, pero con capacidad de penetración en el terreno hasta alcanzar 80 centímetros de profundidad y varios metros en sentido longitudinal. Presenta una gran adaptación a las condiciones del suelo y clima en que normalmente vive, apto para recoger el agua superficial de las lluvias puntuales y, a su vez, con capacidad de penetración para aprovechar las aguas más profundas. Carece de pelos absorbentes mientras el suelo está seco. En cambio, cuando existe agua disponible, se estimula el desarrollo de éstos y la velocidad de absorción de agua y nutrientes es sorprendentemente alta.

El **tallo** está bien ramificado y constituido por artejos aplanados y elípticos (cladodios), suculentos y de color verde glauco los dos primeros años, a partir de cuyo momento van adquiriendo paulatinamente consistencia leñosa, formando un tronco casi cilíndrico de color grisáceo. Estos artejos están provistos de cuello en los puntos de intersección y se les conoce vulgarmente como «palas» o «pencas».

Las palas son tallos fotosintéticos altamente modificados y adaptados para el aprovechamiento y transformación de la energía

luminosa en energía química mediante la fotosíntesis. La estructura histológica de la pala, según RETAMAL (1985), está formada por una serie de tejidos recubiertos por una cutícula de naturaleza lipídica que recubre toda la superficie, cuya continuidad se interrumpe a nivel de cada estoma a fin de poder realizar el intercambio gaseoso. Esta cutícula evita de forma muy efectiva la evaporación del agua, y consigue, incluso en pleno verano, que las palas permanezcan con un elevado índice de turgencia.

El contenido en agua de las palas puede llegar al 95 por ciento en condiciones de máxima turgencia, y en períodos de sequía puede mantenerse viva con humedades inferiores al 60 por ciento.

La materia orgánica de las palas contiene del 14 al 20 por ciento de cenizas, siendo los principales componentes orgánicos: la fibra (9-11% sobre piso seco), proteínas (3-6% sobre piso seco), grasa (1,5-2,5% sobre piso seco); el extracto libre de nitrógeno puede llegar a representar del 50 al 70 por ciento del peso seco. En la tabla siguiente se recoge la composición en elementos simples de las palas de chumbera.



Fig. 1.—Plantación joven de chumbera (3 años) en Almería.



COMPOSICION CENTESIMAL EN ELEMENTOS SIMPLES DE LAS CENIZAS DE PALAS DE CHUMBERA

Contenido	En 100 partes de cenizas	Contenido	En 100 partes de cenizas
Calcio	23,00	Sodio	1,12
Magnesio	14,62	Azufre	0,27
Potasio	5,71	Fósforo	0,26
Hierro	1,40	Silicio	0,014

Fuente: Nicola Portolano, 1963.

Las **hojas** están profundamente transformadas, y son únicamente visibles en la primera edad; tienen forma de ganchito cónico verde, engrosado en la base a modo de botella en miniatura, en cuyas axilas se hallan las «areolas» en las que se encuentran las espinas. Pasado un mes de su aparición, empiezan a amarillear y en pocos días se desprenden. Su disposición, casi regular, sobre la superficie del cladodio es una de las características de la especie *Opuntia ficus-indica*.

Las **flores** son hermafroditas; el cáliz es dialisépalo, con sépalos de color amarillo verdoso que protegen la corola dialipétala, constituida por numerosos pétalos de color amarillo pajizo, casi confundidos con los sépalos. Los estambres son también muy numerosos, con abundante polen de color amarillo y de textura harinosa. El ovario, ínfero, termina con un estilo alargado, dividido en varias ramas estigmáticas; es unilocular, con tantas placentas en su interior como ramas estigmáticas en el estilo, cada una de las cuales lleva numerosos óvulos. Las flores se desarrollan a partir de las areolas, preferentemente sobre los cantos o bordes del tercio superior del cladodio. El estigma es receptivo desde la apertura de la flor. La flor se abre gradualmente durante unas dos semanas, mientras que la apertura de anteras dura uno o dos días, y llega a tener un porcentaje de apertura del 100 por ciento.

La **polinización** puede ser autógena o halógena; en este caso el transporte del polen es por medio de insectos. Esporádicamente pueden aparecer flores sin fecundar que se mantienen en la planta hasta bien entrado el invierno, tomando una coloración rosa vinoso.

Una característica de esta especie es la posibilidad de que existan dos floraciones al año, una temprana durante los meses de

mayo y junio, si la temperatura es adecuada, y otra tardía a primeros de otoño.

El **fruto** es en forma de baya ovoidal, unilocular, polisperma y carnosa, umbilicada en el extremo superior, provista de un pericarpio coriáceo cubierto de numerosas y pequeñas espinas. La pulpa, una vez madura, es jugosa, mucilaginosa, azucarada y muy aromática.

Las **semillas** están localizadas en disposición regular en la pulpa del fruto. Tienen un revestimiento muy duro, resistente a los ácidos gástricos de los animales, y pasa por su aparato digestivo sin perder su poder germinativo. Poseen testa clara y arilo ancho, embrión curvo, cotiledones grandes y perisperma bien desarrollado.

La fructificación se produce en cladodios de uno o dos años, y raramente sobre los de tres. También son excepcionales los que se presentan sobre palas del mismo año. La fructificación más abundante es la que aparece sobre cladodios de un año.

En las tablas siguientes se refleja la composición de los frutos.

IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS PRINCIPALES FRACCIONES DE LOS FRUTOS DE CHUMBERA

Parte del fruto	Composición sobre peso seco (%)	Contenido en agua
Corteza seca	40,5	—
Zumo	38,7	89,7
Pulpa	10,6	45,8
Semilla seca	10,2	—

Fuente: Lecker, 1976. Fuente: Retamal, 1985.

COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA Y CORTEZA DE LOS FRUTOS DE LA CHUMBERA

Composición	Pulpa %	Corteza %
Agua	90,0	95,00
Glucosa	6,0	0,25
Almidón y dextrina	2,7	4,00
Proteínas	1,0	0,35
Cenizas	0,3	0,40

Fuente: Yagman, 1966.



METABOLISMO FOTOSINTETICO DE LA CHUMBERA

Como es conocido, los vegetales, en el proceso fotosintético, utilizan la energía de las radiaciones luminosas para producir materia orgánica (azúcares inicialmente), a partir del anhídrido carbónico que toman del aire a través de los estomas, y del agua que llega a las hojas absorbida del suelo por el sistema radicular. Cuando las hojas abren los estomas para absorber el anhídrido carbónico del aire, se produce inevitablemente una pérdida de agua de las hojas hacia la atmósfera, que es proporcional a la sequedad del ambiente y a la temperatura.

Las plantas de metabolismo normal, durante el verano, tienen muchas dificultades para subsistir, debido precisamente a la pérdida excesiva de agua por efecto de la evapotranspiración de sus hojas.

La chumbera tiene un metabolismo fotosintético del tipo de las Crasuláceas denominado CAM (*Crasulacean Acid Metabolism*), que le permite producir biomasa en las condiciones de aridez y sequía de su hábitat característico. Para evitar la pérdida de agua por los estomas durante el proceso fotosintético, las plantas CAM han desarrollado un mecanismo específico que evita efectuar la apertura estomática durante una gran parte de las horas del día que son las más calurosas.

Los estomas se abren principalmente durante la noche y el anhídrido carbónico llega hasta las células fotosintéticas, en las que es fijado en forma de ácido málico y almacenado en la vacuola. Durante el día, el ácido málico va saliendo de la vacuola hasta el citoplasma, donde se va decarboxilando, y el anhídrido carbónico que se va produciendo es captado por los cloroplastos. En estos orgánulos se realiza el proceso de fijación y reducción del anhídrido carbónico a través del ciclo de Calvin, que produce azúcares inicialmente igual que en el resto de las plantas, al utilizar la energía de las radiaciones luminosas. Por este motivo, las palas de chumbera, por la mañana, debido a su contenido en ácido málico, tienen una acidez considerable, de tal forma que no son apetecidas por el ganado, mientras que a

mediodía y por la tarde, cuando se han producido los azúcares, han perdido la acidez y el ganado no tiene problemas para su consumo.

Gracias a este mecanismo especial de fotosíntesis las chumberas reducen considerablemente la pérdida de agua por los estomas y elevan de una manera importante la eficiencia en el uso del agua.

EL CULTIVO DE LA CHUMBERA

Clima

Prefiere clima templado-cálido con abundante insolación. En el hemisferio Norte el límite máximo para su cultivo se encuentra cerca de los 40° de latitud. Se adapta bien a temperaturas medias máximas de 20 a 30°C. Es muy resistente a la sequía, pero se beneficia si tiene agua en los meses de verano. Para una buena maduración de los frutos requiere temperaturas de 25 a 32°C y mínimas de 6°C. Puede soportar temperaturas extremas de hasta 50°C. Para el cultivo de la chumbera es imprescindible que no se produzcan períodos largos de tiempo con temperaturas inferiores a los 3°C. Por debajo de los -4°C se pueden producir daños irreparables en la planta. Las plantaciones nuevas son sensibles a las heladas, especialmente si éstas se producen en forma continuada y repetida. En general, las variedades con espinas resisten mejor las bajas temperaturas que las que no las poseen.

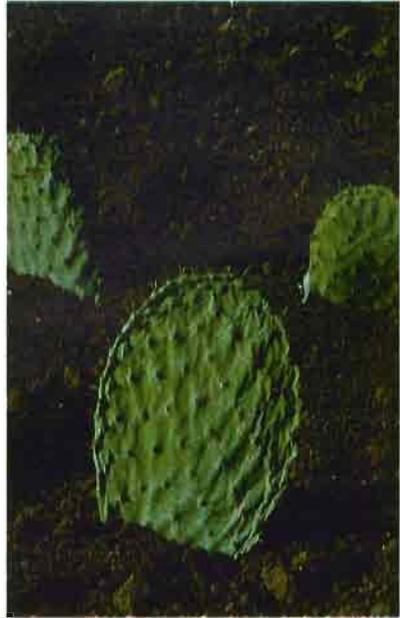
Por tanto, se puede establecer como factor limitativo para el cultivo de la chumbera, desde el punto de vista climático, las bajas temperaturas.

Suelo

A excepción de terrenos arcillosos y húmedos, la chumbera se puede cultivar en cualquier tipo de terrenos, aunque la capa cultivable sea de pocos centímetros de espesor. Prefiere los suelos pedregosos, ligeros y arenosos; no obstante, se adapta a todo tipo



Fig. 2.—Plantación de chumbera realizada con palas completas.



de suelos. No tolera la humedad permanente. El pH más adecuado es el neutro o ligeramente alcalino.

En exigencias minerales, la chumbera es de las plantas cultivadas más sobrias; sin embargo, para obtener producciones rentables no deben faltar en el suelo, en primer lugar, potasio asimilable, calcio, magnesio y fósforo.

Para la obtención de frutos de calidad deben elegirse terrenos con posibilidades de riego.

Multiplicación

La chumbera puede multiplicarse por semillas o por esquejes. El primer tipo no está muy extendido, dada la gran facilidad de enraizamiento que tienen los esquejes y el bajo poder germinativo de las semillas.

La propagación por esquejes puede realizarse con «palas» completas o con fracciones de palas. Cuando se realiza con las palas enteras, se prefiere sean de dos años de edad, separadas en el mes de mayo de la planta madre. Deberán ser enteras y sin

daños en la superficie, estar libres de hongos e insectos, de color verde glauco característico y tener consistencia turgente.

La cicatrización de la herida de unión con la pala madre debe estar perfectamente sellada, para lo cual, una vez cortadas, se esparcen por el suelo, sin amontonarlas y manteniéndolas así durante veinte o treinta días hasta la total cicatrización de la herida, aplicándoles fungicidas, en caso necesario, sobre el corte para evitar pudriciones. Durante este tiempo deben permanecer a la sombra para evitar la pérdida de humedad.

La plantación de fragmentos de palas se recomienda en lugares alejados de los de siembra y con escaso material de propagación. Para desarrollar esta práctica se recomienda seleccionar y separar de la planta madre las palas correspondientes y extenderlas durante diez días bajo sombra. Transcurrido este tiempo se obtendrán las fracciones a partir de las palas enteras. El número de fracciones por palas dependerá del tamaño de éstas.

Los cortes deberán tratarse con fungicidas y dejarlos a la sombra durante una semana. Se recomienda hacer la plantación



Fig. 3.—Tipos de esquejes para establecer una plantación de chumbera.



Fig. 4.—Plantación de chumbera en la plataforma solar de Almería.

en suelo formado por una mezcla a partes iguales de arena, tierra y estiércol. Las fracciones deberán cubrirse con tierra sin llegar a taparlas totalmente. Deberán aplicarse riegos ligeros mientras dure el enraizamiento. Cuando los nuevos brotes alcanzan una altura de 10 a 12 cm., se cubrirán totalmente las fracciones para que terminen de enraizar. Seguidamente permanecerán unos seis meses en estas condiciones para, posteriormente, ser trasplantadas al terreno de asiento.

Plantación

La preparación del terreno es mínima, basta simplemente con abrir surcos en los que van a colocarse las palas completas o fracciones de palas.

El marco de plantación depende del tipo de suelo, siendo tanto mayor cuanto menos fértil sea éste. Como cultivo único, se recomienda plantar a una distancia de 4×4 metros, es decir, 625

matas por hectárea. Se entiende por mata el conjunto de cuatro palas plantadas en los vértices de un cuadrado de 1 metro de lado, con lo cual da un total de 2.500 plantas por hectárea.

Para cultivos asociados con plantas leñosas (almendros) el marco de plantación más usado es de 3×6 metros. En general, y a la vista de los resultados obtenidos, los marcos deben tender hacia una mayor amplitud, 6×4 ó 5×5 metros.

Un factor a tener muy en cuenta para determinar el marco de la plantación es el destino que se le va a dar a la misma; es decir, según sea para el aprovechamiento de los frutos, forraje, biomasa o conservación del suelo, así como el manejo que se va a dar posteriormente a la plantación. En las parcelas donde se utiliza maquinaria debe haber una separación entre hileras, cuando menos, de 5 metros, y entre plantas de 3 metros.

Para la producción de forraje puede llegarse hasta 20.000 plantas por hectárea, separando 1 metro las hileras y 0,60 las plantas, o dejando calles de 2 metros de ancho y utilizando una doble hilera de $0,50 \times 0,50$ metros, con objeto de mecanizar el cultivo. Si el terreno es más pobre, la densidad debe disminuirse.

La experiencia demuestra que las plantas prenden antes y con más fuerza si se planta una fracción de chumbera compuesta de varias palas, enterrando la más vieja y dejando fuera las más tiernas. Las palas se colocan en posición vertical, con su herida cicatrizada hacia abajo, enterrándolas aproximadamente $\frac{2}{3}$ de su longitud. De esta forma se obtiene un prendimiento de un 90 por ciento.

La orientación de las hileras deberá ser perpendicular a los vientos dominantes para evitar el excesivo calentamiento de las plantas, y por la misma razón, si es posible, deberá ser también perpendicular a la trayectoria del sol.

Es muy importante plantar con un mínimo de humedad en el terreno, y no regar en varias semanas, para favorecer el enraizamiento.

Labores de cultivo

Las labores se reducen a un trabajo superficial en otoño después de la recolección y otro avanzada la primavera. Esto es por



lo que se refiere a las plantaciones para la obtención de frutos; en el caso de que el aprovechamiento sea para forraje, se suele prescindir de ellas.

Abonado

En general, al abonado en este cultivo se le da poca importancia y únicamente se le suele aplicar N, P, K antes o durante la plantación, en el caso en que se obtengan frutos.

Debido a que son cultivos dedicados principalmente a tierras marginales, salvo en los casos de plantaciones para la producción de fruto, no se suele dedicar ningún gasto adicional para mejorar el rendimiento, como sería el caso del abonado. Sin embargo, la planta responde bien a la aportación de N, P y abono orgánico. Las dosis aconsejadas, si procede, son 60 a 65 unidades de N, 50 de anhídrido fosfórico y 25 de óxido de potasa, por hectárea. Si durante el mes de mayo hubiese humedad suficiente, o alguna pequeña lluvia, se pueden incorporar de 20 a 30 unidades de nitrógeno en forma nítrica por hectárea, para favorecer la floración al mes siguiente.

Riegos

Dado que es un cultivo que necesita climas templados y, como se ha referido, está localizado generalmente en terrenos pobres, no es frecuente la práctica del riego, ya que, en estas zonas, hay un aprovechamiento alternativo del agua en otros cultivos de mayor rentabilidad económica. Por lo que se refiere a las plantaciones dedicadas a forraje, en general no se riegan; sin embargo, en las plantaciones para obtención de frutos se ha observado que el volumen y tamaño de los mismos está en función de la humedad del suelo, siendo un período crítico en necesidades de agua en época de maduración de los frutos.

Poda

La práctica de la poda es diferente según se trate de plantaciones para frutos o para forraje.

En el primero de los casos, en plantaciones cuyo aprovechamiento principal son los frutos, hay que distinguir: la poda de formación, la poda de producción y la poda de rejuvenecimiento.

Poda de formación.—Tiene por objeto la formación de una planta regular y equilibrada. Se debe efectuar desde la plantación hasta el inicio de la producción (4º ó 5º año). En las plantaciones en línea, la forma que se le debe dar a las chumberas es, en cierto modo, como un abanico. Tal forma se alcanza, teóricamente, con la bifurcación dicotómica del noveno brote al final del 4º año. En la práctica, se obtiene eliminando la pala que no se encuentra en condiciones idóneas para obtener la bifurcación deseada durante los sucesivos años. La época más adecuada es el mes de mayo.

El corte de la pala debe hacerse por encima de la unión con la pala madre, dejando como un centímetro, con lo cual se favorece la cicatrización. La altura media recomendada de planta debe ser de 1,6 a 1,8 metros.

Poda de producción.—Es la que se realiza a partir del 4º año; debe realizarse anualmente y con criterios técnicos y económicos.

La distinción entre yemas fructíferas y leñosas es muy difícil, ya que su diferenciación sólo se puede apreciar cuando el brote tiene aproximadamente 0,5 cm de longitud; entonces, si es fructífera es redonda, y aplanada y oblonga si es leñosa.

El criterio técnico a tener en cuenta en la poda de formación, y para estas plantaciones destinadas a obtener frutos, es la edad de las palas. Se distinguen tres tipos de palas:

- a) Palas del mismo año, en las que no suele aparecer fruto.
- b) Palas de un año.
- c) Palas de dos o tres años.

La producción de higos es más abundante en las palas de tipo b) (un año de edad) y baja bastante en las de tipo c) (dos o tres años). La producción leñosa aparece en palas de cualquier edad, pero es mayor en las de dos, tres o más años. Por tanto, la poda de fructificación debe ir dirigida a la presencia continuada de un número equilibrado de palas de uno y dos años, para, de esta manera, asegurar la fructificación constante. Se deben eliminar, pues, palas enfermas, palas con bordes doblados en forma de



Fig. 5. Fructificación en los bordes de las palas de la chumbera.



cazuela, las que impidan la entrada de luz y aire y palas viejas de escasa o nula fructificación.

Como en el caso de la poda de formación, la época de hacerla es en el mes de mayo.

Poda de rejuvenecimiento.—Se recurre a ella cuando la planta presenta síntomas de envejecimiento, y tiende a reconstituir la planta utilizando «retoños» y «chupones».

Aparte de las palas normales, la chumbera produce palas particulares en las proximidades del suelo (retoños) o directamente sobre las ramas principales (chupones). Ambos se reconocen fácilmente por su color verde oscuro y su longitud, triple o cuádruple de la anchura, y están dotados de robustas espinas blancas. No es raro encontrar chupones con los bordes hacia arriba. Los retoños y chupones son muy útiles cuando se procede a la renovación de la planta.

Esta poda de rejuvenecimiento se debe realizar hacia el mes de abril, y consiste en cortar la planta a unos 60 cm del suelo. Debe ir acompañada de un abonado orgánico, en el invierno precedente a la misma. En el trascurso de tres o cuatro años la planta puede volver a fructificar.

Cuando la planta se dedica a la producción de forraje o para defensa contra el viento, la poda se reduce exclusivamente a quitar las palas enfermas o dañadas y las necesarias para dar estabilidad a la planta.

Tirado de frutos

A la vez que se realiza la poda de producción debe realizarse una nueva operación conocida como «tirado de frutos». Consiste en quitar los frutos procedentes de la primera floración, cuando la mayor parte de ellos (90%) tengan secos sus pétalos, lo que normalmente ocurre hacia el mes de junio, con lo que se provoca una nueva floración.

El fruto de la floración ordinaria viene a madurar en agosto, época donde la escasez de lluvia es mayor, por lo que suelen ser pequeños, escasos de pulpa con abundantes semillas, que compiten en el mercado con frutos frescos más jugosos. Los frutos que provienen de la segunda floración llegan al mercado en época invernal, en la que la competencia es menor.

Si se «tira» demasiado pronto la primera floración, los frutos de la segunda son más abundantes; pero al adelantarse su maduración no aguantan hasta Navidad, que es la época de la máxima demanda y cotización. Por el contrario, cuando se «tiran» demasiado tarde, la producción es más reducida, aunque su calidad mejora. Ante estas circunstancias, y si las posibilidades de mano de obra lo permiten, se recomienda «tirarlos» escalonadamente.

Al mismo tiempo que se hace el «tirado de frutos» deben eliminarse algunas palas jóvenes para evitar que sean éstas las que acaparen las sustancias nutritivas, debido a su rápido crecimiento, en detrimento de la segunda floración.

Recolección

La primera recolección, en el caso de haber efectuado el «tirado de frutos», se realiza en el mes de agosto; pero, en general, tiene poca importancia. La recolección propiamente dicha



comienza con la maduración de los frutos «de retallo», hacia el mes de octubre, y termina prácticamente en Navidad.

Al cortar el fruto es conveniente dejarle un trozo de pala, con lo que se consigue aumentar el período de conservación, que puede alcanzar hasta tres o cuatro semanas, en el cual se conserva turgente y con todas sus características organolépticas. Se recomienda que la recogida de frutos se haga por la mañana, bien temprano, aprovechando la presencia del rocío, para evitar que las espinas produzcan daños.

La operación de la recolección es delicada debido a las numerosas espinas que posee el fruto. Se han ideado diversos elementos que facilitan la recolección, formados normalmente por una lanza larga acabada en una jaula adecuada, o bien tenazas de brazos muy largos. Este sería un caso muy apropiado para la utilización de robot con sensores ópticos que reconozcan formas y coloración.



Fig. 6. Pala de chumbera atacada por la lagarta peluda (*Ocnogyna baetica*. Ramb.).

Para su comercialización se colocan en envases adecuados de 5 a 10 kilos. En España los mercados de mejor aceptación son los de Madrid, Barcelona, Murcia y algunos de Andalucía.

Por lo que a recolección de palas se refiere, hay que señalar que hasta ahora no se han descrito técnicas especiales, pero cabe pensar que cualquier medio empleado para otros forrajes podría ser válido, así como barras guadañadoras y equipos motosierras. La recolección de palas se realiza en dos períodos, uno a finales de verano y primeros de otoño, y el segundo en invierno.

PRODUCTIVIDAD

A pesar de la gran rusticidad de la chumbera y su adaptación a zonas cálidas y áridas de escasa fertilidad, la productividad de esta planta es sensible, como la de cualquier otro cultivo, a la fertilidad del terreno, cuidados culturales o sistemas de cultivo. De ahí que su productividad esté grandemente influenciada por estos factores. Los rendimientos dependen, en principio, de la edad de la planta. López Finlay (1985) da los siguientes resultados de rendimientos anuales en frutos frescos para las plantaciones de 2.500 plantas/ha, habida cuenta la edad de la plantación:

RENDIMIENTO ANUAL EN FRUTOS FRESCOS DE PLANTACIONES CON 2.500 PLANTAS POR HECTAREA

Edad plantas (años)	Rendimiento (kilos por hectárea)
2	1.200
3	3.125
4	3.750
5 a 10	6.250
10 a 15	11.250
16 a 20	15.625
21 a 23	7.500

Fuente: López Finlay, 1985.

En cuanto a los rendimientos del cultivo de chumbera para la producción de forraje, Monjauze y Le Houerou (1965) indican que en zonas de 400 a 800 mm anuales, en plantas sin cultivar, se pueden alcanzar producciones de 30 a 100 tm/ha de forraje



fresco. Para la misma zona, pero con técnicas adecuadas de cultivo y abonado, se puede situar entre 60 y 200 tm/ha. Estos mismos autores afirman que en zonas con precipitaciones entre 150 y 300 mm pueden conseguirse de 10 a 50 tm/ha de forraje verde. Ríos López (1954) da como cifra media de producción 100 tm/ha; Carvallo (1981), 200 tm/ha, y Blanco (1966), de 50 a 200 tm/ha.

PRODUCCION DE BIOMASA REFERIDOS A LA ZONA DEL TIL-TIL (CHILE)

Edad en años de la planta	Materia seca de palas (toneladas/hectárea/año)	Materia seca de frutos (toneladas/hectárea/año)
1,5	5,53	0,10
3,5	7,43	0,43
5,4	10,50	3,15

Fuente: Pinto y Acevedo (1983).

En España, y según los datos del Anuario de la Producción Agraria editado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para el año 1985, los rendimientos varían entre una y diez



Fig. 7. Ramificación típica de una planta de chumbera.

toneladas por hectárea de fruto. No se ha encontrado ninguna referencia bibliográfica sobre producción de forraje en nuestro país, ya que no se utiliza normalmente como alimento para el ganado, dada su escasa difusión de cultivo.

En trabajos realizados en los Campos de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid, situados en la Ciudad Universitaria, y en cultivo bajo cubierta de polietileno térmico durante la época invernal, se hicieron ensayos sobre la influencia de la productividad en materia seca en relación con el agua aportada al cultivo de chumbera, durante los tres primeros años de la vida de la planta; los resultados obtenidos se reflejan seguidamente.

PRODUCCION MEDIA ESTIMADA DE LAS PLANTAS DE CHUMBERA, SEGUN EL REGIMEN DE RIEGO, DURANTE LOS TRES PRIMEROS AÑOS DE CRECIMIENTO

REGIMENES DE RIEGO (mm/año)	PRODUCCION POR HECTAREA (MARCO 1×1 METRO) EN MATERIA SECA				
	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO		TERCER AÑO	
		Total	Media anual	Total	Media anual
200	1,04	4,90	2,45	8,82	2,94
240	3,19	14,21	7,10	25,07	8,35
400	6,44	18,16	9,03	28,63	9,54
600	9,53	28,31	14,15	47,52	15,84

Fuente: Botánica agrícola. ETSIA Madrid.

ENSAYO DE APLICACION DE RIEGOS

Litros por hectárea	Número riegos	Meses de aplicación de los riegos
200	5	Enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre.
240	6	Enero, febrero, marzo, julio (de socorro), noviembre y diciembre.
400	10	Cada mes (excepto julio y agosto).
600	15	Cada mes y uno suplementario en enero, abril y diciembre.

Fuente: Botánica agrícola. ETSIA Madrid.

En las experiencias se puso de manifiesto que la productividad de la chumbera aumenta a medida que aumenta el agua aportada al cultivo, siendo más acusado este aumento en el primer año de vida y se atenúa cuando transcurre el tiempo. La oportunidad de la época en que se haga la aportación de agua al cultivo tiene



gran importancia. Así se observa, al comparar las plantas sometidas a regímenes de 200 mm/año y 240 mm/año, productividades medias anuales de 8,82 y 25,07 tm/ha, respectivamente, al final del tercer año; donde el aporte adicional de agua en estas últimas corresponde tan sólo a un riego de socorro, de 40 mm, en la época de mayor sequía.

APROVECHAMIENTO

Debido a las grandes condiciones de adaptabilidad de la chumbera a suelos con limitaciones de profundidad y textura y a su condición de alta eficiencia en el uso del agua, esta especie ha constituido desde antiguo una planta de múltiples aprovechamientos en las regiones marginales de escaso rendimiento agrícola. A esto se debe el que sus frutos se conozcan desde antiguo como «pan providencial de las regiones áridas».

Su posible aprovechamiento va desde el estrictamente agrícola, tanto para la alimentación humana como para la del ganado, al industrial, para la fabricación de anticorrosivos, caucho y combustibles líquidos (etano) o gaseosos (metano), pasando por el uso medicinal.

Alimentación humana

El gran contenido vitamínico y azucarado de los frutos de la chumbera y su acción nutritiva y diurética han hecho que su consumo como fruta de mesa se haya impuesto en algunos lugares. Es una fruta rica en sales minerales, especialmente en calcio. El potasio, magnesio y sodio también están presentes en cantidades aceptables. Su contenido en vitamina C es apreciable y muy superior al de la sandía y las uvas.

Una vez cosechado el fruto, puede conservarse en frío ($-0,5^{\circ}$ a $0,5^{\circ}\text{C}$) durante más de un mes en buenas condiciones. El período de conservación a temperatura ambiente se aumenta considerablemente recolectándolo unido a un pequeño trozo de la pala de donde procede.

Los frutos se utilizan también de manera directa para la elaboración de bebidas, dulces y frutas desecadas, con lo que su

aprovechamiento puede ser más dilatado en el tiempo, teniendo en cuenta que la conservación de los frutos frescos plantea ciertos problemas.

Alimentación ganadera

La chumbera como forraje es bien aceptado por los rumiantes, tanto en condiciones de estabulación como de pastoreo. Constituye un alimento alternativo cuando, por la sequía, escasean otros forrajes, o cuando, por su alto precio, resultan antieconómicos.

Se considera que la chumbera produce por unidad de agua siete veces más energía que la alfalfa. Puede emplearse no sólo como alimento de emergencia durante las épocas de sequía, sino como parte integrante de la alimentación habitual del ganado, y produce efectos beneficiosos e inmediatos en los animales sometidos a una dieta prolongada de forraje seco. Sin embargo, hay que señalar que presenta ciertas desventajas, ya que se requieren grandes cantidades de forraje para cubrir las necesidades mínimas diarias, así como el inconveniente que presentan las espinas para el ganado.

Como ocurre con el resto de los forrajes, su valor alimenticio depende del estado de maduración de las palas. Son más nutritivas las jóvenes que las más lignificadas. Por tanto, la chumbera constituye un excelente forraje de las zonas áridas y semiáridas, haciendo que las necesidades de agua del ganado disminuyan en las épocas de sequía, aunque es conveniente darlo junto con otros alimentos que lo complementen.

La semilla de chumbera se emplea poco, pero representaría un buen alimento para los cerdos. La corteza del fruto, tanto sola como mezclada con las semillas, constituye un excelente forraje.

Aprovechamiento industrial

Aunque, en la actualidad, el destino principal de las plantaciones de chumbera es para la obtención de fruta para el consumo en estado fresco, cabe destacar la potencialidad de este cul-



tivo para su industrialización, tal como zumos, mermeladas, confituras, jaleas y frutos secos; productos industriales que ya se están fabricando en algunos países como Chile.

Las semillas contienen alrededor de un 20 por ciento de la grasa comestible, muy parecida en olor y sabor a la de la manteca de cerdo. El aceite de las semillas es semisecante, con algunas características propias de secante, susceptible al enranciamiento. Contiene un 56 por ciento de ácido linoleico, cantidad comparable a la del aceite de pepita de uva. Puede emplearse para la fabricación de jabones, obtención de glicerina y productos de hidrogenación. Es de fácil industrialización y las tortas resultantes constituyen un buen alimento para el ganado, dado su elevado contenido en proteínas.

Una firma norteamericana fabrica un anticorrosivo a base de la materia mucilaginoso de las palas de chumbera, que han llegado a utilizar en los pozos petrolíferos. Cabría también la posibilidad de fabricar caucho sintético, a partir de chumberas, como lo demuestran ciertos ensayos realizados en Almería, donde se llegaron a obtener 226 kilos anuales por hectárea.

Para la obtención de colorantes son varias las posibilidades que ofrece la chumbera, ya que los pétalos de las flores y los frutos contienen pigmentos de color rojo, fácilmente solubles en agua, utilizados principalmente para colorear alimentos.

Desde muy antiguo se sabe que las palas de chumbera sirven como alimento a las cochinillas, *Dactylopius coccus* (Costa.), para obtener la grana (la excrecencia del insecto), a partir de la cual se obtiene un colorante muy apreciado en la antigüedad. Posteriormente, estos colorantes fueron sustituidos por las anilinas; pero como el uso de estas últimas ha presentado problemas de alergias, nuevamente se vuelve al consumo de colorantes naturales, donde la grana puede tener un importante papel. Se requieren 140.000 insectos para hacer un kilo de grana.

Dadas la grandes posibilidades que tiene la chumbera para ser cultivada en extensas áreas sin competencia posible con otros cultivos alternativos, esta especie puede considerarse como un cultivo agroenergético potencial para la producción de combustibles sustitutos de los tradicionales. A través de procesos de fermentación

se puede obtener etanol, tanto directamente a partir de los frutos, como de las palas, tras los consiguientes pretratamientos de hidrólisis. Según estudios realizados en la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid, se pueden obtener unos 5 litros de etanol por tonelada de palas frescas y unas diez veces más a partir de los frutos. Teniendo en cuenta la productividad de la chumbera, es aceptable esperar que en una plantación de tipo medio y edad inferior a los 5 años se obtengan rendimientos del orden de los 1.000 litros de etanol por hectárea, e incluso superiores.

La consideración del etanol como combustible de sustitución a la gasolina es una de las alternativas existentes hoy para la automoción, dependiendo, fundamentalmente, de los precios comparativos de los dos carburantes. Dado el bajo coste de producción de la biomasa de la chumbera, el precio del bioetanol obtenido a partir de esta biomasa podría ser considerablemente inferior al obtenido de las materias primas convencionales (se exceptúa el petróleo) y puede llegar a hacerlo competitivo como combustible de sustitución, en cuyo caso tendría por delante un amplísimo mercado, que podría absorber la producción de la gran mayoría de las tierras áridas y cálidas de la Península Ibérica, cuya búsqueda de un cultivo alternativo constituye una preocupación constante.



MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y CAPACITACION AGRARIAS

SERVICIO DE EXTENSION AGRARIA

Corazón de María, 8 · 28002-Madrid