

PRESENTACION

La cuenca amazónica es depositaria de la mayor extensión de bosques tropicales del planeta y de una gran variedad biológica de ecosistemas, especies y recursos genéticos. Estos recursos son una de las bases del desarrollo sostenible, para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la región y para incrementar la productividad de las tierras ocupadas y en proceso de degradación

Cerca de 100 especies de plantas nativas de la amazonía han sido domesticadas, muchas de las cuales se han extendido a otras regiones tropicales. Una de las especies más promisorias es la palmera pijuayo, chontaduro, pejibaye, tembé o pupunha (**Bactris gasipaes**), según los diferentes nombres que recibe, de amplio uso en la región y en América Central como alimento (frutos y cogollo), forraje, construcción, ornamental y agroforestería.

Las ventajas del pijuayo están en contar con un mercado asegurado a nivel regional e internacional en forma de palmito o cogollo industrializado, y en su plenitud para ser cultivada en tierras ya intervenidas y en proceso de degradación, además del conocimiento que tienen los pobladores amazónicos, quienes lo cultivan desde tiempos precolombinos. Estas ventajas económicas, sociales y ambientales ponen a esta palmera en una situación muy interesante para el desarrollo agrícola de la región.

La Secretaría Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica ha considerado de sumo interés incluir en la serie de publicaciones una síntesis del conocimiento sobre el cultivo del pijuayo para la producción de palmito, dadas las perspectivas industriales y agronómicas de esta especie, y la posibilidad de fomentar especies nativas dentro del marco del desarrollo regional.

Esta publicación sobre el CULTIVO DEL PIJUAYO PARA PALMITO EN LA AMAZONÍA ha sido posible gracias al Proyecto GEF/PNUD RLA/92/G 32 - Capacitación para el Uso Sostenible de la Biodiversidad Amazónica, y a la contribución de los expertos en la materia de los Países Parte del Tratado de la Cooperación Amazónica.

Lima, abril de 1996

Emb. Jorge Voto Bernales

Secretario Pro Tempore

Tratado de Cooperación Amazónica

PROLOGO

El potencial del pijuayo, así como de otras especies nativas de la Amazonía, de contribuir al bienestar de la población local y mundial, es conocido desde hace tiempo. Sin embargo, no es sino hasta hace menos de cuatro años que se ha desarrollado el interés para la siembra de esta especie en la región. El producto que se busca no es la fruta, por la cual es más conocido el árbol, sino el corazón del tallo, para producir palmito. Este interés por la producción de palmito a partir del pijuayo se observa tanto en los agricultores como en los empresarios industriales.

Las visitas efectuadas a plantaciones que se están instalando en varios de los países amazónicos indican la necesidad de un manual para las personas en el campo. Este documento tiene como objetivo orientar a estas personas que están plantando o a las que piensan plantar pijuayo para la producción de palmito. Espero que el lector encuentre respuesta a algunas de las preguntas que tiene; probablemente no encontrará solución a otras inquietudes técnicas, porque todavía no se conocen todas las respuestas.

El documento recoge gran parte de los conocimientos generados durante los años 1985 a 1994 por el Programa de Investigación en Cultivos Tropicales del INIA. Como no podría ser de otra forma, a fin de tener un documento más completo, también se incluyen parte de los conocimientos generados por los especialistas en pijuayo en Costa Rica, liderados por el Dr. Jorge Mora-Urpí. Sus investigaciones, especialmente en la parte de la distribución geográfica, biología floral, morfológica y sanidad vegetal son la base de estos temas en el manual.

Este libro presenta una visión amplia de lo que es el cultivo en la Amazonía de pijuayo para palmito. Pero, además de ser una guía agrícola para el cultivo, también presenta la visión del mercado y de la industrialización. Es así que los conocimientos que se recogen, se han agrupado en los capítulos de:

- Aspectos botánicos, donde se trata la distribución geográfica, el origen probable, la morfología, la floración y fructificación, la distribución de las poblaciones y razas, así como la composición del palmito y del fruto.
- Aspectos ecológicos, en el que se describen los requisitos de clima y de suelos.
- Aspectos agronómicos del cultivo, que presenta las pautas para el adecuado desarrollo de la plantación, desde la selección de la semilla hasta el posible rendimiento a obtener.
- Cosecha y manejo post-cosecha, describiendo la época y método de cosecha, manejo en campo, cuidados durante el trasplante y los factores de calidad antes de la industrialización.
- Industrialización y mercado, con las pautas básicas para aquellos que deseen conocer estos aspectos, así como una relación de lo necesario para instalar una planta procesadora de palmito.

- Sostenibilidad del cultivo, que presenta los factores que apoyarán o limitarán la sostenibilidad agronómica, social y económica del cultivo del pijuayo para palmito en la Amazonía.

Agradezco al PNUD y a la SPT del TCA por la oportunidad para escribir este libro y por su apoyo durante el desarrollo de la tarea.

Mi agradecimiento a la señorita Mirtha Ibarra L., por su ayuda para la digitación del documento y su paciencia con las múltiples correcciones hasta llegar a la versión final.

Deseo expresar mi reconocimiento a las personas que participaron conmigo en el Programa de Investigación en Cultivos Tropicales del INIA durante el período 1985-1994. Ellos, con su esfuerzo contribuyeron a generar parte del conocimiento que se compila en este libro. A los investigadores que aún continúan en la investigación les deseo suerte y les dedico esta obra.

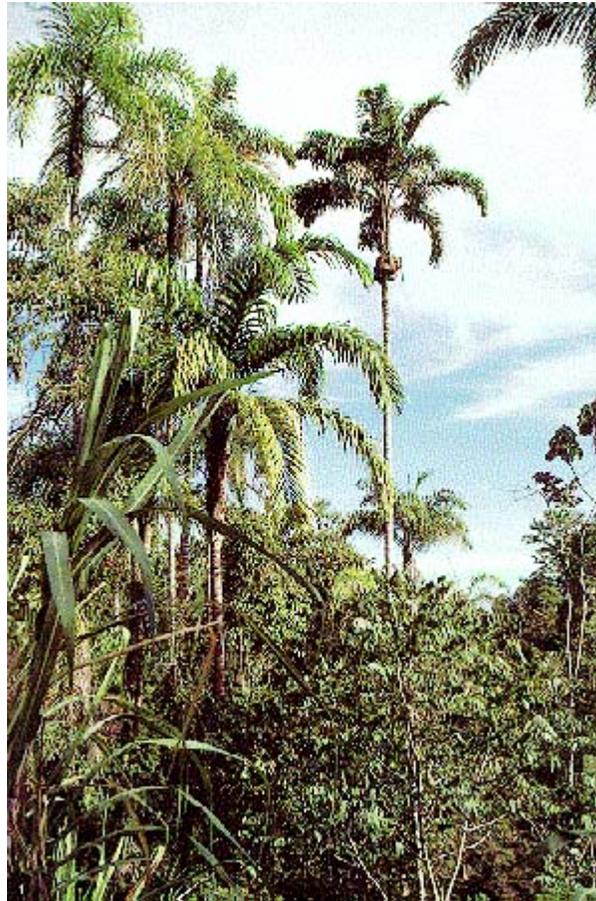
El generoso apoyo de Charles R. Clement, Edgar Vargas, Enrique Chávez, Rafael Enciso y José Sánchez en la revisión del borrador del documento y las valiosas sugerencias efectuadas por Charles R. Clement han contribuido a mejorar notablemente el libro. A todos ellos mi sincero agradecimiento.

Hugo Villachica

Lima, Marzo 1996

1.0 Introducción

El pijuayo es una palmera originaria de la América tropical que fue muy utilizada por algunas culturas indígenas prehispánicas y cuya importancia como fuente alimenticia disminuyó durante la colonia, al igual que muchas otras especies nativas de América. Algunas de las principales razones para la disminución en su uso fueron la introducción de nuevos cultivos alimenticios de ciclo corto, la falta de tecnología para procesar la fruta y el palmito, los subsidios de los gobiernos hacia la importación de granos básicos, la falta de hábito de consumo en las nuevas poblaciones y el desarrollo de las áreas con otros cultivos, especialmente con pastizales, los que con el uso extensivo del fuego disminuyeron la presencia del pijuayo en las zonas de dispersión natural. Sin embargo, la especie aún tiene una relativa importancia en algunas tribus nativas de la Amazonía y en la dieta de algunas poblaciones de la América tropical.



En la actualidad la aparición de nuevos mercados y de nuevas formas de consumo, así como la alta dependencia alimentaria que se ha creado en algunos países de centro y sur América, hacen evidente la necesidad de desarrollar cultivos con especies "olvidadas" y nativas del continente americano. El pijuayo es una de estas especies, que tiene un alto potencial para la producción de alimentos, madera y fibra.

La distribución geográfica de esta especie es muy extensa; el límite norte está en Honduras, y el límite sur está en Bolivia y la parte sur de Brasil. También se indica su presencia en algunas islas de las Antillas, especialmente Trinidad (Mora-Urpí, et al., 1984; Clement, 1993).

Concordante con su amplia distribución, la especie recibe distintos nombres. Así, se denomina pijuayo y chonta en el Perú; chontaduro y pijuayo en Ecuador; chontaduro, cachipay, casipaes y pijibay en Colombia; pijuayo, pichiguao, pijiguao, macana, manacilla y periguao en Venezuela; parépon en la Guayana Francesa; amana en Surinam; pupunha y pirijao en Brasil; tembé y tembé de castilla en Bolivia; pejibaye, pijuayo, pijibay y pixbae en Costa Rica y Nicaragua; pijuayo y piba en Panamá; peach palm y pewa en Trinidad y peach palm en los demás países de habla inglesa.

La planta es una palmera que tiene múltiples usos y que se puede cultivar en sistemas muy compatibles con la ecología de la Amazonía. Entre los usos del pijuayo se tienen los siguientes:

PRODUCCION DE FRUTA:	<ul style="list-style-type: none"> • Para consumo humano: Pulpa, harina y aceite. • Para consumo animal: Concentrado y ensilaje.
PRODUCCION VEGETATIVA:	<ul style="list-style-type: none"> • Para consumo humano: Palmito. • Para construcción: Madera y hojas. • Otros usos: Ornamentales.

Las nuevas tecnologías desarrolladas en años recientes, por ejemplo, acelerando la domesticación de especies nativas o el mejoramiento genético de aquellas especies relegadas a un segundo plano, constituyen un instrumento poderoso para que los países dependientes alimentariamente salgan de esa situación de dependencia. Pero, el apoyo que la investigación agrícola recibe en este aspecto es mínimo; el uso de un producto por una minoría, especialmente si es de bajo poder adquisitivo, no contribuye a promover el interés económico para apoyar la investigación agrícola.

En este sentido, el interés para cultivar el pijuayo está aumentando fuertemente en los últimos años, especialmente para la producción de palmito. Dos razones que están facilitando este aumento son la existencia de un mercado a nivel mundial y la disponibilidad de tecnología para el cultivo e industrialización del pijuayo para palmito. La tecnología para el cultivo de pijuayo para palmito ha sido desarrollada bajo el liderazgo de dos instituciones: una en Costa Rica, conformada por el grupo de investigadores de la Universidad de Costa Rica, con mayor presencia en América central y la otra en el Perú, a cargo del grupo de investigadores del Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA, con mayor influencia para el Perú. Por su parte, la colección y caracterización de germoplasma ha sido efectuada conjuntamente por estas dos instituciones y el INPA, Brasil.

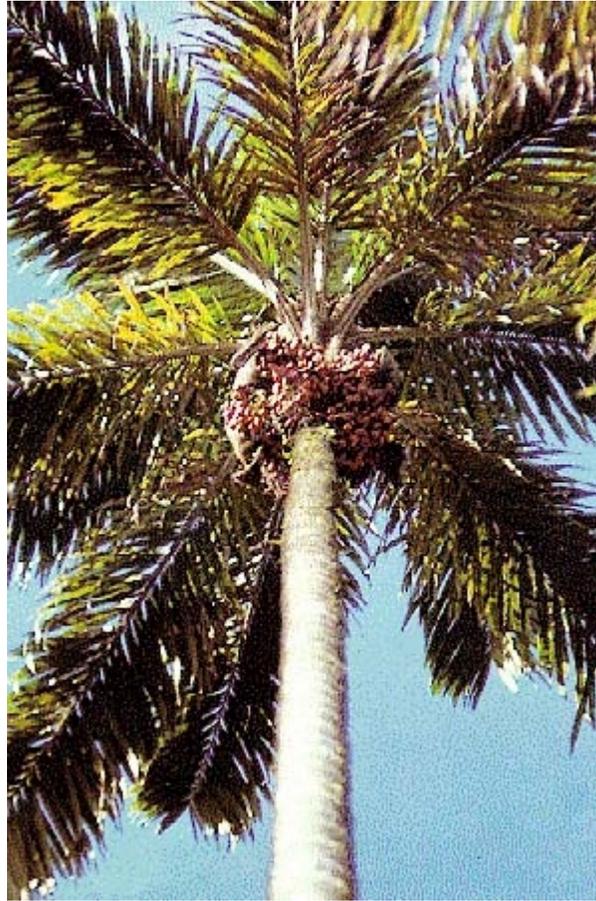
Los conocimientos que se recogen en este libro se refieren principalmente a experiencias en la Amazonía, cuyas condiciones tienen algunas variaciones con las de Costa Rica, variantes que serán analizadas cuando sea oportuno. El aspecto de las plagas y enfermedades, se basa casi totalmente en los estudios efectuados por los investigadores en Costa Rica, ya que estos problemas están presentes sólo de manera incipiente en los cultivos que se están efectuando en la Amazonía. Sin embargo, es importante señalar que las plagas y enfermedades probablemente aumentarán con la expansión del cultivo.

La siembra del pijuayo para la producción de palmito puede tener efecto favorable sobre la biodiversidad de la misma especie, así como sobre la de otras palmáceas. En el caso de la misma especie, la siembra se está efectuando con semilla producidas en rodales manejados, sin disminuir la capacidad de regeneración de estos rodales. Mezclas de estas semillas se están sembrando en ecosistemas diferentes que van a permitir su cruzamiento. En el caso de las otras palmáceas, especialmente del género *Euterpe*, el cultivo de pijuayo para la producción de palmito, disminuirá la presión extractivista que se ejerce actualmente sobre las especies de *Euterpe*, contribuyendo a su conservación.

2.0 ASPECTOS BOTANICOS

2.1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y ORIGEN

La distribución geográfica del pijuayo silvestre, así como del domesticado, está asociada a la presencia de los bosques tropicales húmedos. Según Mora-Urpí (1995a), la distribución natural se extiende desde Darién en Panamá, hasta la provincia de Santa Cruz en Bolivia y en el estado de Rondonia y posiblemente Mato Grosso en Brasil. No se ha confirmado su presencia natural más al norte o al sur de estos límites. Sin embargo, es posible que el pijuayo fuera cultivado desde Honduras hasta Bolivia, en la época pre-colombina (Mora-Urpí, 1983). Los límites en la distribución del pijuayo cultivado posiblemente estaban determinados por los extremos de las rutas migratorias de las tribus indígenas que conocieron su cultivo, por precipitaciones inferiores a 1,700 mm por año, por períodos secos superiores a tres y medio a cuatro meses, por zonas pantanosas y por temperaturas anuales inferiores a los 20 °C (Mora-Urpí, 1983).



Las razas domesticadas de pijuayo se agrupan por el tamaño de la fruta en tres categorías: microcarpa, con frutas con menos de 20 g de peso cada una; mesocarpa, con frutos entre 21 y 70 g de peso y macrocarpa, cuyos frutos pesan más de 70 g cada uno. Se asume que las formas primitivas de pijuayo son las que tienen frutos pequeños (tipo microcarpa), con mesocarpio aceitoso y generalmente con espinas en el tallo, mientras que las formas avanzadas o producto de la domesticación son las que tienen frutos más grandes (tipo meso y macrocarpa), mesocarpio harinoso, con menor contenido de aceite y tallos inermes.

En relación al posible origen del pijuayo Mora-Urpí (1983, 1995a), se considera que los tipos de pijuayo cultivados actualmente son el resultado de la domesticación de diferentes poblaciones silvestres por grupos humanos en diferentes localidades de América tropical, muchos de los cuales tenían intercambio de mercaderías, y posiblemente germoplasma, durante la época pre hispánica. En cambio, Clement (1988) sugiere un sólo lugar de origen en la Amazonía occidental y que la variación observable se debe a la selección por los nativos, migración del germoplasma, adaptación a diferentes ecologías e introgresiones.

La hipótesis de Mora-Urpí (1995a) implica que el pijuayo fue domesticado en varias localidades y que las diferencias que se observan entre los grupos raciales de pijuayo son resultado de esta variabilidad en las condiciones originales. Por su parte, la propuesta de Clement (1995) sugiere que la especie fue domesticada en la Amazonía sur occidental y que la variación observada a lo largo de América Tropical se debe a la selección por los nativos, migración del germoplasma, adaptación a diferentes medio ambientes y a los cruzamientos internos. Los análisis morfométricos no han despejado la duda sobre el origen de la domesticación.

Los análisis de isoenzimas que se están efectuando (Clement, 1995), deben proveer información adicional para aclarar este aspecto.

2.2 MORFOLOGIA

2.2.1 El sistema aéreo

La planta es de porte erecto puede alcanzar hasta 20 m de altura, siendo lo más frecuente observar plantas con 12 a 15 m y con diámetro entre 15 y 30 cm. Los tallos presentan espinas, las que se ubican en los anillos entre las cicatrices de las hojas viejas y son de color negro, salen más o menos perpendicularmente del tronco, miden hasta 8 cm de longitud y son quebradizas cuando han completado su desarrollo.

Las espinas cumplen una función de protección contra daños mecánicos y, al evitar que el agua de lluvia impacte directamente en el estípote, disminuyen el riesgo que el tallo acumule humedad, la que favorecería el desarrollo de insectos, hongos y plantas epífitas. El resultado del menor impacto directo del agua en el tallo y del mejor drenaje resultante, se observa en la ausencia de plantas epífitas y en la menor ocurrencia de desarrollo de insectos y hongos en las plantas con espinas en el tallo. En algunas razas, sin espinas la función de drenaje puede ser sustituida por la presencia de una epidermis menos permeable (Mora-Urpí, 1983).

El tallo está coronado por 15 a 25 anillos foliares, con las hojas curvadas insertadas en espiral. Las hojas miden entre 1.5 y 4.0 m en las plantas adultas, con un ancho entre 30 y 50 cm. Los foliolos se insertan en la fronda, con un plano de inserción diferente, formando un abanico que posiblemente le permite mayor eficiencia en captar la radiación solar. En la axila de cada fronda existe una yema, que en la zona rizomática se diferencia en hijuelos, mientras que en la parte aérea del estípote da lugar a una inflorescencia.

El ápice de la planta está constituido por diferentes tipos de tejido celular. Uno es el ápice tierno pero sólido del estípote, denominado "palmito caulinar", actualmente de poco valor industrial, pero que podría adquirir mayor valor en el futuro y, el otro, conocido como "corazón de palmito" o "palmito industrial", constituido casi exclusivamente por diferentes partes de las hojas embrionarias, y donde juegan papel muy importante las vainas de las hojas que constituyen alrededor de 70% de su peso (Mora-Urpí, 1995b). Son las vainas de las hojas las que forman una especie de cilindro, cuya longitud determina la parte utilizable y con ello el rendimiento de palmito industrial.

Todas las partes de las hojas están cubiertas con espinas más cortas y suaves que las observadas en el tallo, excepto en los tipos encontrados en Yurimaguas (y en menor proporción en otras razas) que presentan un alto porcentaje de plantas sin espinas.

El tallo produce brotes que se pueden encontrar en una misma planta simultáneamente en número variable entre 1 y 20, siendo raro encontrar plantas que no macollen. En las plantas que no producen hijuelos, generalmente se debe a la dominancia del tallo único existente, pero la brotación de los hijuelos secundarios se estimula cuando se corta el tallo principal. Cada uno de estos brotes dará lugar a un tallo utilizado para la extracción del palmito.

2.2.2 La "araña".

Concepto desarrollado por el grupo de investigadores de la Universidad de Costa Rica (Mora-Urpí, 1995b) y se refiere a la sección basal del árbol. Si la cepa o mata de pijuayo se visualiza como un árbol cuyo tallo solamente ramifica en el sector o parte inferior rizomática, entonces los tallos o estípites que se observan en una cepa, se pueden considerar como ramas del mismo árbol, pero con un comportamiento característico. Ese sector rizomático (la parte donde se producen los hijuelos), más el sistema radical, se denomina "la araña" (Figura 2.1.).

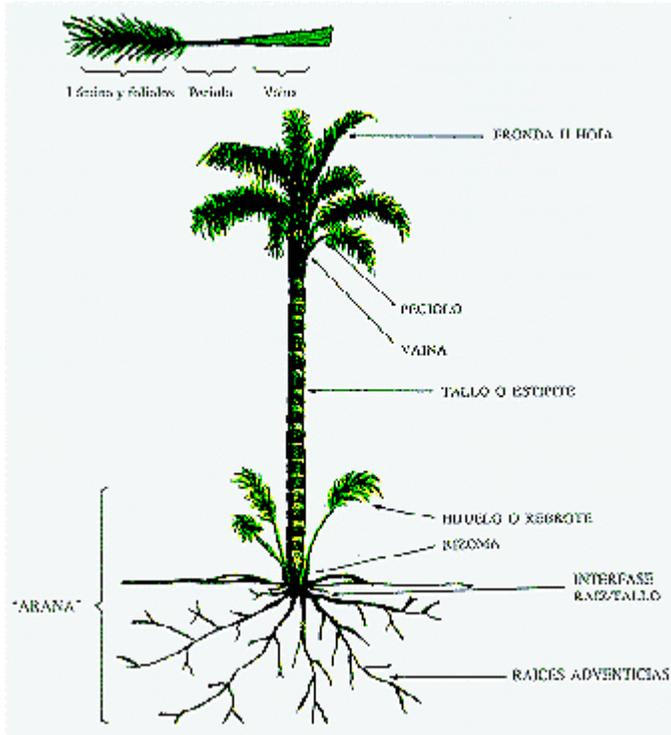


Figura 2.1: Planta de pijuayo mostrando sus componentes.

Adaptado de Mora-Urpí (1995 b).

En la "araña" se puede identificar: 1) la base interna del estípite con forma de recipiente cóncavo, que forma una especie de "fondo de saco" de madera compacta que lo limita y externamente posee las yemas axilares que en esta zona rizomática darán origen a hijuelos; 2) un tejido esponjoso formado por una red de haces vasculares y fibras provenientes del extremo superior de las raíces en la cual descansa o se apoya el "fondo de saco"; 3) una línea diferenciada entre los dos anteriores, que constituye una verdadera interfase o zona de transición entre tallo y sistema radical y, por último, 4) el

sistema radical propiamente dicho (Mora-Urpí, 1995b).

Las principales funciones que desempeñaría la "araña" serían: 1) la distribución de nutrientes provenientes de las raíces y la transferencia de alimentos elaborados por otros individuos de la cepa; 2) reciclaje de nutrientes al morir o al podarse uno de los estípites; 3) la producción de los hijuelos necesarios para la producción de palmito y para la renovación de plantaciones para fruta; 4) contiene el tejido rizógeno que permite un manejo agronómico indirecto del sistema radical con el apropiado manejo de la poda de los hijuelos, obteniendo la adición continua de nuevo tejido rizógeno que permita compensar la pérdida de raíces viejas.

Cuando se corta un hijuelo, el fondo cóncavo es el lugar donde se sella naturalmente la "araña", para no podrirse y mantener el adecuado funcionamiento de la cepa. El corte de un hijuelo y la exposición de la "araña" a la luz solar parece estimular la producción de hijuelos internamente, los que se desarrollan su propio "fondo de saco".

El conocimiento de la morfología de la "araña", especialmente del período entre el sellado del "fondo de saco" de un hijuelo y el desarrollo en otro hijuelo de la misma mata, puede ser de mucha ayuda para el manejo agronómico del cultivo. Por ejemplo, en la renovación de las plantaciones en el aumento en la densidad de tallos por cepa y por hectárea y en la localización del abono en el fondo concavo del tallo, cuando éste se corta, pero antes que cicatrice.

2.2.3 El sistema radical

Generalmente se conoce al sistema radical del pijuayo como superficial y extendido, adaptado a las condiciones de suelos de baja fertilidad predominantes en la Amazonía. Las raíces se producen en la zona rizogénica, pero dado que esta zona tiene un área limitada, el número total de raíces depende de la densidad por unidad de área y frecuentemente es bajo.

Los estudios efectuados para determinar las características del sistema radical, dan resultados variables, lo cual puede deberse a diferencias en las variedades, en el suelo, en el manejo de las plantas y en la metodología del estudio. Los casos que se han reportado se refieren a plantas aisladas ubicadas en el borde de las plantaciones, las cuales han desarrollado en condiciones especiales, que no necesariamente se repetirán en una plantación comercial sembrada con alta densidad y manejada agronómicamente. A continuación se presentan algunas de las principales conclusiones obtenidas por Ferreira *et al.*, (1980) para plantas de pijuayo de 13 años, sembradas para producir fruto y distanciadas 3 a 4 m, creciendo en un Latosol amarillo, álico, arcillo-arenoso, cuyos primeros 43 cm están constituidos por el horizonte Ap (0-20 cm) y el A3/B1 (20 a 43 cm) en Manaos, Brasil y por López y Sancho (1990) para plantas de pijuayo cultivadas para producir palmito, en una plantación de nueve años, sembradas a 2.0 por 1.5 m, creciendo en un Andosol (Typic Hapludand), franco fino con horizonte Ap (0-12 cm) y AB (12-38 cm) en La Rita, Costa Rica. En ambos casos se estudiaron plantas adultas, aunque el objetivo inicial de la plantación era diferente.

El mayor porcentaje de la masa radicular del pijuayo se encuentra en los primeros 20 cm del suelo (58% en el caso del Latosol y 75% en caso del Andosol). En el Latosol, el 48.5% de la masa radicular se encuentra a 20 cm de profundidad y en un radio de 1.5 alrededor del tallo, es decir en el área de proyección de la copa. En el Andosol 73.7% de las raíces se encuentran en una profundidad de 40 cm y en el radio de 40 cm, que es la proyección de la copa o zona de gotera para la densidad a la cual fue sembrada esta plantación. En este último caso, 79.0% de las raíces primarias se encuentran en los primeros 20cm del suelo y en un radio de un metro, mientras que para las raíces secundarias y terciarias, esta proporción fue de 73.9 y 68.5%, respectivamente.

Las raíces de pijuayo en las plantaciones para palmito se distribuyen asimétricamente, correspondiendo con la forma como se distribuyen los hijuelos de pijuayo en la cepa. Los resultados obtenidos por López y Sancho (1990) sugiere que las raíces de pijuayo se renuevan constantemente, manteniendo una alta proporción (63%) de la masa total de raíces como raíces funcionales.

La proporción de las raíces funcionales (primarias, secundarias y terciarias), en una profundidad de 20 cm y un radio de 40 cm en el Andosol, era similar para las primarias (68.5%) y secundarias (68.9%), pero menor para las raíces terciarias (48.5%). Cuando se considera una profundidad y un radio de 40 cm, la proporción de las raíces primarias, secundarias y terciarias que se encuentran en esta zona es de 81.2, 82.0 y 59.0% del total de cada tipo de raíz, respectivamente. La distribución de estas raíces en función de la profundidad, considerando un radio de un metro alrededor de la planta muestra que la mayor concentración se da en los primeros 20 cm, pero con las raíces terciarias algo mejor distribuidas en la profundidad (Figura 2.2).

Los resultados observados sugieren que las prácticas agronómicas relacionadas al sistema radical del pijuayo, como por ejemplo la fertilización, deben considerar un radio de 40 cm desde el centro de la planta, en plantaciones de pijuayo de alta densidad.

2.2.4 Las micorrizas

Las micorrizas son asociaciones entre las raíces de las plantas y ciertos hongos benéficos del suelo, mediante las cuales se incrementa el volumen de suelo explorado por las raíces para aumentar la absorción de nutrientes poco móviles en el suelo, como son el fósforo, zinc, cobre y nitrógeno amoniacal.

En el caso del pijuayo, parece ser que, debido a que tiene raíces gruesas y sin pelos radiculares, depende de las micorrizas para tomar P y otros nutrientes del suelo (Ruiz, 1993). Los niveles de infección con micorriza en suelos ácidos de la Amazonía están inversamente correlacionados con la disponibilidad del P; la infección es mayor en suelos arenosos con baja disponibilidad de P.

La diversidad de hongos que se asocian en las micorrizas es muy variable, la cual probablemente también es influenciada por la composición florística observada en los bosques o en los sistemas agroforestales. En el caso del pijuayo las especies que probablemente estén asociadas son los hongos micorrizicos del genero *Glomus* y *Gigaspora*, entre otros.

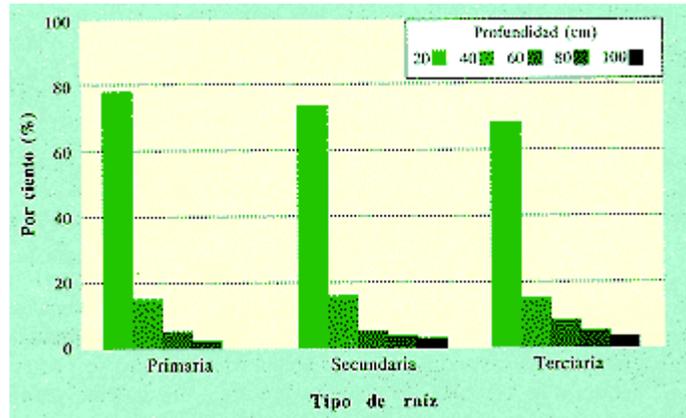
El desarrollo de las micorrizas se ve favorecido por la sombra al nivel de la raíz, lo cual resulta en un mejor desarrollo del pijuayo. En cambio, las temperaturas mayores a 39 °C al nivel de la raíz, limitan la formación de micorrizas (Ruiz, 1993).

La inoculación con micorrizas a plantas de pijuayo cultivadas en el vivero, podría acortar el tiempo que las plantas pasan por esta fase de la propagación y, además, podría proveer a las plántulas con condiciones para mayor tolerancia en el campo para situaciones adversas, como las que se suceden cuando se presentan períodos cortos de sequía o se efectúan las siembras en áreas sin inóculo para la micorriza, ejemplo donde proliferan especies que no forman micorrizas como el *Cyperus* spp.

Distribución de la raíces primarias, secundarias y terciaria en función a la profundidad en un Andosol de Costa Rica (López y Sancho, 1990).

IMAGEN DE TIPO DE RAIZ firma 2.2

El proceso de infección micorrizica no es inmediato, siendo varios los factores que lo pueden afectar en el caso del pijuayo, como son: presencia del hongo adecuado, efectividad de la especie fungosa micorrizica, competencia con otros microorganismos del suelo, textura y humedad del suelo, contenido de P disponible en el suelo, la aplicación de fungicidas y la esterilización del suelo en el vivero, entre otros. No existe inóculo producido a nivel comercial para el pijuayo, por lo que en el caso del manejo de las plantas en vivero se recomienda que la tierra que se utilizará para preparar el sustrato no sea esterilizada ni reciba aplicaciones de fungicidas y, de ser posible, se utilice sin tamizarla, a fin de no eliminar las raíces que son fuente natural de inóculo. La mezcla con suelo proveniente de bosques y plantaciones donde existan micorrizas es aconsejable para tener mayor probabilidad de desarrollar éstas.



2.3 FLORACION NATURAL Y FRUCTIFICACION

2.3.1 Floración

El pijuayo es una planta monoica que forma entre 1 y 20, con media entre 6 y 8, inflorescencias al año. Las inflorescencias, también llamadas panículas (aunque podría considerarse un cincinio), se originan en las axilas de los anillos de hojas senescentes, observándose a mitad del tallo, mientras que la corona de hojas está en el ápice del tallo. La floración en la Amazonía peruana se da entre Junio y Setiembre, con la cosecha alrededor de cuatro meses más tarde. También se observa una floración menor en los meses de Marzo y Abril. Las primeras inflorescencias se producen al tercer año del trasplante, encontrándose casos de tipos cultivados en suelos de alta fertilidad que empiezan a producir al segundo año. En condiciones de adecuada polinización y fructificación cada inflorescencia da lugar a un racimo.

La inflorescencia consiste de un eje central y gran número de ramificaciones laterales simples (comúnmente denominadas espigas), cada una de ellas cubierta por numerosas flores masculinas pequeñas, de color que varía entre crema a amarillo claro, y menor cantidad de flores femeninas. Las flores masculinas se encuentran en proporción que varía por condiciones climáticas y genéticas. La flor femenina es tricarpelar, sincárpica y unilocular, sésil, sin estilo, con el estigma formado por la unión incompleta de los ápices de los carpelos, quedando un canal comunicador en el lóculo. Estas características morfológicas del gineceo, a las que hay que agregar la producción de olor por las flores masculinas para la atracción de insectos, facilitan la polinización entomofila. Por otro lado, por su mayor tamaño las flores femeninas sobresalen sobre las flores masculinas, y presentan un estigma compuesto, ya que la corona no alcanza a cubrir el ovario, lo cual unido al gran número de flores masculinas presentes en una inflorescencia parece favorecer la polinización anemófila, la que también puede ser facilitada por la posición prominente de la inflorescencia en el tallo. Ocasionalmente se encuentran plantas que poseen flores hermafroditas, en reemplazo de las femeninas (Mora-Urpí *et al.*, 1984).

La espata que envuelve la inflorescencia, al abrirse constituye un paraguas protector y provee un ambiente favorable para algunos insectos. Cuando se pasa la mano sobre las espigas expuestas, da la sensación de estar cubiertas por polen, pero en realidad la sensación lo produce la presencia de gran cantidad de tricomas modificados que sueltos asemejan a los granos de polen (este aún no ha sido liberado). Asimismo, produce un fuerte olor, apreciable desde alrededor de 10 m de distancia, que desaparece 24 horas más tarde. La producción de néctar ha sido indicada en la Amazonía, pero no se observa en Costa Rica (Mora-Urpí *et al.*, 1984). Antes de la apertura de la espata se observa un aumento considerable en la temperatura interior, lo que probablemente induzca mayor producción y expansión de anhídrido carbónico, que produce la explosión de la espata a lo largo de la línea de sutura (Mora-Urpí, 1983).

La polinización de las flores de pijuayo comprende un período de tres días y fue estudiada por Essig (1971). Un resumen de estos estudios y otras experiencias en Costa Rica (Mora-Urpí y Solís, 1980; Mora-Urpí, 1983) se presentan en la Figura 2.3.

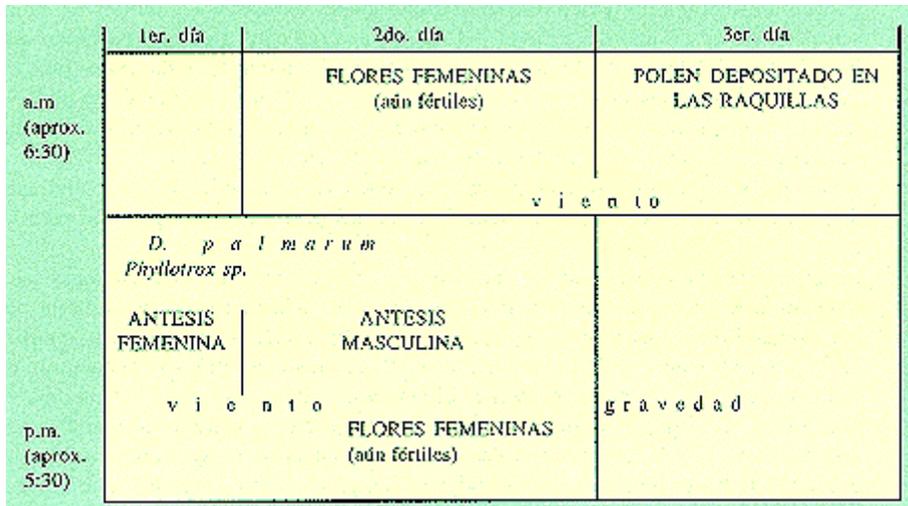


Figura 2.3: Representación esquemática del ciclo de polinización

en *Bactris gasipaes* Kunth. (Mora-Urpí, 1983).

Por otro lado, Mora-Urpí y Solís (1980) en Costa Rica, indican las siguientes características para la polinización natural del pijuayo:

1. El ciclo de polinización de esta palmera es de tres días.
2. Las flores masculinas y femeninas son unisexuales y se encuentran en la misma inflorescencia.
3. La antesis femenina ocurre en todas las flores de una inflorescencia al mismo tiempo.
4. El momento de la antesis femenina se determina fácilmente porque coincide con la apertura de la espata que encierra la inflorescencia. Generalmente ocurre entre las 5 p.m. y las 6 p.m., pero puede variar entre 3 p.m y 7 p.m.
5. La fertilidad femenina se mantiene durante un mínimo de 24 horas.
6. La antesis masculina ocurre 24 horas después de la apertura de la espata e inicio de la antesis femenina. Se diagnostica porque las flores masculinas se desprenden casi inmediatamente después.
7. De lo anterior se deduce que la floración no es totalmente proterógina, porque el período de fertilidad femenina se superpone con el de fertilidad masculina.
8. Se presentan dos picos de concentración de polen en el aire en una plantación.
 - a. Uno a las 6 p.m. que corresponde a la antesis masculina.
 - b. Otro a las 6:30 a.m., cuyo polen proviene de la liberación del que quedó depositado durante la antesis en los raquis de la inflorescencia la tarde anterior. Dicho polen se encontraba entonces húmedo y ahora, ya seco, es acarreado por el viento (Figura 2.3).

9. La menor concentración o ausencia de polen en el aire se encuentra entre las 9 a.m. y las 4 p.m.

10. El principal polinizador de las razas occidentales de pijuayo es el curculiónido *Derelomus palmarum* (1.5 mm de longitud, color café claro, cuerpo cubierto de cerdas y probosis larga) y de las razas amazónicas es *Phyllotrox* sp, curculionidos de mayor tamaño que el anterior y que probablemente pueden distribuir el polen en un radio no muy extenso. Estos insectos de pequeño tamaño, arriban por millares al abrirse la espata y parten 24 horas más tarde, durante la antesis masculina.

11. El viento es el segundo agente polinizador de importancia, pero el rango de dispersión efectiva del polen es menor que el llevado a cabo por *Derelomus* o *Phyllotrox*.

12. Otros insectos que tienen papel secundario en la polinización del pijuayo son tres especies de abejas: *Trigona (Trigona) silvestriana* Vachal, abeja negra de tamaño mediano, poco numerosa; *Trigona (Partamona) testacea-musarum* Cockerell, abeja castaño claro, con número variable y *Trigona (Partamona) cupira* Smith, abeja negra pequeña, siempre presente y numerosa. Una mosca de la familia Drosophilidae, así como insectos *Cyclocephala* también pueden tener efecto polinizador. En el caso de las abejas *Trigona* y de *Cyclocephala* tienen capacidad para transportar polen a distancias mayores que los curculionidos.

13. La fuerza de gravedad es otro agente polinizador que adquiere importancia cuando las plantas tienen algún grado de autocompatibilidad.

14. Existe un sistema de autoincompatibilidad que parece ser un carácter genético cuantitativo.

15. La xenogamia es preponderante en la polinización natural del pijuayo, pero queda lugar para que ocurra algún grado de geitonogamia. Esta última varía en importancia con el grado de autoincompatibilidad genética que presenta la planta; con el número de estípites que posea la cepa, ya que a mayor número de tallos corresponde una mayor producción de inflorescencias aumentando las posibilidades de autopolinización, y con la densidad de plantas en la población, porque en aquellas con mayor densidad la posibilidad de cruzamiento es mayor y por lo tanto menor la de autofecundación.

16. Si las inflorescencias se separan de la planta cuando aún la espata no se ha abierto, pueden completar su ciclo de floración si la base del raquis se sumerge en agua inmediatamente después de la separación.

2.3.2 Periodicidad de la floración

Las observaciones de Mora-Urpí (1983) en plantas de pijuayo en Costa Rica, pueden ser utilizadas para entender la periodicidad que normalmente se observa en la floración y, consecuentemente, en la producción de frutos por esta palmera.

Es necesario tener presente que las yemas axilares en el pijuayo se diferencian a partir del meristema apical, al mismo tiempo o casi al mismo tiempo que la fronda que acompaña a cada una. Por este motivo, se observa una gradación en edad y tamaño, que corresponde a la de las hojas. De esto se infiere que, teóricamente, cada tallo adulto

puede producir tantas inflorescencias como hojas. De lo anterior también se deduce que la inducción y diferenciación de las yemas florales en plantas adultas, es controlada exclusivamente por la edad. No hay evidencia de algún efecto del fotoperíodo, la temperatura o precipitación. Sin embargo, la floración es periódica (Mora-Urpí, 1983).

Según Mora-Urpí (1983), esta periodicidad es debida a dos factores fundamentales:

a. Inicio de las lluvias después de un período seco. El período seco actúa como un agoste natural y reduce al ritmo de crecimiento vegetativo. La mayor disponibilidad de agua con las lluvias induce el inicio de la fase de crecimiento rápido de las yemas florales, al mismo tiempo que el de las hojas. Esta fase de rápido crecimiento es la más crítica en el ciclo de floración.

b. Estado de nutrición de la planta. Si la planta no posee suficientes reservas alimenticias, las yemas florales abortan al tratar de crecer rápidamente, pero a diferencia de la palma africana (*Elaeis guineensis*) cuyas yemas abortan de acuerdo con un tamaño determinado, las del pijuayo abortan en cualquier estado, una vez iniciada la fase de rápido desarrollo. En los años en que la cosecha anterior ha sido grande y tardía, puede suceder que la planta quede tan débil que ninguna yema floral desarrolla hasta la antesis durante todo un año. Como norma, después de la cosecha sigue un período de abortos hasta que el estado nutricional de la planta le permita desarrollar las inflorescencias hasta su madurez.

Los factores relacionados con el estado de nutrición de la planta, también afectan la rapidez del desarrollo de las yemas que alcanzarán la madurez. Una cosecha muy abundante deja a la planta agotada y reduce su ritmo de crecimiento. La cercanía entre la última cosecha y la siguiente floración tienen el mismo efecto, así como el grado de sequedad del suelo, especialmente durante los períodos secos. Posiblemente la temperatura y lógicamente la fertilidad del suelo y el genotipo de la planta sean factores que también influyen en el ritmo de crecimiento de la inflorescencia.

De lo anterior se deduce que existen dos situaciones que pueden conducir a variaciones en la fecha de floración:

a. Dentro de una misma población, las plantas con mejor nutrición inician la floración más temprano. La diferencia estriba, fundamentalmente, en que presentan un menor número de yemas abortivas entre floraciones y que transcurre menos tiempo en el desarrollo de las inflorescencias. Esto se debe no sólo a los factores citados, sino también a que las yemas inician con un tamaño mayor la fase de crecimiento rápido.

b. Entre poblaciones de distintas regiones o en la misma región pero en distintos años, la diferencia en la distribución de los períodos secos es el factor principal que afecta la época de floración y cosecha y, en segundo término, el grado de luminosidad y la temperatura.

Las yemas que se estimulan para comenzar la fase de crecimiento rápido son únicamente las que han alcanzado cierta edad y tamaño mínimo. Las hojas en cuyas axilas se encuentran estas yemas, han muerto o están próximas a morir, de tal manera que se desprenden antes de que la inflorescencia alcance su desarrollo completo. Las yemas

asociadas con frondas jóvenes no responden al estímulo de las lluvias y continúan desarrollándose lentamente hasta la floración de la siguiente estación.

En el caso de las plantas jóvenes que recién entran en producción, la primera floración es errática, si se le compara con una población de plantas adultas. Posiblemente, sea porque la planta se comporta más acorde con la edad de las yemas, haciendo que el efecto de la distribución de las lluvias sea mínimo.

Cuando la floración se produce fuera de temporada o en la temporada de baja floración, es posible que falte fuente de polen, lo que conduce a una polinización cruzada deficiente, y la formación de racimos con pocos frutos, frecuentemente partenocápicos. En términos generales la caída de frutos pequeños, los racimos con bajo número de frutos o con frutos partenocápicos, puede considerarse como una medida de la eficiencia de la polinización.

Tomando en cuenta que la floración está regida por la distribución de las lluvias, es posible predecir, a groso modo, si una cosecha será buena o mala con base en la distribución de las lluvias del año anterior a la cosecha (Mora-Urpí, 1983). Por ejemplo: a) cuando el período seco y la reiniciación de las lluvias ocurren poco después de la cosecha anterior, gran número de yemas florales abortará, ya que las plantas no estarán preparadas para sostener el rápido crecimiento de las yemas estimuladas; b) cuando se presentan lluvias durante el período seco la carencia de un grado adecuado de humedad en forma continua provoca el aborto de las yemas que iniciaron el crecimiento rápido; c) cuando la cosecha del año anterior fue abundante la siguiente será generalmente inferior, pero el grado de diferencia depende de los factores mencionados que afectan la época de floración. Algunas plantas mantienen una alta floración y producción en años consecutivos, pero la mayoría tardan más de un año (hasta tres y cuatro años) para volver a tener una buena fructificación.

2.3.3 Fructificación

Cada racimo tiene entre 10 y 120 frutos. Estos son de forma cónica a ovoide, que varía a elipsoidal y a aplanada, miden tres a cinco cm de largo, tienen epicarpio liso y brillante, color amarillo a rojo o mezclas de estos colores. La parte comestible está constituida por el mesocarpio, el cual es grueso, color blanquecino, amarillo hasta naranja-rojizo, con fibras cortas y escasas, y contenido variable en aceite. A la maduración los racimos pueden tener más de 100 frutos, pesando cada fruto entre 1 y más de 100 g (Cuadro 2.1), con el racimo llegando a tener hasta 15 kg.

Cada fruto tiene una sola semilla de color blanco y aceitosa, la cual está cubierta por un endocarpio duro. Se encuentran frutos sin semillas, por deficiencia en la polinización, en este caso el mesocarpio es frecuentemente color amarillento.

2.4 RAZAS Y POBLACIONES DE PIJUAYO

El pijuayo fue clasificado por primera vez por Humboldt, Bonpland y Kunt (1816, citado por Clement, 1988) como *Bactris gasipaes*, después de lo cual varios taxonomistas lo clasificaron como *Guilielma speciosa*, *G. insignis*, *G. macana*, *G. chontaduro*, *G. utilis*, *G. tenera*, entre otros.

Las razas de pijuayo se incluyen en dos grupos: oriental y occidental. Las que se encuentran al este de la cordillera de los Andes, en lo que es la cuenca amazónica y la cuenca del Orinoco, constituyen las razas orientales. En cambio, las que se encuentran al oeste de la cordillera de los Andes, en el valle del Cauca, la zona del Chocó, Colombia, en Panamá y Costa Rica, se conocen como las razas occidentales.

Las expediciones efectuadas para colectar germoplasma de pijuayo han identificado poblaciones con características peculiares que las diferencian entre sí y que permiten agruparlas en razas, las cuales han recibido la denominación de la localidad donde fueron encontradas por primera vez o donde se observó que predominaban. Es así que se tienen razas con nombres de ríos (Pastaza, Cauca, Tigre, etc), de localidades (Pampa Hermosa), de estados o departamentos (Acre, Pará) o con nombres locales (Tembe, chontilla). Aún existen muchas zonas geográficas que no han sido colectadas. En el Cuadro 2.1. se presenta la relación de las razas identificadas al presente.

Cuadro 2.1: Distribución geográfica y principales características del fruto de poblaciones silvestres y cultivadas de pijuayo

GRUPO RACIAL	DISTRIBUCION	NOMBRE	LOCALIDAD MUESTREADA	FORMA FRUTO	DE PESO FRUTO (g)	DE PESO SEMILLA (g)
MICROCARPA: SILVESTRE	ORIENTAL	Acre	Brasil: Río Branco y Rondonia	Cónico	1.2	1
	OCCIDENTAL	Ca-Pu	Colombia: Río Alto Caquetá y río Putumayo.	Cónico-ovalado	8.6	2
G.ciliata		Perú: Río Huallaga, río Ucayali	Redondeado	4.4	1.6	
G.insignis		Bolivia: Sta. Cruz, Chapare, Alto Beni	Cónico-Alargado	5.6	1.7	
G.chontaduro		Colombia: Valle de Cauca	Ovoide	8.7	1.4	
chontilla		Ecuador: Esmeraldas	Cónico-ovalado	5.5	2	
Darien		Panamá: Darien Colombia: Chocó	Cónico-ovalado	2	1	
G.macana		G. caribea				
MICROCARPA: CULTIVADA	ORIENTAL	Terube	Bolivia: Chapare, Sta.Cruz, Alto Beni	Cónico	12	1.7
OCCIDENTAL	Pará	Brasil: Pará	Cónico	20	2.6	
	Juruá	Brasil: Río Juruá	Cónico	20	2.5	
	Cauca	Colombia: Valle de Cauca	Cónico	18	2.5	
	Tuira	Panamá: Darien	Cónico	18.3	2.6	
MESOCARPA	ORIENTAL	Pampa	Perú: Pampa Hermosa (Loreto)	Cónico-alargado	36.4	2.5
	OCCIDENTAL	Pastaza	Ecuador: Pastaza	Cónico	23	2.6
		Solimoes	Brasil: Río Amazonas-Solimoes	Cónico	41.9	4.1
		Inirida	Colombia: Ríos Inirida, Guaviare	Cónico-achatado	62.5	4.6
	OCCIDENTAL	Utilis	Panamá y Costa Rica: Costa Pacífica y Atlántica	Cónico-ovalado	51	3.7
		Rama	Nicaragua: Costa Atlántica	Cónico	30.7	2.1
		Tigre	Perú: Río Tigre	Cónico	63.5	5.6
MACROCARPA	ORIENTAL	Vaupes	Colombia: Río Vaupes, río Negro	Cónico-achatado	138.8	8.8
		Putumayo	Colombia,Perú: Putumayo; B.Constansa; Ecuador: Alto río Napo.	Río Brasil: Cónico-ovalado	110.7	3.1

En el territorio comprendido entre los paralelos 16°N y 17°S, indicados anteriormente, se encuentran varias poblaciones de microcarpa silvestres diferenciables claramente entre ellas. Según Mora-Urpí (1993), de este complejo de poblaciones silvestres, es bastante claro que han sido domesticadas en diferente grado las siguientes: *Guilielma insignis* Martius en Bolivia; *G. ciliata* (Ruiz & Pavon) Wendl. (sinónimos *G. microcarpa* Huber y *B. dahlgreniana* Glassman) en Perú; "chontilla", una especie aún no descrita, en Ecuador; *G. chontaduro* Triana ("chinamato") en Colombia, *G. macana* Martius en Venezuela y

posiblemente una especie de la población "Caqueta-Putumayo", en Colombia y otra de la población "Darién" en Panamá.

Las poblaciones de microcarpa silvestres y los cultivares derivados de la domesticación de estas poblaciones, se agrupan en base a sus similitudes morfológicas y a su distribución geográfica, en familias de razas. Las posibles familias descritas por Mora-Urpí *et al.*, (1993) se presentan a continuación. La distribución geográfica de estas familias se presenta en la Figura 2.4.

A nivel del agricultor, la diferencia entre las razas de pijuayo descritas anteriormente tiene un efecto práctico. El agricultor está más interesado en que semilla debe utilizar para obtener un árbol que produzca más, en el más breve plazo y por mayor tiempo. Cuando la siembra del pijuayo se realiza para producir frutos, entonces el agricultor también busca que produzca frutos grandes, con sabor agradable, en cuyo caso busca semilla de las razas mesocarpa y macrocarpa. Pero, la casi totalidad de las siembras que se están efectuando son para la producción de palmito. En este caso, lo que se busca es un crecimiento rápido, alta capacidad de macollaje, buen vigor, buena proporción de palmito en el tallo y persistencia de la plantación. Las razas que se están utilizando para este fin son las mesocarpas, las cuales, tienen la ventaja de un menor peso de semilla (promedio alrededor de 3 g) con respecto a las macrocarpa (5 a 6 g/semilla), lo que, debido a que la semilla se comercializa por peso tiene su efecto en el costo.

2.5 COMPOSICION DEL PALMITO Y DEL FRUTO

El objetivo de este manual es presentar las pautas para el cultivo de pijuayo para palmito, el principal uso empresarial en la Amazonía. Sin embargo, el mayor uso alimenticio para muchos de los habitantes de la región es el fruto. Por este motivo, es conveniente completar la información presentada, con la composición del fruto.



Figura 2.4: Principales familias raciales del pijuayo cultivado (Mora-Urpí et al., 1993).

2.5.1 Composición del palmito.

El tallo cosechado al cual se le han quitado dos envolturas externas (capa 1 y 2), quedando solamente con dos envolturas internas (capa 3 y 4) para protección del palmito (Figuras 2.5 y 2.6), tiene peso promedio de 755 g y la siguiente composición: 59.6% de cáscara, 14.6% de parte basal constituida por los internudos, 10.7% de hojas abiertas o "punta" y 15% de palmito aprovechable (Villachica *et al.*, 1994a). El palmito así obtenido, constituido por los primordios foliares que están en el centro es conocido como corazón de palmito (no incluye la capa 4) ó como palmito industrial (las hojas que han empezado a abrir constituyen la "punta"), tiene la composición química que se indica en el Cuadro 2.2.

En este cuadro se observa que el producto tiene alrededor de 90% de agua, 2.94 a 4.74% de proteínas y 0.57 a 1.01% de fibra, entre otros.

Cuadro 2.2: Composición química del palmito de pijuayo sin procesar % en base húmeda).

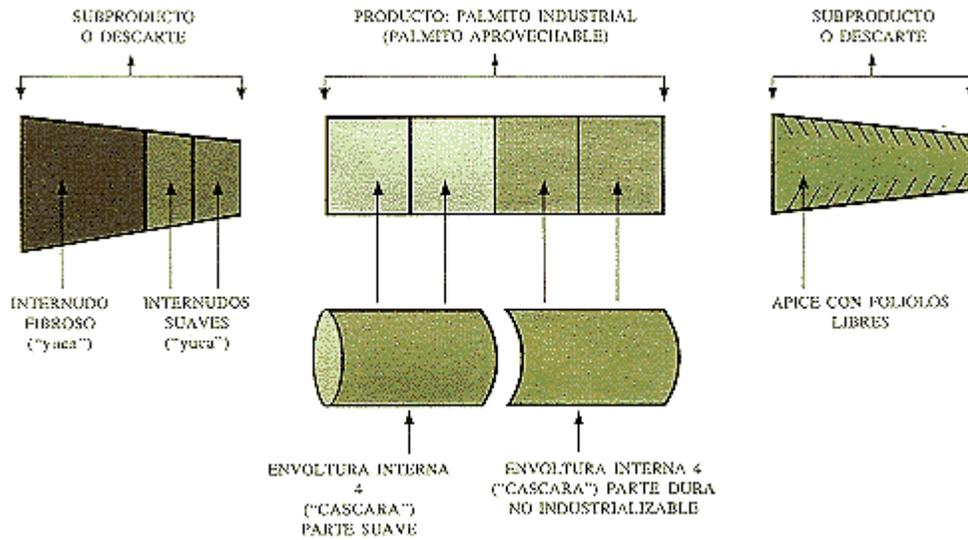
Componente	D'Arrigo1_	D'Arrigo2_	Urro3_
Humedad (%)	91.43	91.42	87.85
Sólidos totales (%)	8.15	8.58	12.15
Proteínas (%)	3.21	2.94	4.74
Fibra (%)	0.57	1.01	0.68
Grasa (%)	0.75	0.64	0.36
Ceniza (%)	1.04	0.89	0.78
Carbohidratos (%)	2.58	3.03	6.27
Azúcares reductores	—	—	0.18
pH (20°C)	5.9	5.9	5.8
Acidez (mg.Ac.cítrico)	0.12	0.13	0.12

1_ / D'Arrigo, 1993. Palmito de plantas de desarrollo precoz.

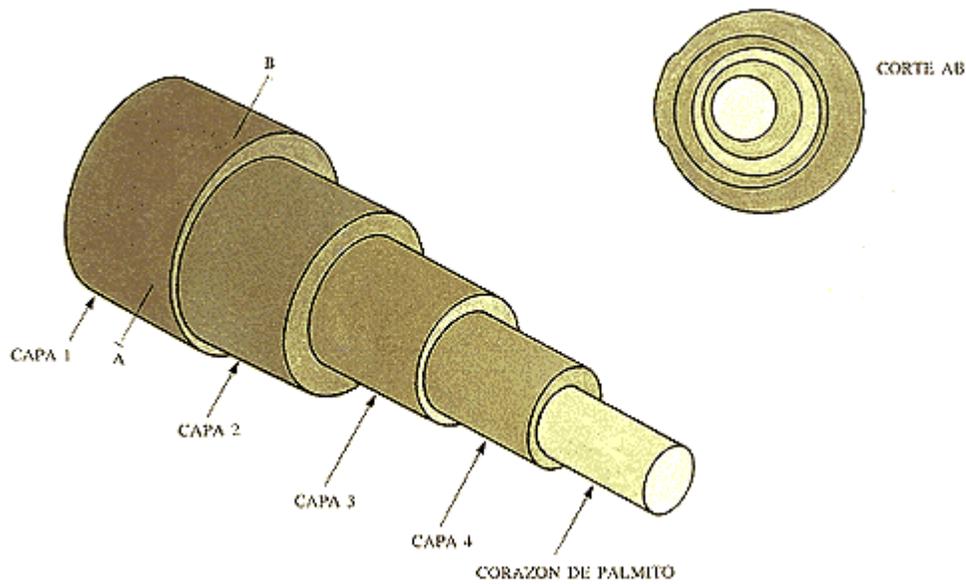
2_ / D'Arrigo, 1993. Palmito de plantas de desarrollo normal.

3_ / Urro, 1990. Palmito de plantas de desarrollo normal.

Este palmito es sometido a acción del calor y de una solución de gobierno en base a sal y ácido cítrico con la cual es envasado. Análisis efectuados en palmito enlatado y almacenado por 90 días (Cuadro 2.3) muestran valores similares a los indicados anteriormente, con pequeñas variaciones debidas al proceso. El pH de estas muestras está entre 4.0 y 4.2 y es menor al del palmito fresco (pH 5.9, Cuadro 2.2), debido a la adición de ácido cítrico en la salmuera.



Cuadro 2.5: Componentes del palmito cosechado en el campo. Adaptado de Mora-Urpí (1995b)



Cuadro 2.6: Corte transversal del tallo de palmito mostrando las cuatro envolturas o capas y el palmito puro o corazón de palmito.

Cuadro 2.3: Composición físico-química de conservas de palmito de pijuayo y almacenado por diferentes períodos (D'Arrigo, 1993).

COMPONENTE	DIAS DE ALMACENAJE			
	0	30	60	90
Peso bruto (g)	640	640	625	641
Peso neto (g)	557	553.6	545	558
Peso escurrido (g)	409	400.16	411	404
Volumen líquido (ml)	150	152.66	130	154
Densidad relativa (g/ml)	1	1.03	1.03	1.01
Sólidos solubles (Be)	3	2.73	3	2.8
pH (20°C)	4.12	4.03	3.96	4.05
Acidez (g Ac. cit/100 g)	0.41	0.42	0.41	0.41
Presión de vacío (hg")	15	14	15	15
Humedad (%bh)	90.07	90.4	91	90.05
Sólidos totales (%bh)	9.3	9.6	9	9.95
Fibra (%bh)	0.85	0.83	0.77	0.82
Grasa (%bh)	0.71	0.69	0.76	0.84
Proteínas (%bh)	3.2	3.15	3.26	3.06
Cenizas (%bh)	1.4	1.67	1.11	1.56
Carbohidratos (%bh)	3.14	3.26	3.1	3.67

Este análisis proximal del palmito indica que su composición está dentro de lo que se conoce para otras hortalizas comestibles (D'Arrigo, 1993) y es similar al espárrago blanco, excepto en su menor contenido de carbohidratos (alrededor de 3.0% en el palmito y 6.7% en el espárrago). Con relación al palmito obtenido de otras palmeras, el palmito de pijuayo presenta un mayor contenido de proteínas y mayor valor energético, con las demás características similares, tal como se aprecia en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4: Composición del palmito obtenido de *Bactris gasipaes*, *Euterpe oleracea*, *Euterpe longepetiolata* y *Acrocomia mexicana*.

COMPONENTE	Unidad	B.gasipaes1/	B.gasipaes2/	E. edulis2/	E.longipetiolata1/	A.mexicana1/
Humedad	%	87.9	88.4	90.8	91	87.6
Proteínas	%	4.7	2.3	2.2	2.2	2.4
Valor energético	Kcal	45.7	49.6	18.3	26	39
Grasa	%	0.4	2.2	2.5	0.2	0.4
Carbohidratos	%	6.3	4	2.1	5.2	8.4
Fibra	%	0.7	1.1	1	0.6	0.7
Cenizas	%	0.8	1.2	1.4	1.4	1.2

1_/ Urro, 1990 2_/ Ferreira y Paschoalino, 1988.

2.5.2 Composición del fruto

Composición del racimo

Es frecuente observar variación en la composición de los racimos, especialmente en el peso y número de estos por planta y el número de frutos por racimo, tanto en la Amazonía como en las otras zonas donde se cultiva pijuayo (Cuadro 2.5). La mayoría de los tipos cultivados corresponden a razas de la población mesocarpa, las que tienen número intermedio de frutos y frecuentemente racimos de mucho mayor peso. Sin embargo, se observa variación la que puede llevarse a diferencias en las poblaciones y en las mismas razas de pijuayo. Los datos de Piedrahita y Velez (1982) en la costa del Océano Pacífico de Colombia indican un bajo peso del racimo y bajo número de frutos por racimo, lo cual según los autores puede deberse a problemas fitosanitarios, aunque no debe descartarse la posibilidad de deficiencias en la polinización. En el caso de Arkcoll y Aguiar (1984), posiblemente el bajo peso de racimos sea resultado de la inclusión de muestras de razas de microcarpa, las cuales frecuentemente presentan un bajo peso y alto número de frutos por racimo.

Cuadro 2.5: Composición de los racimos de pijuayo en diferentes localidades. Adaptado de Clement (1990) y Vargas (1993).

Localidad	Autor	Peso de racimo (Kg)	Número frutos	Razón Fruto/Racimo
Colombia, Zona Pacífico	Piedrahita/Velez, 1982	3.3	61	87
Brasil. Manaus	Arkcoll/Aguiar, 1984	3.6	96	93
Amazonía	Clemen/Mora-Urpí, 1985	7.9	149	96
Perú. Iquitos	Vargas, 1993	5.1	122	94

Composición del fruto.

Las numerosas clases de frutos de pijuayo que se observan en la amazonía peruana, se encuentran representados en cinco ideotipos identificados en base al color del exocarpo, color del mesocarpo y al contenido de aceite en la pulpa (Cuadro 2.6). En plantas con espina en el tallo, se observa que el número de racimos por planta está entre 8 y 16, el número de frutos por racimo está entre 82 y 244 y el número de frutos por planta está entre 656 y 1,616, correspondiendo el mayor número de frutos al mayor número de racimos, pero no al número de frutos por racimo. El peso de cada fruto varía entre 23 a 40 g, siendo el menor peso en los que provienen de racimos con 244 frutos.

Cuadro 2.6: Principales características de los frutos de cinco ideotipos de pijuayo del Perú. Adaptado de Vargas (1993).

IDEOTIPO	DIAM. MAYOR (cm)	DIAM. MENOR (cm)	COLOR EXOCARPO	BRILLO EXOCARPO	COLOR MESOCARPO	ACEI MESO
1	4.3	3.3	Amarillo	Intermedio	Crema Amarillo	Poco
2	4.3	3.4	Anaranjado	Poco	Amarillo Anaranjado	algo
3	4.1	3.1	Anaranjado	Intermedio	Amarillo Anaranjado	algo
4	3.4	2.5	Anaranjado	Intermedio	Anaranjado	medio
5	4.1	3.1	Anaranjado	Intermedio	Anaranjado	medio

La composición promedio de frutos de pijuayo provenientes de la costa del Pacífico de Colombia, de la zona de Manaos, Brasil, de varias localidades en la Amazonía y de la zona de Iquitos, Perú, se presenta en el Cuadro 2.7. Los resultados muestran que el peso promedio está entre 31 y 58 g por fruto, aún cuando existen razas con pesos mayores y menores. La semilla representa entre 5.5 y 11.6% del peso del fruto, siendo mayor su contribución en los tipos de frutos pequeños. El mesocarpio representa entre 72.0 y 80.8% del fruto, mientras que la pulpa constituye entre 89.4 y 92.8% del fruto. La menor participación del mesocarpio indicada por Vargas (1993), posiblemente se deba al proceso de separación de la semilla, la cual incluyó, en este caso, partes del mesocarpio.

Cuadro 2.7: Composición de los frutos de pijuayo procedente de diferentes localidades. Adaptado de Clement (1990) y Vargas (1993).

Localidad	Autor	Peso de fruto	Peso de semilla	Mesocarpio	Pulpa
		(g)	(g)	(%)	(%)
Colombia. Zona Pacífico	Piedrahita y Velez, 1982	50	3.6	80.8	92.8
Brasil. Manaus	Arkcoll y Aquiar, 1984	35	2.9	76.1	90.3
Amazonía	Clement y Mora-Urpí, 1985	58	4.1	—	91.7
Perú. Iquitos	Vargas, 1993 (hojuelas secas)	31	3.6	72	89.4

Composición del mesocarpio.

El mesocarpio del fruto de pijuayo presenta pH que varía entre 5.8 y 6.6 (Cuadro 2.8). El contenido de agua en los frutos varía por aspectos genéticos, por razones climáticas y por el período de almacenaje, entre otros, estando en el rango de 49.9 a 61.8%. El contenido de grasa y de los otros componentes químicos depende de aspectos genéticos, así como de la metodología de muestreo y de determinación en el laboratorio. Los resultados informados en la literatura indican una fuerte variabilidad, correspondiendo ésta en primer lugar a la gran variabilidad genética existente en el pijuayo. El contenido de grasa varía entre 8.7 y 23.0%, mientras que las proteínas varían entre 6.1 y 9.8%, la fibra entre 0.8 y 9.3% y los carbohidratos entre 59.7 y 81.0%. Los resultados reportados para Brasil corresponden a promedios de muestras de frutos con alto contenido de grasas y aceites. Los resultados reportados por Vargas (1993) corresponden a hojuelas de mesocarpio secas a la estufa, materia prima utilizada para la preparación de harina, con característica de ser baja en contenido de grasa.

Cuadro 2.8: Composición química del mesocarpio de varios ideotipos de pijuayo (% base seca). Adaptado de Clement (1990) y Vargas (1993).

MUESTRA	pH	HUMEDAD	ACEITE	PROTEINA	FIBRA	CENIZAS	CARBOHID.
Brasil 1/	—	55.7	23	6.9	9.3	1.3	59.7
Colombia 2/	—	49.9	11.5	9.8	2.8	2.4	73.7
Costa Rica 3/	—	56.7	8.3	6.1	3.6	2.1	79.9
Perú, Ideotipo 1 4/	6.6	61.8	8.7	8	0.9	1.4	81
Perú, Ideotipo 2 4/	5.8	58	12.9	7.7	0.9	1.6	77.8
Perú, Ideotipo 3 4/	5.9	56.1	18.1	6.9	0.9	1.4	72.3
Perú, Ideotipo 4 4/	6.4	53.2	16.1	8.4	0.9	1.4	72.2
Perú, Ideotipo 5 4/	6.2	57.1	13.3	9.1	0.8	1.5	75.3

1/ Arkcoll y Aguiar, 1984

2/ Piedrahita y Velez, 1982

3/ CIPRONA, 1986

4/ Vargas, 1993 (hojuelas secas).

Contenido de aminoácidos en las proteínas.

Si bien existe variabilidad en el contenido de proteínas de los diferentes genotipos y fenotipos de pijuayo, también se encuentra diferencia en la composición de estas proteínas, medida a través del contenido de aminoácidos. Las proteínas presentes en el mesocarpio tienen todos los aminoácidos esenciales (Cuadro 2.9), aunque en menores niveles que otros alimentos como el trigo y el maíz. El contenido de lisina, histidina, treonina, valina, leucina y fenilalanina, está alrededor o en la cantidad requerida por los patrones establecidos por la Organización Mundial para la Salud y por la FAO.

Cuadro 2.9: Contenido de aminoácidos en las proteínas del mesocarpio de pijuayo (% por g de nitrógeno). Adaptado de Clement (1990) y Vargas (1993).

Amino ácido	Piedrahita y Velez (1982)	Zapata -1972	Zumbado y Murillo (1984)	Patron FAO/OMS
Lisina 1/	4.22	4.6	4.12	4.2
Histidina 1/	2.72	2	1.76	2.2
Arginina 1/	7.26	9.2	1.76	—
Acido aspártico	4.99	4.6	n.i 2/	—
Treonina 1/	2.91	2.5	3.53	2.6
Serina	3.75	3.6	n.i 2/	—
Acido glutámico	4.68	6.3	n.i 2/	—
Prolina	2.7	2.9	n.i 2/	—
Glicina 1/	3.21	4.5	5.29	—
Alanina	4.14	3.6	n.i 2/	—
Cisteina	trazas	—	n.i	—
Valine 1/	2.76	2.7	3.73	4.2
Isoleucina 1/	1.96	1.7	3.14	4.2
Leucina 1/	2.63	2.6	5.49	4.8
Metionina 1/	1.46	1.3	1.57	2.2
Tirosina 1/	1.65	1.4	2.75	—
Fenilalanina 1/	1.82	1.3	2.75	2.8
Triptofano 1/	0.92	n.i 2/	n.i 2/	—
Proteína % (peso seco)	9	5.7	5.1	—

1/ Aminoácido esencial. 2/ n.i: No informado.

Contenido vitamínico.

Tradicionalmente se considera a los frutales y verduras como excelentes fuentes de vitaminas. Es así que se conoce a la zanahoria como fuente de vitamina A (caroteno) y a la naranja y las fresas como fuentes de vitamina C (ácido ascórbico). El pijuayo tiene un adecuado contenido de caroteno, el cual es comparativamente similar a la zanahoria (Cuadro 2.10), sin embargo, este contenido de caroteno varía en función al genotipo de pijuayo, siendo mayor en las frutas con color anaranjado a rojizo.

El contenido de tiamina en el mesocarpio de pijuayo está en rangos similares a la fresa, guanábana y zanahoria, pero en menor cantidad que en los otros frutales (Cuadro 2.10).

En cambio, el contenido de niacina en la pulpa de pijuayo es alto y superado solamente por las anonaces (chirimoya y guanábana). Si bien el pijuayo no constituye una fuente con alta concentración de vitamina C, como lo es la naranja o el camu camu (Villachica *et al.*, 1996), debe resaltarse que su tenor en esta vitamina es similar a otras fuentes como la guanábana y el mango.

Cuadro 2.10: Contenido de vitaminas en algunos frutales(mg por 100 g de parte comestible)

ESPECIE		Caroteno	Tiamina	Ribofl.	Niacina	Ac.Asc.
Aguaje	Mauritia flexuosa	4.58	0.12	0.17	0.3	0
Chirimoya	Annona cherimoya	0	0.09	0.16	1.62	3.3
Fresa	Fragana vesca	0.05	0.04	0.05	0.26	42
Guanábana	Annona muricata	0	0.05	0.06	1.69	19
Mango	Mangifera indica	1.03	0.03	0.11	0.39	24.8
Naranja	Citrus sinensis	0.05	0.09	0.04	0.36	92.3
Pijuayo	Bactris gasipaes	0.91	0.05	0.28	1.38	22.6
Zanahoria	Daucus carota	1	0.04	0.04	0.18	17.4

Fuente: Collazos *et al*, (1975).

Composición del aceite.

Como anteriormente se indicó, existen razas silvestres y tipos de pijuayo que tienen un alto contenido de aceite en el mesocarpo, siendo frecuente encontrar alrededor de 20% (Cuadro 2.8) y excepcionalmente frutos de tamaño pequeño con más de 50% de aceite en el mesocarpo (Arkcoll y Aguiar, 1984).

El contenido oleaginoso en el mesocarpo de pijuayo se encuentra en valores cercanos al contenido de aceite en el pericarpo de la palma aceitera (22 a 25%). La composición de estos aceites es similar, aunque el pijuayo tiene menores niveles de ácidos grasos saturados y mayor proporción de ácidos grasos no saturados que el aceite de palma (Cuadro 2.11). Se puede encontrar tipos de pijuayo con hasta 70% de los aceites en forma no saturada, lo cual compara favorablemente con el aceite de olivo, considerado el de mejor calidad para alimentación humana. Sin embargo, queda una fuerte labor de fitomejoramiento, ya que las razas mesocarpa son las que tienen el aceite de mejor calidad, pero menor contenido con respecto a las razas microcarpa.

Cuadro 2.11: Composición de los ácidos grasos del mesocarpio de pijuayo, palma aceitera y olivo (% aceite).

ACIDO GRASO	PIJUAYO 1_ /	PALMA 1_ /	OLIVO 2_ /
Saturados	33.7 a 40.6	47.1	11.8 a 13.2
Palmítico	29.6 a 44.8	42.2	9.4 a 11.2
Esteárico	0.1 a 1.5	4.9	1.4 a 2.0
No Saturados	53.3 a 69.9	51.8	86.5 a 87.4
Palmitoléico	5.3 a 10.5	—	0.0 a 1.5
Oléico	41.0 a 50.3	40.6	76.0 a 80.5
Linoléico	1.4 a 12.5	11.2	6.9 a 8.5
Linolénico	0.0 a 2.0	—	0.0 a 0.5

1_ / Clement (1990)

2_ / Villachica *et al.* (1996)

3.0 ASPECTOS ECOLOGICOS

3.1 CLIMA

El pijuayo está adaptado a un gran rango de condiciones ecológicas, lo cual se evidencia en su amplia distribución en el trópico americano. Desarrolla con buenos resultados en zonas con altitudes desde el nivel del mar hasta los 1,200 m en el Perú y Ecuador. Se cultiva en ambos lados de la cordillera de los Andes y en las costas de Océano Pacífico y del Atlántico (Cuadro 3.1).

Se encuentra natural con mayor frecuencia en zonas con lluvia entre los 1,500 y 6,000 mm/año y es plantado con mejores resultados donde el rango de las lluvias está entre los 2,000 y 3,000 mm/año, y es plantado con mejores resultados donde el rango de las lluvias está entre 1,700 y 4,000 mm/año. La distribución de las lluvias es muy importante; la planta tolera los períodos secos, pero cuando estos son mayores que tres meses, se produce un retardo en el crecimiento del tallo para palmito o una reducción en la fructificación. En este último caso, la capacidad retentiva de humedad por el suelo es muy importante, siendo los efectos más notorios en los suelos arenosos profundos con baja capacidad retentiva de agua.



Cuadro 3.1: Altitud, temperatura y precipitación pluvial de algunas localidades donde se cultiva pijuayo.

PAIS	LOCALIDAD	ALTITUD (m.s.n.m)	TEMPERATURA (°C)	PRECIPIT. (mm/año)
Bolivia	Chapare	450	25	3,000
Brasil	Manaos	48	26.6	2,100
	Belem	30	26	2,000
Colombia	Buenaventura	50	25	6,000
Costa Rica	Turrialba	590	22	2,560
Ecuador	Napo Payamino	249	23.7	3,000
Perú	Pucallpa	148	25.3	1,700
	Yurimaguas	179	26.1	2,440
	Tocache	450	25	2,400
	Iquitos	134	26	2,800

Las temperaturas adecuadas para el buen desarrollo del pijuayo están entre los 24 y 28 °C. Aún cuando el límite superior de la temperatura en la cual crece es difícil de establecer, se conoce que desarrolla normalmente en las condiciones de temperaturas medias de 25 °C o mayores, siempre que haya un adecuado suministro de agua. En relación a las temperaturas mínimas, si bien el pijuayo tolera las bajas temperaturas que se observan en cortos períodos del año en los piedemontes andinos y en la zona sur de la Amazonía (temperaturas nocturnas de 10 a 12 °C), no tolera las heladas prolongadas. Tolerancia a las heladas de período muy corto que se presentan en Sao Paulo, Brasil (C.R. Clement. Comunicación personal).

La temperatura y la distribución de las lluvias determinan la tasa de crecimiento, así como la época de floración y fructificación. Por este motivo, frecuentemente se observa variación en la época de fructificación en una misma zona, dependiendo de la distribución de las lluvias.

Es una planta heliofila, aún cuando en su etapa de establecimiento crece mejor con la presencia de sombra temporal. Las plántulas trasplantadas al campo definitivo se benefician cuando tienen alrededor de 50% de sombra, por ejemplo la proporcionada por otras especies sembradas como cultivos asociados; pero, el desarrollo se restringe si las plantas que le dan sombra no son raleadas o eliminadas oportunamente. Por el contrario, si la plántula de pijuayo es trasplantada al campo definitivo sin considerar la sombra adecuada, entonces el crecimiento inicial es pobre, excepto cuando hay un óptimo suministro de agua (sin que se produzca mal drenaje). Debido a su rápido crecimiento inicial, puede ser asociado con otros cultivos anuales solamente durante el primer año. Si bien en los primeros meses después del trasplante es ayudada por la sombra de los cultivos anuales, para lograr el mayor rendimiento de palmito debe cultivarse a pleno sol, ya que las plantas adultas no toleran la sombra.

3.2 SUELOS

La planta está adaptada a suelos ácidos, con bajo contenido de nutrientes, textura franco arenosa hasta arcillosa y bajo contenido de materia orgánica. En condiciones de bosques naturales las raíces toman los nutrientes de las capas de materia orgánica existentes sobre el suelo, lo cual es también consecuencia de su sistema radical superficial. Justamente, este sistema radical superficial no le permite tolerar condiciones de mal drenaje o napas freáticas muy altas.

Si bien está adaptado a los suelos ácidos de baja fertilidad, produce mejor en los suelos de mayor fertilidad. Posiblemente los mejores suelos para cultivar pijuayo sean los profundos, de textura media, permeables y con buen drenaje, en pendientes planas a ligeras con baja saturación con aluminio y adecuado contenido de materia orgánica. Se debe evitar los suelos pedregosos, con pendientes altas, los que están en posiciones fisiográficas cóncavas y los suelos con mal drenaje, por no ser los más adecuados para el mejor desarrollo del cultivo.

La producción de palmito es más sostenida en los suelos eutróficos, de alta saturación de bases y buen nivel de nutrientes, mientras que los suelos ácidos de baja fertilidad o aquellos que han sido degradados por el uso inadecuado requieren de mayor aplicación de abonos (eventualmente la cal como fuente de calcio) para tener una producción sostenida. Algunas de las características de los suelos en los que se tiene mejor desarrollo, son las siguientes:

- * Profundidad efectiva. Se recomienda suelos con profundidad efectiva mayor que 50 cm y sin problema de mal drenaje. El cultivo de pijuayo para palmito no desarrolla bien en suelos con drenaje deficiente.

- * Textura. Suelos de textura franco arenosa a franco arcillosa, con buen drenaje. Los suelos de textura arenosa son preferibles en aquellas regiones donde llueve mucho durante todo el año.

- * Reacción del suelo. Crece mejor en suelos con pH entre 5.0 y 7.2. En suelos con pH menor a 4.5 y 50% o más de saturación con aluminio, se sugiere aplicar cal para neutralizar el aluminio intercambiable y, en ciertos casos, para proveer calcio y magnesio para la planta.

- * Materia orgánica. Crece mejor en suelos con más de 2% de materia orgánica. Sin embargo, la mayoría de los suelos cultivados por varios años en la Amazonía tienen la tendencia a establecer su contenido de materia orgánica entre 1.5 y 2.0%.

- * Fósforo disponible. Se cultiva en suelos con niveles muy bajos en fósforo disponible (menos de 6 ppm). Las micorrizas asociadas en las raíces de las plantas ayudan en la absorción del fósforo. Crece mejor si el nivel de fósforo disponible está alrededor o sobre 10 ppm.

- * Potasio disponible. Debe ser mayor que 0.15 meq/100 g de suelo. La capacidad del suelo de suministrar potasio será mayor en un suelo arcilloso que en uno arenoso, debido a la mayor reserva en las arcillas.

* Calcio y magnesio disponible. Aún cuando no existen estudios para determinar sus niveles óptimos o por lo menos los niveles críticos en el suelo, se sugiere que en los suelos ácidos el contenido de calcio y de magnesio intercambiable no debe ser menor de 2.50 y 0.25 meq/100 g de suelo, respectivamente. Este nivel de referencia dependerá del contenido de aluminio intercambiable en el suelo, ya que si este último está en cantidades mayores a 50% de la suma de cationes, puede existir problema en la asimilación de calcio o del magnesio por la planta.

* Saturación con aluminio. Se mide como la proporción que representa el aluminio intercambiable en el suelo, con respecto a la suma de cationes cambiabiles (Ca, Mg, Na, K y Al). El pijuayo tolera bien los suelos con alto nivel de saturación con aluminio, siempre y cuando exista un adecuado contenido de calcio y magnesio intercambiable, así como de fósforo y potasio disponible. En los suelos con 50% o más de saturación con aluminio será necesario aplicar cal para obtener un buen desarrollo del cultivo. En los suelos con 40 a 49% de saturación con aluminio, la aplicación de cal puede tener menor resultado, pero es aconsejable su utilización en pequeña cantidad y localizada, especialmente cuando el contenido de materia orgánica y de calcio y magnesio intercambiable sean bajos.

Adicionalmente, la planta requiere de la participación de micorrizas para utilizar el fósforo en los suelos ácidos de la Amazonía y tener un desarrollo normal. Las micorrizas que infectan el pijuayo son del tipo vesicular-arbustular, posiblemente del genero *Globus* (Ruiz, 1993), las que se encuentran normalmente en los suelos de la Amazonía.

De lo indicado anteriormente se deduce que los principales limitantes ecológicas para el desarrollo del pijuayo son los siguientes:

- Drenaje del suelo, ya que el pijuayo no tolera suelos con mal drenaje.
- Distribución de las lluvias. Factor relacionado a las condiciones del suelo. Lluvias deficientes por tres meses, unidas a suelos arenosos, limitarán fuertemente el desarrollo. Por otro lado, lluvias excesivas, unidas a suelos arcillosos de drenaje deficiente, puede producir la muerte de plantas.
- Fertilidad del suelo. El crecimiento será mejor en suelos de mayor fertilidad y con menos de 50% de saturación con aluminio.

4.0 ASPECTOS AGRONOMICOS DEL CULTIVO

4.1 VARIEDADES



No existen variedades mejoradas de pijuayo. La propagación por vía asexual está en proceso de investigación, especialmente la multiplicación por cultivos *in vitro*. No es posible propagar pijuayo por injerto, acodos u otros métodos de multiplicación asexual, como en otras especies. Asimismo, la polinización cruzada que caracteriza la especie, conduce a una alta segregación, lo cual dificulta la multiplicación de las selecciones que se puedan efectuar. Al presente, la siembra de pijuayo en la Amazonía se está efectuando con semillas provenientes de rodales manejados y de plantaciones cultivadas. Esto explica la variabilidad que se encuentra en las semillas actualmente en uso.

Una variedad que sea adecuada para la producción de palmito debe tener un tallo largo y de buen diámetro (Villachica *et al.*, 1994a). El tamaño y diámetro del palmito es proporcional al diámetro de la base del tallo. Otras características

deseables son precocidad de cosecha, suavidad del tallo, alta capacidad de rebrote, tolerancia a plagas y enfermedades, adaptación a climas lluviosos y a suelos ácidos de baja fertilidad, palmito que tolere bien las condiciones del líquido del enlatado y ausencia de espinas en el tallo (aunque este último factor debe considerarse cuidadosamente).

El Perú es uno de los principales países productores de semilla para las siembras en la Amazonía, resultado de la alta disponibilidad y variabilidad en razas de pijuayo, especialmente la existencia de poblaciones de plantas sin espinas en el tallo, característica que se transmite en las semillas provenientes de estas plantas.

Sin embargo, esta preferencia por la siembra de semillas de pijuayo sin espinas, conocidas como "tipo Yurimaguas", por abundar en los alrededores de esta localidad peruana, podría tener alguna de las siguientes limitaciones, que deben ser solucionadas a través del fitomejoramiento:

- Las plantas de los tipos sin espinas tienen una menor capacidad de macollamiento y menor anclaje (Mora-Urpí, 1993), lo que en el largo plazo conduciría a una menor vida útil y menor productividad de la plantación. No se han efectuado selecciones de tipos para este fin.

- Pruebas de producción de palmito considerando mezclas masales de tipos con y sin espinas, indican que los tipos sin espina requieren 7% más de tallos para producir el mismo número de latas de palmito que los tipos con espina (Villachica *et al.*, 1994a). Está por determinarse si estas diferencias se mantienen a nivel de tipos seleccionados de pijuayo sin y con espinas.

- Mayor suavidad del tallo. Lo cual, si bien da mayor facilidad de cosecha, también hace a la planta más susceptible al ataque de los insectos, ejemplo el *Metamasius hemipterus* L.

En contraposición, los tipos sin espina tienen la ventaja de su facilidad de cosecha; la ausencia de espinas en el tallo es más aceptable para aquellos que están acostumbrados a cortar tallos inermes del género *Euterpe*. Sin embargo, ésta ventaja es sólo aparente, por cuanto las espinas son duras solamente durante los primeros cinco cortes que se efectúan en la plantación, a partir del cual las espinas no tienen tiempo de lignificar, constituyendo solamente apéndices blandos de color blanquecino. Durante los primeros cortes las espinas tampoco afectan la mano, si se utiliza guantes y se manipulan con cuidado, ya que son eliminadas en las primeras operaciones de la cosecha (ver Capítulo 5).

En base a estas consideraciones el Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA, del Perú, realizó la selección de tipos para la producción de palmito en suelos ácidos de baja fertilidad, cultivados sin abonamiento y con precipitación pluvial mayor a 2,500 mm por año, los cuales se presentan en el Cuadro 4.1. Estos tipos presentan espinas en el tallo y están en fase de propagación, aunque lamentablemente la ausencia de una metodología de propagación asexual masiva no permita su propagación en gran escala.

Las principales características de este germoplasma son su alta rusticidad, tolerancia a los suelos ácidos con más de 40% de saturación con aluminio, precocidad (la primera cosecha se da a partir de los 11 meses en un suelo ácido sin fertilizar), entre 4 y 6 hijuelos por cepa, corazón de palmito con más de 25 cm de longitud (hasta 32 cm) y rendimiento promedio de corazón de palmito de 120 g por tallo a la primera cosecha, con un potencial promedio de producción de palmito de 585 g en los primeros tres años.

Cuadro 4.1: Principales características de tipos seleccionados para la producción de palmito en el Perú (Villachica *et al.*, 1994a).

Tipo Número	Peso Prom. Palmito* (g)	Primera Cosecha (meses)	Número Hijuelos (Número)	Longitud Palmito (cm)	Palmito Potencial 3 años (g)
298-3	132.8	15	4.3	28.8	571
241-4	130.7	11	5	26.8	653.5
243-6	130.6	11	4.2	31.7	548.5
194-3	122.2	14	4.7	26	574.3
248-9	122.1	11	5	26.9	610.5
334-5	120.7	14	5.5	26.8	663.9
209-3	120.1	14	4.8	26.4	576.5
248-5	118.9	11	3.4	25.9	404.4
189-4	114.5	11	5.5	27.2	629.8
254-5	114.4	11	5.7	24.4	652.1
278-7	110	11	5.7	25.2	566.1
203-4	104.9	11	5.4	27.9	566.5
Promedio	120.2	—	4.9	27	584.7

* Parcelas sin abonamiento

Como información complementaria, se puede indicar que el INIA también identificó tipos con buenas características para la producción de fruto, los cuales se presentan en el Cuadro 4.2. Estos tipos tienen espinas en el tallo y un rendimiento entre 58 y 110 kg de fruta por planta, promedio de cuatro años de observación, en suelos ácidos de baja fertilidad, sin recibir abonamiento.

Cuadro 4.2: Rendimiento y composición físico química del fruto de pijuayo de diez tipos seleccionados por su alta productividad en Iquitos, Perú (Villachica *et al.*, 1994a).

Tipo	Rendimiento		Composición en por ciento							Composición en mg/100g					
	Kg/planta	t/ha ^{1/}	Humedad	Grasa	Proteína	Fibra	Ceniza	Carboh.	Azúcares	Calcio	Fósforo	Fierro	Vit.A 2/	Vit.C	pH
174-1	110	44.4	66	5.3	1.73	1.02	0.65	25.2	0.5	16	29	6	723	0.8	5.0
334-3	95.9	38.4	52.5	5.4	2.21	1.35	0.89	37.4	1.11	42	21	9	137	0.8	4.2
300-4	82.1	32.8	67.4	3.97	2.55	1.59	0.63	28.9	0.27	24	9	6	320	0.9	5.6
204-1	76.6	30.6	74.1	1.76	1.54	1.21	0.48	20.9	0.59	53	147	19	119	0.6	5.0
208-4	68.9	27.6	64.1	3.58	2.03	1.64	0.44	28.2	0.76	19	118	7	470	0.6	5.2
204-6	66.9	26.7	65.8	5.02	2.05	1.19	0.5	25.4	0.31	9	142	8	186	0.6	5.4
333-3	66.3	26.5	62.8	3.39	1.75	1.02	0.45	30.6	0.67	24	40	6	216	0.6	4.7
204-4	66.2	26.5	66.6	4.48	2.3	1.39	0.54	29.8	0.47	24	25	6	268	0.7	5.1
213-2	59.7	23.9	54.1	3.73	2.42	1.93	0.54	27.6	0.48	23	67	7	340	0.7	4.9
324-1	58.3	23.3	53.7	2.86	2.21	0.88	0.6	39.7	0.54	16	18	6	105	0.8	5.3

1/ En base a 400 plantas/ha

2/ En unidades internacionales

Estos tipos seleccionados posiblemente constituyen un avance con respecto a la situación actual de sembrar semillas de plantas no mejoradas, pero el trabajo de fitomejoramiento recién ha empezado y aún queda mucho por investigar. Evidentemente que el aumento en las áreas cultivadas conducirá a una tecnificación del cultivo, lo cual resultará en un programa de mejoramiento de tipos para fines específicos y en su propagación utilizando técnicas de propagación masiva.

La recomendación en ambos casos, para palmito o para fruta es de sembrar mezclas de plántulas de por lo menos cinco a seis de los tipos seleccionados, para disminuir los riesgos que conlleva la siembra de un solo tipo en cuanto a la susceptibilidad al ataque de insectos, enfermedades y a la alternancia en producción.

4.2 PROPAGACION Y MANEJO EN ALMACIGO

El pijuayo es una especie que se puede propagar agronómicamente por la vía sexual y por la vía asexual. La vía sexual utiliza las semillas botánicas contenidas en los frutos, mientras que la asexual emplea los hijuelos de las cepas. La forma más común y más fácil es la utilización de semillas botánicas.

La semilla del pijuayo tiene tres componentes. El endosperma, el embrión y el endocarpio o cáscara. El endosperma es la parte blanca de la semilla y constituye la reserva de alimentos para los primeros estados de desarrollo de la semilla germinada. El embrión es muy pequeño y está ubicado en una pequeña cavidad del endosperma. El endocarpio o cáscara es la cubierta externa que protege el endosperma de daños y que posee tres poros que corresponden a los tres carpelos que formaron el ovario de la flor. Uno de estos poros tiene una posición superior predominante, es el poro germinal, está colocado sobre el embrión de la semilla y es por ahí por donde se producirá la emergencia de la nueva plántula.

La ausencia de variedades mejoradas ha conducido a la utilización de semillas de plantaciones comerciales o de plantas aisladas que existen a nivel de huerto familiar. Esta falta de variedades mejoradas, unida a la falta de siembra de plantaciones con los tipos seleccionados a nivel de cada país y a la alta segregación que tiene la semilla botánica de pijuayo, permite inferir que en los próximos años seguirá la costumbre de utilizar semilla de plantaciones comerciales. Por su parte, las plantaciones comerciales están aumentando en la actualidad, lo que constituirá una mayor base para seleccionar semilla de buena calidad, aunque no necesariamente de variedades mejoradas.

A fin de contribuir a la mejor selección de la semilla y propagación de plántulas, en las condiciones descritas, a continuación se presenta algunos lineamientos generales.

4.2.1 Selección y preparación de la semilla

Cuando no se disponga de semilla de tipos o de variedades mejoradas se recomienda que la semilla sea obtenida de plantas seleccionadas por sus características de producción. En el caso de la siembra para producción de fruto esto es más fácil, por el menor número de plantas que se requiere para la siembra (278 a 400 plantas/ha), mientras que en la siembra para palmito la selección sería menos rigurosa al requerirse mayor número de plantas (4,444 a 5,000 plantas/ha).

Las plantas de donde se obtengan las semillas deben ser sanas, vigorosas, con buena productividad de frutos (si el uso de la plantación será para frutos) o de tallos y de palmito (si se sembrará para la producción de palmito). Las plantas seleccionadas pueden ser tanto de plantaciones con espinas como sin espinas.

Una vez identificada la planta, se procede a escoger los frutos en cada racimo, los que deben estar maduros y sanos. No todas las frutas maduran al mismo tiempo en el racimo, existiendo frutos con semilla no viable, especialmente los ubicadas en el ápice del racimo. La extracción de la semilla del fruto se efectúa en forma manual. No se debe intentar poner la semilla en agua caliente (buscando aprovechar la pulpa) porque pierde su viabilidad.

La semilla extraída del fruto tiene pulpa adherida, por lo cual se le remoja en abundante agua por dos a tres días, período en el cual la pulpa fermenta, se suaviza y es más fácil de remover. Se acostumbra la adición de hipoclorito de sodio al 2.5% y algún fungicida en el agua de remojo, para disminuir la posibilidad de ataque por hongos. El hipoclorito tiene en este caso la ventaja de atenuar el mal olor producido por la fermentación de la pulpa. Se deben eliminar las semillas que flotan porque probablemente (aunque no siempre) van a tener muy bajo porcentaje de germinación. Después se lava la semilla con agua totalmente limpia. En esta fase se debe tener cuidado de utilizar agua limpia, que no provenga de zonas estancadas y de eliminar la pulpa que queda en la depresión que presentan los tres poros que tiene cada semilla. Esta pulpa se puede eliminar manualmente utilizando un cepillo de dientes con cerdas duras.

Una vez que la semilla está limpia y libre de pulpa, se remoja por 10 a 15 minutos, en una solución que contenga un fungicida, que puede ser benlate (cuatro por mil) mas vitabax (2.5 por ciento), tecto, dithane o cualquier otro recomendado para controlar hongos, y un insecticida (actelic al tres por mil u otro similar), que controle los gorgojos de las semillas. Luego, la semilla se extiende sobre una superficie limpia a la sombra y se deja escurrir y secar.

La semilla seca a la sombra tiene un contenido de humedad que permite mantener su poder germinativo por dos a tres meses, sin grandes pérdidas. Durante o al final de este período, la semilla puede ser germinada utilizando el método de las bolsas plásticas (en seco) o el del sustrato (de aserrín, arena o tierra).

Las semillas tienen un período de latencia o reposo que varía entre 1 y 12 meses. Tratamientos de escarificación de la semilla con ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y agua a 100 °C, resultan en pérdida del poder germinativo, por lo que no se recomiendan. Por otro lado, la ruptura del endocarpio no tiene efecto significativo en el inicio de la germinación, pero si disminuye el porcentaje, posiblemente por problemas mecánicos asociados a la ruptura del embrión. Villalobos *et al.*, (1992a) probaron el efecto de la inmersión de las semillas en ácido giberélico, 6-bencil amino purina, ethephon y cianamida hidrogenada, a 20, 30 y 40 °C en la interrupción del período de reposo y en acelerar la germinación de la semilla. Estos investigadores encontraron que la germinación de las semillas era mayor a 40 °C y que entre los productos químicos ensayados el ácido giberélico fue el que tuvo mayor efecto, especialmente con temperaturas altas, mientras que los otros productos mostraron un comportamiento errático. Estudios adicionales de Villalobos *et al.*, (1992b) indican que si las semillas son guardadas en bolsas con contenidos de humedad que varíen entre 23.5 y 49.9%, los valores más altos de germinación (alrededor de 90%) se alcanzarán con la humedad de 49.9%, recomendándose que las semillas sean guardadas con una humedad superior al 45%, para mantener su poder germinativo.

El pijuayo es una especie cuyas semillas muestran comportamiento recalcitrante, es decir necesita altos contenidos de humedad y no tolera temperaturas muy bajas, para mantener su poder germinativo, el cual tiene un tiempo limitado de sobrevivencia. Villalobos y Herrera (1991) estudiaron la germinación de semillas de pijuayo almacenadas en bolsas de polietileno por 12 meses a temperaturas de 5, 15 y 25 °C, con contenidos de humedad de 20, 30 y 40%. Los mejores resultados (64% de germinación) se obtuvieron almacenando la semilla con 40% de humedad inicial (que al final del período había disminuido a 31%) y a 15 °C. Las semillas guardadas a 5 °C pierden gran parte de su poder germinativo.

Es decir, que si se desea acelerar la germinación, se debería tener las semillas con humedad cercana a 50%, temperatura entre 30 y 40 °C y, de ser posible, antes del inicio del proceso remojarla por una hora en una solución de ácido giberélico (75 a 150 ppm). Contrariamente, si se desea guardar la semilla por un período prolongado, tratando de reducir la pérdida en poder germinativo, se debe tener a temperatura de 15 °C y con contenido de humedad menor a 40 pero mayor que 30%.

4.2.2 Germinación por el método del embolsado.

La germinación por el método del embolsado utiliza bolsas plásticas transparente de 30 cm de base por 45 cm de alto por 2 milésimas de pulgada de espesor. En estas bolsas se colocan 500 semillas ligeramente humedecidas (entre 5 a 10 ml/de agua por kg de semilla). Las semillas deben tener humedad suficiente para iniciar el proceso de germinación, pero no en exceso, porque impide la respiración de la semilla. El exceso de humedad produce, asimismo, condiciones favorables para el desarrollo de hongos. Se conoce que el contenido de agua es adecuado porque la semilla tiene color oscuro, pero no debe tener película de humedad; es decir en la bolsa no debe tener agua libre. Por el contrario, si la semilla está seca, mostrará color pardo claro, y no germinará por falta de humedad.

El exceso de humedad produce condiciones favorables para el desarrollo de hongos que atacan las semillas, por lo que debe tenerse mucho cuidado en este aspecto. Por esta razón, algunos especialistas no recomiendan este método. Las aplicaciones de agua que se realicen periódicamente pueden ser efectuadas con un aspersor pequeño (como los que se utilizan en los hogares para control de insectos); el agua a aplicar puede tener un fungicida diluido de acuerdo con las especificaciones del producto.

Las bolsas conteniendo las semillas deben ser inspeccionadas periódicamente para corregir su contenido de humedad y para eliminar las semillas que estén atacadas por hongos.

El primer síntoma del inicio de la germinación es la aparición del hinchamiento del poro germinal (el poro más prominente). En este poro se observará a los pocos días un "punto blanco", que es en realidad el haustorio, órgano que empuja al embrión fuera del endocarpio, iniciando así la fase del crecimiento. Al igual que en otras especies el haustorio sirve para translocar los alimentos del endosperma hacia la plántula en desarrollo.

Una vez que aparece la radícula, la semilla es colocada en otra bolsa, conjuntamente con otras del mismo estado de desarrollo. Esto permitirá un mejor manejo, al tratarse de lotes homogéneos de semillas dentro y entre las bolsas.

El tiempo hasta el inicio de la germinación y el período que este proceso dura hasta obtener el máximo poder germinativo, es variable, dependiendo del tiempo y las condiciones en que fueron guardadas las semillas, su madurez fisiológica, el tratamiento que recibieron después de la cosecha, la variedad, el contenido de humedad y otros factores. De manera general se puede indicar que en el inicio de germinación de las semillas está entre 34 y 54 días después del embolsado (Figura 4.1).

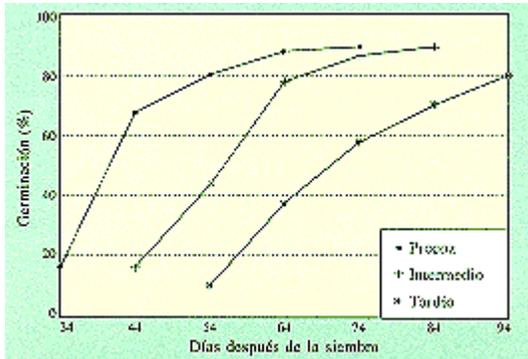


FIGURA 4.1 Curva de germinación de tres tipos de semillas de pijuayo: Precoz, intermedio y tardío (Adaptado de Tanchiva, 1992).

Después de empezar la germinación, las semillas deben permanecer por 45 a 60 días en las bolsas plástico, hasta que tengan un tamaño adecuado para llevarlas a las camas de almácigo o a bolsas con tierra, donde quedarán por tres a cuatro meses, hasta su trasplante a campo definitivo.

4.2.3 Germinación en sustratos

Los sustratos más comúnmente utilizados son el aserrín y la arena gruesa de río. La ventaja de la germinación en sustratos es que el control de la humedad no tiene un nivel de exigencia tan alto como cuando se germina en bolsas plásticas. El sustrato actúa reteniendo o liberando agua, según sea el caso, con el excedente de agua removida fuera de la zona donde están germinando las semillas. La demanda de mano de obra para el proceso de germinación es menor y no requiere personal especializado, lo cual constituye una ventaja adicional. La desventaja está cuando se desea germinar cantidades altas de semillas en cuyo caso se requiere de mucho mayor extensión de terreno que con las bolsas plásticas.

El aserrín que da mejor resultado es el originado en maderas rojas, el que aparentemente tiene efecto fungicida o insecticida por los taninos que poseen. En el caso de la arena, se prefiere la arena gruesa, que permite un mejor drenaje y mejor desarrollo de raíces; se recomienda que la arena tenga una capa de cobertura o mulch de aserrín para disminuir la evaporación y protección contra el impacto del agua de lluvia.

En este método las semillas se lavan y luego secan a la sombra, de acuerdo con el procedimiento indicado anteriormente, después de lo cual se siembran en camas de aserrín húmedo. La germinación empieza a los 40 días y termina 60 a 120 días después. La germinación podría acelerarse algo si las semillas solamente seorean y luego se siembran en el aserrín húmedo.

Las semillas también pueden ser germinadas dentro de sacos con aserrín que se humedece periódicamente. En este caso las semillas son mezcladas con el aserrín sin orden definido (Foto 1). En cambio, cuando se utiliza sustrato de arena, las semillas se colocan en la parte superior de la cama. La arena no es tan fácil de manejar como es el aserrín, por lo que no se puede realizar la mezcla arena-semilla y guardar en sacos.

En lugares donde no se disponga de aserrín ni de arena, se puede utilizar tierra de textura arenosa o franco arenosa, a la que se le puede añadir 25% de mantillo de tierra del bosque.



Foto 1: Plántulas con tres meses de germinadas en cama de aserrín.

4.2.4 Propagación *in vitro*

Debido a que el pijuayo es una especie conocida como autoincompatible, la propagación por semilla de las selecciones con características agronómicas deseables, es muy difícil, por la alta variabilidad genética que se observa en la progenie. En

estas condiciones, la opción de propagación asexual por enraizamiento de estacas o por injerto no es posible; el aislamiento de hijuelos basales tiene posibilidades en pequeña escala, constituyendo, por lo tanto la propagación *in vitro* la mejor opción para la propagación clonal masiva del pijuayo en el futuro. La propagación *in vitro* permite cultivar células o pequeños segmentos de una planta (explantes) en un medio artificial, pero bajo condiciones controladas, a fin de obtener plantas completas. Se pueden regenerar plantas a partir de células, zonas meristemáticas (meristema apical y axilar e inflorescencias), hojas, tallos, raíces, polen y óvulos. Cada especie tiene una respuesta diferencial a la propagación *in vitro*; el pijuayo es considerado una especie recalcitrante a este método de propagación.

Varios investigadores en palmas han desarrollado metodología de cultivo de tejidos para la propagación clonal de la palma aceitera, el dátil y el coco, para los cuales se utiliza alguno de los siguientes métodos: a) Multiplicación de brotes laterales a partir de yemas, b) Multiplicación de brotes adventicios y c) Multiplicación por embriones (Pinedo y Díaz, 1993).

La multiplicación de brotes laterales elimina el meristema apical o utiliza citoquininas para romper la dominancia apical ejercida por las auxinas, para producir yemas en los nudos del tallo o en el ápice, los que darán lugar a los brotes laterales. En cambio, la multiplicación por brotes adventicios se basa en la formación de callos (tejido parenquimático diferenciado) o de órganos (hojas, tallos) a partir de diferentes tejidos como los embriones, tallo, hojas y flores. En la multiplicación por embriones los embrioides siguen una morfogénesis similar a un embrión cigótico (embrión sexual) y se regeneran a partir de células o tejidos somáticos (partes de la planta), a partir de un embrión o a partir de un callo, razón por la que comúnmente se conoce como embriogénesis somática.

En el pijuayo, las investigaciones (Pinedo y Díaz, 1993, Valverde *et al.*, 1987a, 1987b,, 1991, 1992), se han orientado principalmente hacia la inducción de callos, a partir de tejidos somáticos para posteriormente estimular la organogénesis o la embriogénesis asexual. De los diferentes tejidos somáticos de pijuayo evaluados, los mejores resultados se han obtenido en ápices caulinares, a partir de los cuales se ha logrado, vía

organogénesis, la formación de callos y explantes. La producción de explantes a partir de otras secciones de la planta no es tan frecuente y no es fácilmente reproducible.

El ápice caulinar presenta la mayor capacidad de expresión genética, a través de dos vías promisorias: a) Inducción de brotes laterales sin producción de callos y b) Inducción de brotes o embrioides, previa inducción de callos. En lo que respecta a la primera vía, falta lograr mayor control sobre la producción de brotes, su aislamiento y enraizamiento. La segunda vía necesita mejorar la inducción para producir embriones, para aplicarse en gran escala. Los mejores resultados se están obteniendo con combinaciones de 2,4-D y 6-BAP, además de Picloram y otros reguladores de crecimiento. Los investigadores han logrado producir brotes a partir de los ápices, pero los resultados aún no son repetibles en ápices de diferente germoplasma. Es aparente que el factor genético es uno de los principales condicionantes para el éxito de este tipo de propagación *in vitro*, ya que algunos tipos tienen mayor facilidad para ello. Otros factores que condicionan el éxito de este tipo de propagación son el medio de cultivo (se usa el Murashige y Scoog), la presencia de hormonas y la combinación de luz y oscuridad (Pinedo y Díaz, 1993, Valverde *et al.*, 1987a, 1987b., 1991, 1992).

4.2.5 Aislamiento de hijuelos basales

Otra de las posibilidades de propagar vegetativamente el pijuayo es mediante el aislamiento de hijuelos basales. Su uso no es común debido a la baja tasa de multiplicación y al bajo nivel de sobrevivencia de los hijuelos cuando son separados de la planta madre. Sin embargo, el aislamiento de los hijuelos, su separación inmediata de la planta madre y subsecuente acondicionamiento en vivero, antes de ser plantados en campo definitivo, puede lograr sobrevivencia de 60% con riego manual y 66% con riego automático, si los hijuelos son extraídos con abundante raíz (Villachica *et al.*, 1994b).

Un método práctico que puede ser utilizado consiste en aislar el hijuelo, dentro del suelo, sin separarlo de la planta madre por un tiempo y, después que haya formado su propio sistema radical, extraerlo para llevarlo al sitio de plantación definitiva. El procedimiento consiste en este caso en usar una lampa recta, la cual se introduce en el lugar donde se quiere separar el hijuelo y mediante una presión firme se corta la unión del hijuelo con la planta madre. Una vez separado el hijuelo, se debe aplicar una solución fungicida en el hoyo que se forma en la tierra (a fin de prevenir ingreso de hongos tanto en el hijuelo como en la planta madre) y se deja el hijuelo enterrado, sin moverlo se agrega tierra y se compacta con el pie, a fin de que forme sus propias raíces. Después de 30 a 60 días el hijuelo habrá formado su sistema radical y puede ser extraído para llevarlo a campo definitivo, con el mismo porcentaje de éxito que una planta proveniente de almácigo en camas.

Este método tiene su principal aplicación en la propagación de material selecto, ya que, por el número de plantas que se requiere para siembras comerciales, es muy difícil su aplicación en gran escala. Sin embargo, podría ser modificado para producir un mayor número de hijuelos, como por ejemplo cuando se rompe la dominancia apical o cuando el hijuelo aislado se deja desarrollar sin extraerlo del lugar, buscando que a su vez produzca otros hijuelos para aislarlos.

4.2.6 Manejo en almácigo

Las semillas pre germinadas se llevan al almácigo cuando tienen dos hojas desarrolladas, lo cual de manera general corresponde a una semilla con una plúmula entre 2 y 5 cm y la radícula con 2 a 4 cm de longitud. Por facilidad de manipuleo, algunos agricultores prefieren las semillas con gémula incipiente, sin desarrollo de las hojas, (o al estado de "punta de clavo"), lo que tiene la ventaja de requerir menor tiempo para individualizar las semillas en el grupo (no hay entrecruce de raíces) y menos riesgo de romper la radícula durante el manipuleo. Por otro lado, las semillas al estado de "punta de clavo" son más tolerantes, que las semillas con hojas, al estrés hídrico al que son sometidas durante el trasplante.

Cuando la preparación del almácigo demora más de lo previsto, las semillas siguen su proceso de germinación llegando hasta el estado de plántula con 10 a 15 cm de longitud. Estas "semillas germinadas" o plántulas también se pueden utilizar para instalarlas en el almácigo, pero en este caso se deberá tener mayor cuidado con el riego de las camas, para mantener un adecuado contenido de humedad en ellas. Algunos agricultores, prefieren semillas germinadas con más de 5 cm de plúmula, por conseguir mayor sobrevivencia.

Hay dos sistemas de conducir el almácigo: en bolsas de plástico con tierra o en camas de almácigo. Las bolsas de plástico pueden ser del tamaño pequeño, capacidad de 1 kg de tierra, para los casos en los que las plantas se llevarán pequeñas al campo definitivo (cuatro meses) o, pueden tener 2 kg para permitir un mayor tiempo en el vivero (más de seis meses), sin que se enreden las raíces o éstas salgan de las bolsas antes de su trasplante a campo definitivo. El sustrato utilizado para llenar las bolsas de tierra pueden ser una mezcla de:

2 partes de arena

2 partes de suelo franco, preferible con alto contenido de materia orgánica.

1 a 2 partes de materia orgánica; estiércol de gallina, aserrín vegetal o mantillo del bosque para incluir las micorrizas.

La preparación y llenado de las bolsas plástico, así como su manejo en el vivero, requiere de mayor tiempo que el manejo de las plántulas en camas de almácigo a raíz desnuda. Adicionalmente, la bolsa plástico representa un volumen limitado de suelo que tiene el problema de secarse muy rápidamente, con lo que se pone a la plántula en estrés por deficiencia hídrica o, por el contrario, la capacidad de drenaje es limitada, con lo que se producen condiciones favorables para el desarrollo de hongos patógenos en el suelo, que pueden causar una alta mortalidad de plántulas. Estas condiciones de anaerobiosis bloquean la absorción de K y el estrés favorece el ataque de patógenos del follaje (E. Vargas. Comunicación personal).

El ligeramente mayor porcentaje de prendimiento en campo definitivo cuando se utilizan plantas en bolsas (98%) con respecto al trasplante a raíz desnuda (95%), no justifica el exceso de trabajo y mayor costo que significa preparar las plantas en bolsas plástico. Adicionalmente, cuando el almácigo está localizado en las inmediaciones del campo definitivo, se tendrá menor demanda de mano de obra para transportar las plantas a raíz

desnuda que en bolsas plástica (se mueve menos volumen de tierra), obteniéndose el mismo porcentaje de prendimiento si las condiciones de humedad del suelo y las lluvias son adecuadas. Por los motivos indicados, para agricultores con pocos recursos financieros y de mano de obra, es preferible conducir sus plántulas en vivero en camas de almácigo, para luego trasplantar a raíz desnuda.

Las camas de almácigo deben tener 1.2 a 1.4 m de ancho, con longitudes que varían entre 10 y 40 m. La profundidad debe ser de 30 cm (como mínimo 20 cm) en los que debe aplicarse el sustrato indicado anteriormente para el caso de las bolsas plásticas, o de una mezcla de suelo franco arenoso al cual se le añade mantillo o tierra vegetal (la capa más superficial de los suelos del bosque) y estiércol de vacunos o de aves de granja. El estiércol debe estar descompuesto, o en caso contrario se debe dejar 15 a 20 días para que se descomponga en la cama de almácigo. La tierra vegetal y el estiércol pueden constituir entre 10 y 20% del volumen de la cama de almácigo o en proporción de 2 a 3 kg de gallinaza por m² ó 4 a 5 kg de mantillo por m². A su vez, la cama debe estar levantada 20 cm sobre el nivel del suelo, para facilitar el drenaje en la época de lluvias. Esta altura adicional generalmente se logra tomando tierra de los espacios que quedan entre las camas y con la aplicación del estiércol. Las camas deben estar dispuestas en filas, separadas, 2 m entre grupos de 10 filas o camas (para facilitar el tránsito y acarreo de materiales e insumos) y 0.30 a 0.40 m entre camas (para facilitar la supervisión de las camas).

La tierra o sustrato que se utilice en la cama debe ser desterronada y debe estar suelta y bien mullida antes de sembrar las semillas de pijuayo. Si cuando se va a sembrar no ha llovido en la zona, entonces se debe dar un buen riego a la cama de almácigo, esperar que drene (generalmente hasta el día siguiente) y luego sembrar las semillas germinadas.

En las camas de almácigo, las semillas germinadas pueden ser sembradas en hileras distanciadas 20 cm entre ellas, con 20 cm de separación entre plantas. Los hoyos para la siembra se pueden hacer con el dedo o con una pequeña estaca de madera preparada para ese fin (Foto 2). Debe tenerse cuidado de efectuar la perforación lo suficientemente profunda como para que la raíz de la plántula se acomode adecuadamente. En el primer mes, las plantas deben ser regadas diariamente en la estación seca y, en función a la humedad del suelo, durante la época de lluvias. En el segundo y tercer mes las plantas serán regadas cada dos días. Debe ponerse especial cuidado en evitar los excesos de agua, porque las plántulas son muy susceptibles al ataque de los hongos del suelo que desarrollan en estas condiciones.



Foto 2: Siembra de plántulas en camas de almácigo.

Ambos sistemas de almácigo, en bolsas o en camas, deben tener sombra, la que generalmente se confecciona con hojas de palmeras (Foto 3). La sombra debe ser de alrededor de 50 a 60% y en el caso de las camas que se encuentran en los bordes, especialmente los lados por donde sale y se

pone el sol, deben llevar sombra vertical de protección. La sombra se elimina gradualmente desde 15 a 20 días antes del trasplante, a fin de someter las plantas a un estrés ("endurecimiento") para que se adapten mejor en los primeros días en el campo definitivo. Se debe deshierbar manualmente cuando las malezas estén pequeñas, aunque en algunos casos se puede aplicar un herbicida pre-emergente, previo a la siembra de la semilla. Asimismo, las semillas germinadas deben protegerse de los animales domésticos (cerdos, gallinas) y del campo (roedores).

El vivero, tanto en bolsas de plástico como en camas de almácigo, debe ser ubicado adecuadamente a fin de facilitar las labores de mantenimiento y disminuir el estrés por transporte y el costo cuando se lleven las plantas al campo definitivo. El área seleccionada debe reunir las siguientes condiciones:



Foto 3: Plantas con tres meses en las camas de almácigo

- Debe estar cercana al terreno donde se implantará el cultivo definitivo.
- Debe ser plana o ligeramente inclinada, con facilidad de obtener agua para riego.
- Debe tener fácil acceso, ser libre de inundaciones y estar protegida de los animales silvestres y domésticos.
- Debe tener buen drenaje y no debe acumular agua de lluvia.

4.3 PREPARACION DEL TERRENO Y TRASPLANTE

El terreno donde se sembrará el pijuayo debe ser seleccionado adecuadamente. Deben evitarse los suelos con mal drenaje, con capas impermeables en el subsuelo, los suelos arcillosos con drenaje interno deficiente o los suelos arenosos con muy bajo nivel de fertilidad. Se recomienda la siembra en suelos de textura franco arenosa o media, en zonas planas con buen drenaje o zonas con ligera pendiente; profundidad efectiva mayor a 50 cm y nivel freático a más de un metro de profundidad en la época de máxima precipitación pluvial.

El contenido de materia orgánica debe ser alto, lo cual es difícil de mantener en la Amazonía, por lo que generalmente los suelos donde se cultiva pijuayo tienen entre 2 y 3% de materia orgánica. Si bien el pijuayo tolera la acidez del suelo y contenidos altos de aluminio intercambiable, se debe evitar plantar en suelos con pH menor de 4.5 y más de 50% de saturación con aluminio, si es que no se va a corregir la acidez con aplicación de cal.

El análisis de suelos permitirá identificar las limitantes, especialmente las de tipo químico, que este tenga para el cultivo de pijuayo. El análisis debe ser efectuado en un laboratorio con garantía, sin embargo, si la muestra de suelos está mal tomada y no representa las condiciones del campo muestreado, el análisis no podrá mejorar esta situación y sus resultados tampoco representarán las condiciones de ese campo. Por ello se recomienda que los campos sean evaluados con muestras compuestas.

El procedimiento para muestrear un campo empieza por la delimitación del área donde se piensa sembrar el pijuayo, en base a las características indicadas anteriormente. Esta área se divide en secciones de 1 a 3 ha, de acuerdo con la vegetación, forma del terreno, humedad, profundidad efectiva y cultivo presente o sembrado en el pasado. Cuanto más uniforme el terreno, mayor será el área de cada sección a muestrear, ya que la variabilidad será menor. En cada una de estas secciones se obtiene una muestra compuesta, la que está constituida por 12 a 15 muestras individuales. Las muestras individuales son secciones de suelo tomadas al azar en el área de muestreo, a profundidad de 20 cm, representando todas ellas el mismo volumen. Para tomar cada muestra individual, se debe retirar las cenizas, hojarasca, restos orgánicos, piedras, etc. de la superficie del suelo. Las muestras individuales de una misma área de muestreo se mezclan entre ellas y de esta mezcla se toma 1 kg de tierra, lo que constituye la muestra compuesta, la que se coloca en una bolsa plástica y se identifica adecuadamente. Para evitar pérdida o deterioro de la identificación se recomienda usar doble bolsa plástica con una tarjeta con los datos, colocada entre ambas bolsas.

La preparación del terreno para plantar el pijuayo puede ser efectuada de la manera tradicional, es decir, con el rozo, tumba y quema efectuada en la época de estiaje. Este método tiene la ventaja que utiliza la mano de obra del campesino en la época donde está disponible (época seca), no compacta el suelo, recibe el beneficio de las cenizas por la quema de las ramas y hojas, y no tiene pérdida de la capa orgánica más superficial, lo cual resulta en mejor desarrollo del pijuayo en la tierra preparada en estas condiciones. En la Amazonía son muy pocos los pequeños agricultores que utilizan preparación mecanizada del terreno.

Cuando existan muchos troncos sobre la superficie del suelo, sería recomendable juntarlos y, eventualmente, quemarlos, para dejar más espacio libre para el pijuayo a ser sembrado para palmito. Lo anterior asume la situación comúnmente observada en las zonas de expansión agrícola, donde los bosques generalmente no tienen especies de madera valiosa, porque ésta ya ha sido extraída.

No se recomienda el desmonte mecanizado de los bosques, por la compactación que produce la maquinaria agrícola (Seubert *et al.*, 1977). Esta compactación se manifiesta tanto a nivel superficial como a nivel de subsuelo, pero, en caso de realizar desmonte mecanizado, se debe utilizar previamente a la siembra, equipo de subsolación para romper la compactación. Es necesario resaltar la importancia de la adecuada preparación de las tierras y el consecuente manejo del suelo, porque la compactación conduce a situaciones de mal drenaje, lo cual es muy perjudicial para el pijuayo.

Otros aspectos por los cuales el desmonte mecanizado debe ser considerado cuidadosamente antes de ser utilizado son los siguientes:

- a) Acarreo de la capa más superficial del suelo, cuando se mueve los árboles y troncos. Esta capa es la de mayor fertilidad en los suelos ácidos que predominan en la región.
- b) Pérdida del efecto fertilizante de las cenizas, lo cual, para agricultores de bajos ingresos, es de mucha importancia.
- c) Pérdida del efecto encalante de las cenizas, lo que tiene efecto notorio en las primeras cosechas obtenidas después de la quema.
- d) Menor posibilidad de extraer la madera valiosa o la de valor secundario.
- e) Menor posibilidad de utilizar la mano de obra familiar, en el caso de los pequeños agricultores o los agricultores de subsistencia que estén en transición hacia un cultivo perenne como el pijuayo.

No obstante, si la preparación del terreno se realiza con tractores de oruga, tipo "bulldozer", es recomendable que también se realice la aradura profunda, tipo subsolador, para romper la capa dura que se forma por el peso de los tractores, a fin de facilitar el drenaje y aumentar la profundidad efectiva del suelo. Las operaciones que siguen al subsolado son la aradura y el paso de rastra cruzada. Si el terreno es muy plano, con riesgo de acumulación del agua durante la época de lluvias, y no se puede hacer drenaje superficial, entonces se recomienda sembrar en surcos.

Es conveniente tener en cuenta que el efecto de las cenizas será de ayuda para los pequeños agricultores de escasos recursos, por su efecto encalante y fertilizante (Cuadro 4.3). Los datos presentados en el Cuadro 4.3, indican que la contribución de nutrientes por las cenizas de un bosque secundario maduro es similar a lo que correspondería a un abonamiento anual 70 a 80 kg de N/ha, 13 a 53 kg de P₂O₅/ha, 23 a 110 kg de K₂O/ha y alrededor de 200 kg de carbonato de calcio/ha.

Cuadro 4.3: Aporte de nutrientes (kg/ha) por las cenizas del bosque en un Ultisol en Yurimaguas, Perú y de un Oxisol en Manaus, Brasil (Villachica, et al., 1990).

Nutriente	Ultisol		Oxisol	
	Bosque secundario	B. secundario	Bosque	Virgen
	17 años	20 años	12 años	Virgen
Nitrógeno	67	—	41	80
Fósforo	6	24	8	6
Potasio	38	92	83	19
Calcio	75	69	76	82
Magnesio	16	51	26	22
Fierro	8	7	22	58
Manganeso	7.3	8.1	1.3	2.3
Zinc	0.5	0.6	0.3	0.2
Cobre	0.3	0.4	0.1	0.2

El efecto de las cenizas y probablemente de la quema de la biomasa en el suelo, se manifiesta en el incremento en el pH, aumento en la disponibilidad de calcio, magnesio y potasio cambiante y de fósforo disponible en el suelo, así como en la disminución en el nivel de aluminio intercambiable. En el caso de un suelo ácido de baja fertilidad (Ultisol) cultivado continuamente con una rotación arroz-maíz-soya con labranza continua en la zona de Yurimaguas, sin aplicar fertilizantes, pero extrayendo la maleza y los residuos de cosecha de la parcela, el efecto benéfico de la quema no dura más de seis meses para el caso del calcio y potasio intercambiable y dura entre 18 y 24 meses para el aumento en pH, magnesio cambiante y fósforo disponible (Cuadro 4.4). El aluminio intercambiable vuelve a niveles de toxicidad a los 18 a 20 meses.

Cuadro 4.4: Dinámica de la fertilidad de un Ultisol arado y sin fertilizar (0-15 cm), durante 15 meses de una rotación arroz-maíz-soya, en Yurimaguas, Perú (Villachica et al., 1990).

Meses después quemar	Cationes cambiabiles (cmol/dm3_)					P disponible (mg/dm3)
	pH	Al	Ca	Mg	K	
0	4.1	1.8	1.2	0.2	0.25	15
1	4.8	1.3	2.8	0.66	0.57	31
6	4.6	1.3	1.3	0.47	0.26	20
14	4.7	1.5	1.3	0.39	0.17	11
24	4.6	2	1.5	0.27	0.13	11

El conocimiento de la dinámica de la fertilidad del suelo es muy importante y permitirá, especialmente a los agricultores de escasos recursos financieros, definir que cultivos sembrará asociados con el pijuayo y cuántos meses puede esperar para efectuar las primeras aplicaciones de enmiendas y fertilizantes al suelo. En un sistema con labranza mínima y sin remoción de residuos, la pérdida en fertilidad del suelo por la mineralización de la materia orgánica, por la absorción de nutrientes por las plantas y por la pérdida de nutrientes por lavaje, va requerir más que los 6 a 20 meses indicados anteriormente. Ello dependerá de las características del suelo, del clima y el manejo del suelo y del cultivo. En el Ultisol de Yurimaguas, esto puede ocurrir recién a partir de los 24 a 30 meses (Villachica *et al.*, 1990).

En los cultivos perennes, que tienen menor intensidad de extracción de nutrientes y de biomasa fuera de la parcela, el mayor nivel de fertilidad que se logra con la quema inicial, puede durar más tiempo. Efectivamente, el pijuayo para palmito puede ser cultivado con una mínima extracción de biomasa de la parcela, dejando los tallos y hojas cortadas durante la cosecha, como cobertura de las calles, previniendo la erosión del suelo y reciclando nutrientes. En este caso, algunos investigadores se refieren al pijuayo como un "cultivo ecológico" (Mora-Urpí, 1995b).

Después de preparar el terreno en la forma descrita anteriormente y teniendo presente que el sistema presentado está dirigido principalmente a pequeños agricultores de escasos recursos, se debe proceder al trasplante del pijuayo en el distanciamiento seleccionado.

El trasplante se efectúa cuando las plántulas tienen por lo menos seis hojas y alrededor de 25 cm de tamaño, antes que las raíces hayan desarrollado mucho, lo cual ocurre cuatro a seis meses después que las semillas pregerminadas fueron colocadas en la cama de almácigo. Se puede utilizar plántulas tan pequeñas como de 15 cm o tan grandes como de 40 cm; las más pequeña tienen mejor y más rápido prendimiento al trasplante, con mayor desarrollo inicial, pero requieren más cuidado, especialmente en el control de las malezas, lo cual puede aumentar el costo del cultivo. Las plantas de 40 cm pueden ser utilizadas, pero debe tenerse precaución que las lluvias estén bien definidas, a fin de evitar períodos secos después del trasplante (Foto 4).



Foto 4: Trasplante tardío, con plantas de un año de edad. No recomendable.

Para realizar el trasplante se hará un hoyo que estará de acuerdo con el tamaño del sistema radicular de la planta a trasplantar. En algunos casos se recomienda hacer hoyos de 40 x 40 x 40 cm, pero esto tiene la desventaja del gran movimiento de tierra que significa cuando se está

plantando para palmito (5,000 plantas por ha), ya que muchas veces se extrae el subsuelo con alta saturación con aluminio. Si las plantas estaban sembradas en la cama de almácigo a 15 x 15 cm, entonces un hoyo de 20 x 20 x 20 cm en el campo definitivo será suficiente al trasplante.

El trasplante a raíz desnuda, sin pan de tierra, efectuado el mismo día que la plántula fue extraída del vivero, en época de lluvia, con suelo húmedo en campo definitivo, ha demostrado prendimiento de 100% en la zona de Pucallpa, Perú. En este caso, se trataba de pequeños agricultores de subsistencia, quienes llevaban lotes de plántulas en mantas, desde el vivero al lugar de plantación y lo sembraron en el transcurso del día, con excelentes resultados.

El trasplante debe ser efectuado durante la estación húmeda y cuando las lluvias están bien definidas. Debe evitarse sembrar con las primeras lluvias, por el riesgo de ausencia de éstas durante los primeros días posteriores al trasplante. Asimismo, es conveniente realizar el trasplante por lo menos 30 días antes del final de la estación lluviosa, a fin que las plántulas estén bien adaptadas al nuevo terreno y hayan conformado su sistema radical, para cuando empiece la estación seca. Evidentemente que cuando se cuenta con agua de riego, estas consideraciones no son tan relevantes. Para disminuir la evapotranspiración de las hojas, estas se pueden asperjar con una solución azucarada un día antes de trasplantar (20 a 30 g de azúcar y 4 a 5 g de sal por litro de agua), que puede repetirse el día del trasplante.

En suelos extremadamente ácidos se sugiere la aplicación de 50 a 100 gr de cal molida y 50 a 100 gr de roca fosfatada, al fondo del hoyo donde se ubicará la planta. Tanto la cal como la roca fosfatada deben ser aplicados por lo menos 15 días antes de sembrar el pijuayo y deben ser cubiertos con 3 cm de tierra para que las raíces de la planta no entren en contacto con ellos. La planta requiere un buen nivel de nitrógeno desde el establecimiento. La primera dosis puede ser aplicada tres a cuatro meses después del trasplante cuando las plantas han desarrollado un sistema radicular propio. Las siguientes dosis se aplicarán de acuerdo a lo indicado en el subcapítulo 4.7 Abonamiento.

4.4 DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad de siembra a utilizar en una plantación de pijuayo para palmito depende de varios factores, pudiendo citarse entre ellos el nivel de fertilidad del suelo, la disposición de la plantación, la posibilidad de utilizar maquinaria agrícola y el tipo de ésta, la orientación de la plantación con respecto al sol, la variedad, el número de tallos a manejar por cepa, el diámetro del tallo de cosecha, el abonamiento a utilizar y la asociación con otros cultivos durante el primer año de plantación.

En el caso del cultivo de pijuayo para palmito, las primeras recomendaciones de densidad de siembra se basaban en experiencias iniciales obtenidas en Costa Rica, con bajas densidades y buenos suelos, manejo agronómico y condiciones socio económicas y de mercado que varían en relación a los que si tienen en la Amazonía y con alguna variación adicional en el clima (especialmente las temperaturas mínimas).

El distanciamiento recomendado en Costa Rica era de 1.5 x 1.5 m para suelos de buena fertilidad y de 2.0 x 1.5 m para suelos de baja fertilidad (Mora-Urpí, 1984), o el distanciamiento de 2.0 x 1.25 m, con 4,000 plantas/ha (Zamora, 1985). Las experiencias que se están obteniendo con experimentos instalados en la Amazonía en los últimos años indican que probablemente los mejores distanciamientos sean el de 2 m entre filas y 1 m entre plantas con una densidad de 5,000 matas/ha, pudiendo el distanciamiento reducirse a 1.5 m entre filas y aumentar a 1.5 m entre plantas con una densidad de 4,444 matas por ha. En este caso se expresa la densidad de matas o cepas, porque cada plántula inicialmente sembrada de pijuayo, dará lugar a muchos tallos, de los cuales se presentarán simultáneamente tres a cuatro por cada plántula que se plante.

Dado que de estos tallos uno (el más antiguo) está más desarrollado, otros tienen un desarrollo intermedio y los demás son pequeños, y, puesto que la cosecha en una plantación madura se realiza cada cuatro meses, generalmente se considera que la plantación tiene en promedio como mínimo dos tallos por mata, lo cual duplica el número de tallos de la densidad de siembra indicada anteriormente. Posteriormente se analizará la conveniencia o no de utilizar la práctica del raleo, para manejar la plantación con un tallo adulto, uno mediano y uno pequeño, que crezcan simultáneamente.

Probablemente el factor de la densidad de siembra que se puede variar más fácilmente al planificar una plantación es la distancia entre hileras con la distancia de 1.0 m entre plantas, la distancia entre hileras puede variar entre 1.0 m (10,000 plantas/ha), 1.5 m (6,666 plantas/ha), 2.0 m (5,000 plantas/ha) y 2.5 m (4,000 plantas/ha).

Los espaciamientos menores entre hileras permiten una mayor densidad de siembra, con un mejor uso de la radiación solar durante el primer año, mayor distribución de raíces, probablemente con menor rendimiento por planta, pero mayor rendimiento por hectárea (consecuencia del mayor número de plantas/ha). La siembra con alta densidad requiere una mayor dosis de abonamiento, para reponer o mejorar el nivel de nutrientes en el suelo y ofrece algunas dificultades para las operaciones efectuadas manualmente (deshierbos, abonamiento y cosecha), especialmente en los tipos de pijuayo con espina. Estas dificultades son menores en los tipos sin espina.

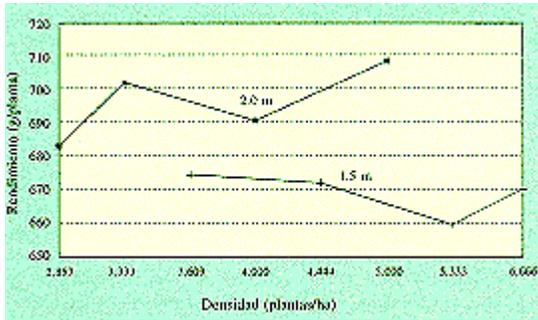


FIGURA 4.2 Efectos del espaciamiento entre hileras y de la densidad de siembra en el rendimiento por planta de palmito con envolturas foliares. Costa Rica (Zamora, 1985).

Los datos presentados en la Figura 4.2 representan diferentes densidades de siembra con dos distanciamientos entre plantas con un sólo tallo por mata. Aún

cuando las densidades de siembra no coinciden, se observa una tendencia, dentro de las estudiadas, para aumentar el rendimiento de palmito conforme aumenta la densidad de siembra en las parcelas con hileras separadas cada 2.0 m (el rendimiento incluye las envolturas externas no industrializable de la capa 4), mientras que en las parcelas con 1.5 entre hileras, la tendencia es a disminuir el rendimiento. El mayor rendimiento de palmito se observa en el distanciamiento de 2.0 x 1.0 m (5,000 plantas/ha). En general, el rendimiento es mayor cuando el distanciamiento entre hileras es 2.0 m, con respecto al de 1.5 m.

En la Figura 4.3 se aprecia que el rendimiento de palmito (incluye la capa 4), promedio de tres años de cosecha y resultante de multiplicar el rendimiento por planta presentado en la Figura 4.2 por el número de tallos cosechados, se incrementa desde 2.28 hasta 3.34 t/ha en las parcelas con separación de 2.0 m entre hileras, mientras que este incremento es mucho menor, de 2.72 a 3.00 en las parcelas con 1.5 m de separación entre filas.

Es decir la disminución en el rendimiento por planta observada al aumentar la densidad en las parcelas con 1.5 m entre hileras, es compensada por el mayor número de plantas por ha, pero no llega a alcanzar los de los rendimientos de las plantaciones con densidades similares pero con hileras separadas a 2.0 m. En las densidades menores a 5,000 plantas/ha, estas diferencias no son tan notorias. La explicación puede estar en el mayor rendimiento por planta y en el mayor porcentaje de plantas cosechadas a la densidad de siembra de 2.0 por 1.0.

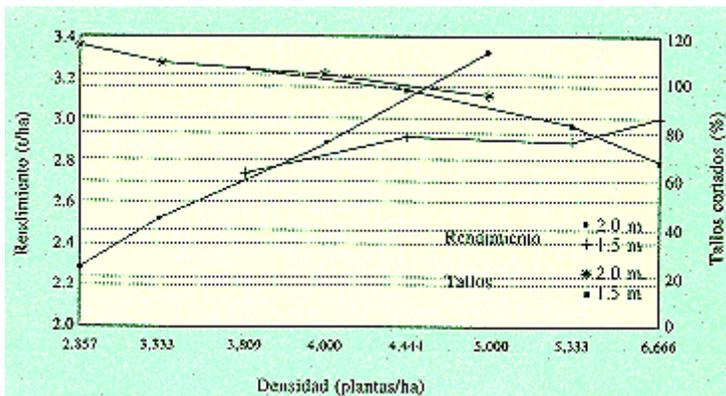


FIGURA 4.3 Efectos de la densidad de siembra y del espaciamiento entre hileras en el rendimiento por hectárea y el porcentaje de tallos de pijuayo cortados. Costa Rica (Zamora, 1985).

Por su parte, el número de tallos en tres cortes sucesivos, fue mayor al 100% indicando que se cortaron los hijuelos o

brotes adicionales al tallo principal que habían alcanzado el tamaño adecuado, en las plantaciones con densidades de siembra de 4,000 plantas/ha o menores (Figura 4.3). Este resultado probablemente se debe a que en las plantaciones con alta densidad se presenta mayor cantidad de tallos primarios, los que crecen más rápido, por no tener

competencia por los hijuelos. Al ser cosechados más temprano, permiten el crecimiento del tallo secundario, brote o hijuelo, el que estará listo para cosechar en los siguientes cortes. Sin embargo, este mayor porcentaje de tallos cosechados por ha, manejando un solo tallo por mata (práctica que no se recomienda en este manual), resulta en una menor productividad por hectárea, que cuando se aumenta la densidad de siembra.

El efecto del distanciamiento entre hileras y entre plantas, y consecuentemente de la densidad de siembra, en la producción de corazón de palmito, es decir la parte neta que se procesa y envasa se presenta en el Cuadro 4.5 (peso promedio de palmito por tallo cosechado) y en el Cuadro 4.6 (longitud promedio de los palmitos cosechados). Estos resultados corresponden al promedio observado para tipos sin y con espinas, al existir muy pequeñas diferencias entre estos tipos cuando son cultivados en un suelo ácido, pH 4.4, de baja fertilidad (Distropept) y sin abonamiento, que tenía como vegetación original un bosque primario, del que se había extraído la madera valiosa. El bosque fue rozado, tumbado y quemado y, simultáneamente con el pijuayo, se sembró un cultivo intercalado de yuca, que rindió 12 t/ha. El pijuayo se empezó a cosechar a los 22 meses, excepto en el distanciamiento de 1.0 x 1.0 m, que demoró más y se cosechó cuatro meses más tarde conjuntamente con la segunda cosecha en los otros tratamientos. Las cosechas o cortes del palmito se efectuaron sucesivamente cada tres a cuatro meses.

Cuadro 4.5: Efecto del distanciamiento en el rendimiento neto de corazón de palmito en Iquitos, Perú. (Chumbimune, 1994).

Distancia (m)	Densidad	Cosecha No. y rendimiento promedio (g/palmito/tallo)						Promedio
		1	2	3	4	5	6	
1.0 x 1.0	10,000	0	130	139	87	117	85	112
1.5 x 1.0	6,666	109	160	146	152	120	102	132
1.5 x 1.5	4,444	130	132	157	120	155	108	134
2.0 x 1.5	3,333	136	169	163	102	145	155	145
2.0 x 2.0	2,500	138	153	157	141	149	140	146
Promedio		128	149	152	120	137	118	

Cuadro 4.6: Efecto del distanciamiento en la longitud del corazón de palmito en Iquitos, Perú (Chumbimune, 1994).

Distancia (m)	Densidad (plantas/ha)	Cosecha No. y longitud promedio (cm/palmito)						Promedio
		1	2	3	4	5	6	
1.0 x 1.0	10,000	0	32	30.6	26.8	29.6	22.7	28.3
1.5 x 1.0	6,666	28.9	36.7	34.3	27.8	29.4	29.6	30.3
1.5 x 1.5	4,444	31.4	34.6	36.2	31.3	34.8	24.2	32.1
2.0 x 1.5	3,333	40.9	36.8	35.5	28.3	31.8	27.7	33.5
2.0 x 2.0	2,500	31.7	33.8	35.7	32.9	29.4	27.8	31.8
Promedio	33.2	34.8	34.5	29.4	31	25.4	26.4	

Los resultados presentados en el Cuadro 4.5 muestran que, el rendimiento de palmito industrializable por tallo, es menor en las parcelas con mayor densidad. Las plantas sembradas a 1.0 x 1.0 m demorarán más tiempo en llegar al estado óptimo de cosecha que las sembradas a mayor espaciamiento, probablemente como consecuencia de la alta competencia entre plantas, la cual no fue compensada con abonamiento (Foto 5). El mayor peso que se observa en los palmitos provenientes de plantas sembradas a menor densidad es concomitante con una mayor longitud del palmito industrial o exportable (Cuadro 4.6). La mayor longitud del palmito es una característica deseable porque permite que en el proceso de industrialización éste se divida en fracciones enteras, múltiplos de 9.0 ó 9.7 cm, según sea el tamaño del envase a utilizar. Por ejemplo, si se utiliza un envase que requiere trozos de 10.0 cm de longitud, se pueden obtener tres trozos enteros de un palmito de 31.0 cm, pero solamente 2 trozos enteros de un palmito de 28.0 cm, con el remanente siendo procesado como porciones, con menor valor en el mercado.

Cuando se calcula la cantidad total de palmito producida en las condiciones de suelo ácido de baja fertilidad y sin abonamiento indicadas anteriormente, se observa que las plantas que están a mayor densidad tienen más producción por hectárea, correspondiendo ésta al mayor número de plantas (Cuadro 4.7). Sin embargo, estas plantas generalmente producen palmitos más delgados; demoran más en iniciar la producción y tienden a declinar el rendimiento a partir del cuarto o quinto corte (Cuadro 4.5). La menor densidad (2,500 plantas/ha) que produce palmitos más gruesos y con mayor peso unitario resulta en mucho menor rendimiento de palmito industrial exportable por hectárea (Cuadro 4.7), aunque mantiene un buen peso de palmito por planta. En este caso, la limitación está dada por el bajo rendimiento por hectárea. En el rango intermedio se encuentran las densidades entre 3,333 y 6,666 plantas/ha, con buenos rendimientos de palmito por planta (132 a 145 g, Cuadro 4.5) y buenos rendimientos por hectárea (1.8 a 2.4 t, Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7: Rendimientos de corazón de palmito en ocho cosechas consecutivas en Iquitos, Perú (Del Cuadro 4.3).

Distancia	Densidad	Total tallos	Peso de palmito	
(m)	(plantas/ha)	cosechados	g/tallo	kg/ha
1.0 x 1.0	10,000	23,089	112	2,586
1.5 x 1.0	6,666	18,157	132	2,397
1.5 x 1.5	4,444	13,712	134	1,837
2.0 x 1.5	3,333	12,712	145	1,843
2.0 x 2.0	2,500	10,836	146	1,582

Para completar el análisis anteriormente presentado, es conveniente evaluar el rendimiento de palmito de las plantas obtenidas en estas densidades de siembra, pero medido a través del número de latas producidas en la fábrica, ya que los rendimientos de palmito fresco industrializable indicados en los Cuadros 4.5, 4.6 y 4.7 se refieren al peso del palmito fresco, antes de ser sometido al flujo de proceso de industrialización (Capítulo 6).

En el Cuadro 4.8 se presenta el número de palmitos que se requieren por lata de 15 onzas de capacidad (250 g de peso neto de palmito), observándose que cuanto más delgado es el palmito, mayor será el número de tallos que se requerirán por lata y mayor la demanda en mano de obra, energía e insumos, así como desperdicios generados para la fábrica.

Cuadro 4.8: Requerimiento de tallos de pijuayo por lata de 15 onzas de capacidad de corazón de palmito (Adaptado de Villachica *et al.*, 1994a).

Diámetro de palmito (cm)		Palmito	Tallos
Superior	Inferior	(trozos/lata)	(tallos/lata)
2.7	2.9	3	1
2.5	2.7	4	1.33
2	2.4	5	1.66
1.9	2	7	2.33
1.6	1.8	8	2.66

En base a los datos presentados anteriormente, se deduce que el distanciamiento de siembra para la producción de palmito, considerando el manejo de tallos múltiples por cepa, sitio o planta, puede ser de 2.0 m entre hileras con 1.0 entre plantas (Foto 6) ó también podría sugerirse 1.5 m entre hileras con 1.5 entre plantas. Se prefiere el distanciamiento de 2.0 x 1.0 m por las siguientes razones:

- a) Mayor rendimiento por hectárea y menor demanda de mano de obra para deshierbos, con respecto a las plantas sembradas a menor densidad.
- b) Palmitos con buen rendimiento por planta, con diámetros en el rango de 2.0 a 2.5 cm y longitud mayor a 30 cm.
- c) Facilidad para las labores agrícolas manuales en el campo, especialmente en las variedades con espina.
- d) Posibilidad de obtener uno a dos cultivos intercalados durante los primeros 12 meses de la fase de establecimiento.
- e) Mayor precocidad y mayor continuidad de producción de los suelos de baja fertilidad que no son fertilizados o que son abonados con cantidades mínimas.

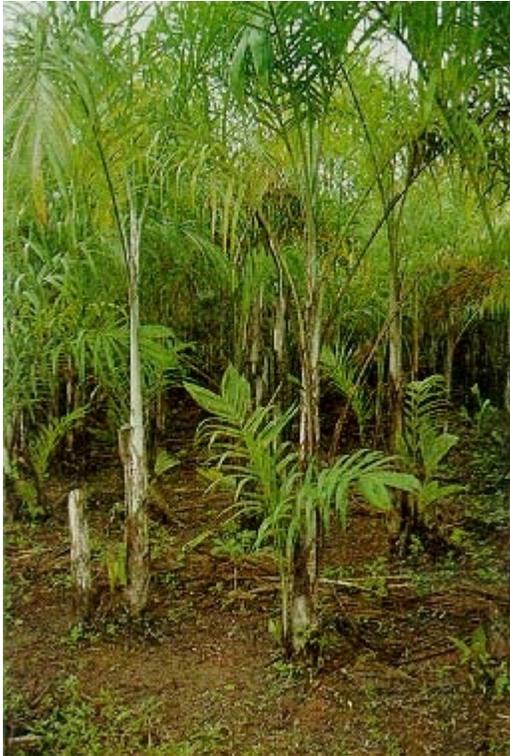


Foto 5: Plantación con alta densidad (1.0 x 1.0 m). Nótese los tallos delgados y en exceso de sombra.

Estos distanciamientos coinciden con el recomendado en la literatura de 2.0 m x 1.0 m de 1.5 x 1.5 m (Mora-Urpí, 1989; Mora-Urpí *et al.*, 1984) y al de 2.0 x 1.0 m encontrado como de mayor rendimiento por Zamora (1985). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la recomendación en la densidad de siembra puede variar de acuerdo con el diámetro de palmito que se quiera obtener. Si se desea obtener palmitos mucho más gruesos, como era la tendencia en la década del 70, entonces se debería sembrar a 3.0 m x 1.5 m en (2,222 plantas/ha). Por el contrario, si la tendencia se dirige hacia palmitos más delgados, entonces debe sembrarse a menor distanciamiento, 1.5 x 1.0 m (6,666 plantas/ha) ó 1.0 x 1.0 m (10,000 plantas/ha). En ambos casos, el número de hijuelos que se mantenga por cepa influirá en el diámetro del palmito a obtener.



Foto 6: Plantación a 2m x 1m con cobertura de centrosema

Es conveniente indicar que el uso de espaciamientos más amplios entre hileras para facilitar la mecanización, por ejemplo 3.0 m, no son recomendables porque se pierde mucho espacio y el paso del tractor produce compactación del suelo (Mora-Urpí, 1989). La demanda del mercado, la tecnología que se desarrolle, las variedades y los cambios que se produzcan en las características de los tractores, por ejemplo el uso de tractores de trocha angosta (1.10 m) condicionarán la decisión de los distanciamientos a sembrar y del manejo de la cosecha en la plantación.

4.5 SISTEMAS DE PRODUCCION Y MANEJO DE PLANTACION

Cultivos intercalados

Las experiencias en la Amazonía peruana indican que el pijuayo se beneficia de la sombra de los cultivos asociados durante los primeros meses. Por este motivo, y por la ventaja que representa tener un ingreso adicional por uno o dos cultivos temporales en el primer año del cultivo, se recomienda la siembra de la yuca como cultivo intercalado.

Experimentos conducidos en un suelo ácido de Iquitos, Perú, en el que se sembró arroz con un mes de anticipación al pijuayo, luego se trasplantó el pijuayo y a la cosecha del arroz (tres meses y medio después del trasplante del pijuayo) se sembró yuca, la que se cosechó nueve meses más tarde, dieron como resultado un rendimiento de 1.2 a 1.5 t de arroz/ha y 10 a 12 t de yuca/ha. No se observó reducción en el tamaño de las plantas de pijuayo. Este resultado se obtuvo en un suelo con pH 4.6, el cual recibió el efecto encalante y fertilizante de las cenizas de un bosque primario, del que se había extraído la madera valiosa.

Si la densidad de siembra de pijuayo para palmito es de 2.0 entre filas por 1.0 m entre plantas, entonces se puede intercalar el arroz, sembrando cuatro a seis filas de arroz entre filas de pijuayo (a 25 cm ó 30 cm entre filas y entre golpes de semilla de arroz).

La yuca puede ser plantada como una sola fila, a distancia de 1.0 m entre semillas, lo que dará una densidad de 5,000 plantas/ha (Foto 7). En el caso de intercalar una secuencia de dos cultivos, es preferible sembrar al inicio de la rotación el de porte bajo o más susceptible a la competencia por luz y nutrientes, ya que en este período no tendrá mucha competencia por las plantas de pijuayo que estarán de porte pequeño. La yuca funciona bien como segundo cultivo, porque al principio no tendrá mucha competencia por luz por las plantas pequeñas de pijuayo y al final de su período vegetativo tendrá un tamaño similar a las plantas de un año de pijuayo, sin ser afectado significativamente el rendimiento, en el espaciamiento descrito. En suelos de muy baja fertilidad será recomendable sembrar solamente el cultivo intercalado de yuca.

Una vez que se ha decidido que cultivos se intercalarán se procede a marcar el terreno donde se sembrarán tanto los cultivos intercalados como el pijuayo. Esta marcación puede ser efectuada colocando solamente puntos de referencia cada cierta distancia, ejemplo cada 10 a 20 m para las hileras de pijuayo, por cuanto la densidad de siembra hace muy costosa la utilización de estacas marcadores (5,000 estacas/ha). El cultivo anual que será intercalado se siembra en los espacios que le corresponderán, evitando transitar mucho por el lugar correspondiente al pijuayo. A los 30 a 60 días, dependiendo del desarrollo del cultivo anual (por la sombra que proporcionará al pijuayo), se trasplantan las plántulas de la palmera. Para ello se puede utilizar cordeles marcados cada 1.0 m.

Si el pijuayo se trasplanta en la época de lluvias, utilizando plántulas a raíz desnuda (pero con tierra alrededor de la raíz), provenientes de un almácigo ubicado en un lugar cercano al predio, el prendimiento está en el orden de 95 a 100%. Si se utilizan plantas que han sido mantenidas en bolsas plástico con tierra, el prendimiento será ligeramente mayor, entre 97 y 100%. Las plantas que se sequen por el trasplante deben ser reemplazadas en el más breve plazo. Las resiembras que se efectúen durante el segundo año de cultivo

tienen un crecimiento más lento por la competencia de las plantas más "antiguas" del año anterior.



Foto 7: Pijuayo asociado con yuca. Planta de pijuayo a los cuatro meses del trasplante

Deshierbos

El pijuayo es una especie adaptada a las condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad predominantes en la Amazonía, pero es afectado por la competencia de las malezas y requiere de deshierbos oportunos.

Los deshierbos deben ser efectuados teniendo cuidado de no dañar las raíces superficiales, ni de formar depresiones en las que se acumule agua alrededor del tallo. En lo posible se debe acumular tierra alrededor del tallo, lo cual contribuye a un mejor desarrollo radical y mejor sustento de la planta. El número de deshierbos estará en función a la preparación del terreno y a las condiciones del suelo, estimándose en cuatro para el primer año, tres en el segundo y solamente dos en el tercer año y sucesivos.

El uso de cobertura con leguminosas tiene la ventaja que disminuye la demanda de mano de obra para los deshierbos, con la desventaja que algunas leguminosas inmovilizan el nitrógeno, limitando temporalmente su disponibilidad para el pijuayo. Las mejores coberturas son provistas por el centrosema (*Centrosema macrocarpum*) y por el maní forrajero (*Arachis pintoi*). No se recomienda al kudzu (*Pueraria phaseoloides*) ni el desmodium (*Desmodium ovalifolium*) como coberturas, el primero por ser una liana, muy agresiva que requiere mucha mano de obra para evitar que enrede al pijuayo y el segundo por inmovilizar mucho nitrógeno y por su poca tolerancia a la sombra. De igual manera, tampoco se recomienda la mucuna (*Mucuna cochichinensis*) por la fuerte competencia que tiene por el nitrógeno con el pijuayo. En todos los casos del uso de coberturas con leguminosas, éstas deben ser sembradas un año después de trasplantado el pijuayo, por presentar menor competencia (Pérez *et al.*, 1993a; Domínguez y de la Cruz, 1993).

En las plantaciones con cultivos intercalados no se recomienda el uso de herbicidas. En sistemas en monocultivo sin cultivos asociados el uso de herbicidas debe ser evaluado cuidadosamente. En Costa Rica se utilizan herbicidas preemergentes como la terbutilazina, el oxifluorfen o el diuron, o post emergentes como el glifosato o el paraquat, evitando que el producto químico alcance a la planta de pijuayo. Sin embargo, el costo de los herbicidas limita su uso solo para aquellas fincas o empresas que tienen dificultad de conseguir mano de obra, o donde la mano de obra es muy costosa.

Cuando la plantación de pijuayo para palmito está en producción, la sombra que produce limita el desarrollo de las malezas, las cuales brotan con vigor después de cada corte que se realiza cada tres meses, al haber más luz que incide sobre el suelo, pero que son controladas con la cobertura que se da al suelo con los tallos y hojas que quedan de la cosecha.

Durante el período productivo, los restos de las hojas y tallos cosechados, además de ser utilizados para controlar las malezas, reciclan nutrientes, conservan la humedad del suelo en la época de estiaje, mientras que en la época de lluvias disminuyen la escorrentía superficial y, entre otros, disminuyen el efecto de las pisadas en compactar el suelo alrededor de las plantas.

Raleos o podas

Existen dos tendencias en relación al raleo del pijuayo cultivado para palmito. La primera es manejar la plantación con el número de hijuelos que emerjan naturalmente de cada cepa, un promedio de cuatro hijuelos (rango 1 a 6) de diferentes edades y tamaño (tamaño mayor que 30 cm). La segunda posibilidad es manejar las plantaciones controlando el número de hijuelos (pueden ser dos, tres o cuatro), lo cual implica un mayor costo.

El autor prefiere el primer sistema de manejo, es decir dejar en cada cepa el número de hijuelos que emerjan naturalmente, teniendo cuidado en cada cosecha de eliminar los hijuelos vegetativos nacidos de la parte aérea del tallo, por que al no estar unidos a la "araña" no aportan raíces. Eventualmente se pueden eliminar los que emerjan en dirección hacia las hileras adyacentes, para dirigir los hijuelos en el sentido de la hilera en la que se encuentran. Las razones de esta preferencia son las siguientes:

- a) No se tienen estudios de largo plazo que determinen las ventajas de eliminar hijuelos de la "araña" con respecto a la no eliminación, aunque ésta es una práctica utilizada en Costa Rica.
- b) Manejar la plantación controlada para tener un número determinado de hijuelos por cepa demandará mayor mano de obra, con mayor costo.
- c) El germoplasma que se está utilizando para semilla es muy heterogéneo, existiendo cepas que pueden dar solamente dos a tres tallos simultáneamente, lo cual limitará la posibilidad de tener un mayor número de tallos por cepa.
- d) El menor desarrollo relativo que se observe en las plantas con varios hijuelos, con respecto a las que tengan pocos hijuelos, pueden ser compensado por una mayor dosis de abonamiento, cuando esta práctica es efectuada adecuadamente.
- e) La tendencia actual del mercado es hacia el consumo de palmitos delgados (menos de 3.0 cm de diámetro), por lo cual el posible menor diámetro que se observe en tallos de cepas con muchos hijuelos no tendrá problema de comercialización.

En el caso de que la plantación para palmito se conduzca con el sistema de poda, esta operación puede hacerse durante la cosecha y eliminando solamente las plántulas que tienen menos de 30 cm de altura. Asimismo, la poda puede ser efectuada en aquellas plantas que tienen un solo tallo, lo cual es índice de una fuerte dominancia apical; en este caso se corta el tallo, lo cual romperá la dominancia apical y facilitará la emergencia de los hijuelos.

No se recomienda la poda de las hojas, porque éstas son las que realizan la actividad fotosintética que sustenta la planta.

Drenaje

Las áreas con mal drenaje o aquellas que en época de lluvia no drenen adecuadamente deben evitarse para sembrar pijuayo. Sin embargo, si después de sembrar la palmera, se nota la presencia de estas áreas, se debe hacer drenes para evacuar el agua. La profundidad de los drenes estará en función a la distancia que los separe, la pendiente y la textura del suelo, entre otros factores. El objetivo es que por lo menos los primeros 60 cm estén libres de problemas de mal drenaje, ya que el sistema radical se concentra en los primeros 20 a 25 cm del suelo.

Por otro lado, la napa freática debe mantenerse por lo menos a 1.0 m de profundidad en la época de lluvias, lo cual, en caso de encontrarse más superficial, condiciona la selección del terreno y la confección de drenes más profundos.

El mal drenaje también puede deberse a la presencia de capas duras ("hard pan") en el subsuelo, producidas por el paso de los implementos de labranza, cuando se utiliza mecanización. En este caso, lo recomendable es pasar subsoladores para romper las capas duras.

4.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

En la Amazonía, el cultivo de pijuayo no tiene muchos problemas de plagas ni de enfermedades, posiblemente debido a que es nuevo y se está plantando en áreas con poca presencia de otras especies cultivadas que constituyan fuente de inoculo. Sin embargo, a fin de proveer al lector de información pertinente al tema, a continuación se describen las principales plagas y enfermedades encontradas en Costa Rica, las cuales pueden ser revisadas con más detalle en la literatura (Mora-Urpí *et al.* 1984, Vargas 1993). Asimismo, aún cuando el objetivo de este manual es proveer las plantas para el cultivo de pijuayo para la producción de palmito, también se presentan los principales problemas fitosanitarios de los frutos, que son utilizados como fuente de semilla o como alimento.

4.6.1 Plagas

1. Acaro del follaje (*Retracus johnstoni*)

El ácaro de la hoja es la principal plaga de importancia económica del pijuayo en Costa Rica (Mora-Urpí, 1983; Mora-Urpí *et al.*, 1984). Se desconoce la biología de este insecto. Ataca los foliolos, produciendo manchas cloróticas (Foto 8), las cuales aumentan, hasta que el área afectada cubre casi la totalidad de la hoja. En el envés de la mancha necrótica se observa el hilo de seda por el cual se moviliza el ácaro. El ataque empieza en las hojas jóvenes, pero son las hojas viejas las que muestran mejor el síntoma.



Foto 8: Folios con daño por *Retracus* sp. Foto Couturier/ORSTOM.

Aparentemente, su incidencia está relacionada al genotipo, condiciones ecológicas y nutrición de la planta. El ácaro desarrolla mejor en ambientes secos, cuando las plantas no reciben suficiente agua y están expuestas a mayor radiación solar, sobre todo en el período seco con pocas lluvias. En el vivero es posible tener un mayor ataque de ácaros si las plantas no son regadas adecuadamente.

En las plantas jóvenes se puede controlar mediante aplicaciones con azufre mojable 0.7 a 1.0 kg por 100 litros de agua; pero en plantas adultas se requiere equipo especializado. También pueden ensayarse otros acaricidas, los que se encuentran abundantes en el mercado. La poda de las hojas viejas no es una medida efectiva, si no es acompañada de la aplicación del insecticida. Aparentemente estos ácaros son predados por otros de la familia Phytoseidae (Mexzón, 1995). Las plantas jóvenes pueden recuperarse del ataque, pero con desarrollo limitado por las deformaciones producidas en la base del tallo (Foto 9).

2. Picudo del coco o Papaso (*Rhynchophorus palmarum* L.)

Gorgojo color negro de 2 a 5 cm de longitud, con un pico largo y encorvado. Las hembras son de mayor tamaño con el cuerpo liso, mientras que los machos son de menor tamaño y tienen el cuerpo cubierto de espinillas cortas (Mora-Urpí, 1983). Este insecto es conocido por atacar muchas palmeras, especialmente el coco y la palma aceitera o palma africana. Es el vector para el nematode *Rhadinaphelenchus cocophilus*, que causa el "anillo rojo" en la palma aceitera y en el coco (Figueroa y Dao, 1981). En el coco, el daño causado por las larvas, las cuales son muy voraces y comen el tejido suave, forma galerías en el tronco y en el peciolo de las hojas.

Para ingresar a la planta necesita la presencia de heridas, en las cuales deja sus huevos de 2 a 3 mm de longitud. Los huevos eclosionan en dos a tres días, con el estado larval durando alrededor de 37 días, después de lo cual el insecto empupa por 20 días. Los adultos permanecen en el capullo por cinco a siete días adicionales.

En el pijuayo este insecto ataca el rizoma subterráneo de plantas jóvenes, produciendo numerosas galerías. No ataca plantas adultas. En la Amazonía se encuentra ataque ocasional por este insecto, cuando se cortan las plantas para palmito.

El control se efectúa mediante prácticas culturales. Una de las primeras medidas es la disminución de los adultos que se encuentren y la destrucción de los trozos de tallo o rizoma que puedan servir de alimento al insecto. En las zonas con plantaciones de otras palmeras que tengan infestación por este insecto, existirá mayor riesgo de ataque al pijuayo. En este caso se recomienda desinfectar o pintar los tallos cortados después de la cosecha para palmito, utilizando una solución de un producto organofosforado a concentración de 0.4 a 0.6 por mil. También se pueden aplicar insecticidas sistémicos al suelo, como el Cytrolane o preparar trampas remojadas en insecticida.

3. Picudo de la caña de azúcar (*Metamasius hemipterus* L.)

Picudo más pequeño que el del cocotero, 10 a 12 mm de largo, con ciclo de vida relativamente largo, ya que solamente desde la ovoposición hasta la emergencia toma seis meses, con el período de adulto también prolongado (Mora-Urpí, 1983; Mora *et al.*, 1984).

Ataca principalmente la caña de azúcar y el plátano, en los que perfora el tallo; las larvas se alimentan del tejido parenquimatoso y fibroso, cavando túneles. En el pijuayo, las larvas atacan preferentemente la base del ráquis de la inflorescencia, la cual se debilita, pudiendo desprenderse la inflorescencia o el racimo. También se encuentra ocasionalmente en el tallo de plantas cortadas para palmito.

En el pijuayo con espinas, tanto el picudo del cocotero (*R. palmarum*), como el de la caña (*M. hemipterus*), no constituyen mayor problema, sin embargo, el pijuayo sin espinas es particularmente susceptible al *M. hemipterus* (Mexzón, 1995). Las hembras del picudo se refugian en las axilas de las hojas secas y ovipositan en el tallo, cuando emergen las larvas estas comen el tallo superficialmente o se introducen en él, dependiendo de su consistencia. Cuando la oviposición se produce en hijuelos de 7 a 9 cm de diámetro basal, las larvas pueden causar la muerte del tallo o grandes deformaciones como tumores, por las que mana abundante savia (Mexzón, 1995). Las plantas jóvenes pueden recuperarse

del ataque, pero con desarrollo limitado por las deformaciones producidas en la base del tallo (Foto 9).

El control es principalmente preventivo. Las hembras ponen sus huevos en la caña de azúcar y el plátano, especialmente cuando hay superficies cortadas o heridas. Se debe tener cuidado con las plantas de plátano y caña de azúcar que sean portadoras de *Metamasius* y, en los casos de alta infestación, se debe desinfectar los cortes con la solución organofosforada indicada anteriormente. Mexzón (1995) observó control

biológico por hongos del genero *Metarhizium* infectando las larvas del picudo.

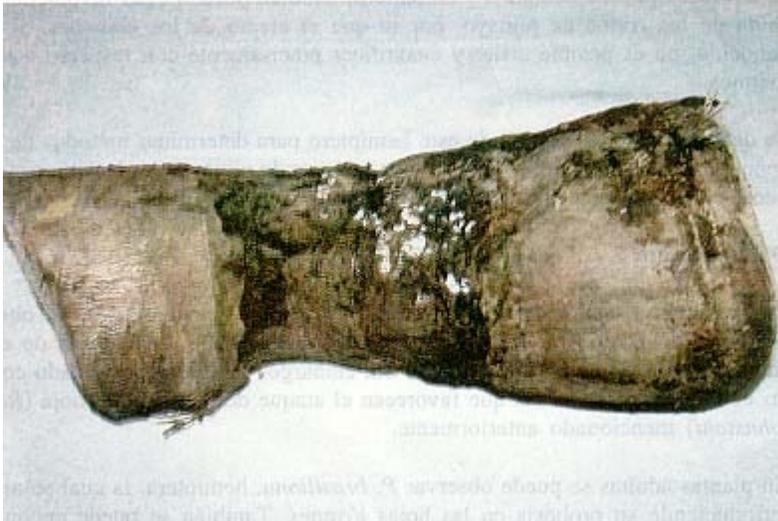


Foto 9: Tallo de planta adulta mostrando consecuencia del ataque de *Metamasius hemipterus* en la fase de plántula.

Tanto para el picudo del coco como para el de la caña de azúcar, se pueden preparar trampas consistentes en pedazos de tallos o rizomas tratados con un producto

organofosforado, los que son colocados en la parte inferior de un recipiente que tiene trozos del mismo material, pero sin tratar con insecticida, colocado en la parte superior del recipiente. En el caso del picudo del coco o papaso, se puede taponar el agujero de entrada en la planta, con el tallo impregnado en insecticida.

4. Escarabajo de la base del tallo (*Strategus aloeus*)

Escarabajo cuyos adultos producen túneles largos en el rizoma de plantas jóvenes de coco, pijuayo y otras palmeras. Su presencia se detecta fácilmente por el agujero que hace en el suelo, pegado a la base del tallo. El daño que produce es importante, pero no mortal, aunque en ciertos casos se puede observar el amarillamiento de la hoja central y posterior muerte de la planta.

Este escarabajo es controlado fácilmente aplicando un insecticida, en el agujero y tapándolo.

5. Chinche del fruto (*Leptoglossus lonchoides* Allen)

Chinche cuyas hembras adultas miden 18 mm de largo, teniendo los machos menor tamaño; color pardo oscuro en la parte superior, alas delanteras con nervaduras un poco más claras y con una banda amarilla transversal en forma de zig-zag, membrana negra; parte ventral pardo amarillenta con puntuaciones negras irregulares (Couturier *et al.*, 1991).

En Manaus, Brasil, este chinche parece contribuir a la caída temprana de frutos muy jóvenes (durante los 5 a 20 días posteriores a la antesis) y a la caída intermedia de frutos (durante el segundo mes de desarrollo del fruto, en que la pérdida es menor). No tiene efecto en la caída de frutos desarrollados. Diferentes factores fisiológicos, de polinización, fitosanitarios y climáticos, también pueden estar involucrados en la caída de los frutos de pijuayo, por lo que el efecto de los chinches, si bien es conocido, no es posible aislar y cuantificar precisamente con respecto a los otros factores.

Se debe estudiar la biología de este hemíptero para determinar métodos de control, aunque la altura a la que se insertan los racimos de pijuayo en plantaciones adultas, puede constituir una limitante para su control.

6. Otros insectos

En los viveros que se conducen cerca del bosque, posiblemente se observe la presencia de muchos de los insectos del bosque aledaño, la mayoría de ellos sin causar daño a las plantas de pijuayo. Sin embargo, debe tenerse cuidado con evitar las condiciones muy secas que favorecen el ataque del ácaro de la hoja (*Retracrus johnstoni*) mencionado anteriormente.

En plantas adultas se puede observar *P. brasiliiana*, hemíptera, la cual se alimentan introduciendo su probosis en las hojas jóvenes. También se puede encontrar dos tipos de larvas defoliadoras: *Opsiphanes* sp. y *Prenes* sp. ambas lepidópteras, siendo la primera de gran tamaño. Ambas se ubican en el envés de las hojas, comenzando su alimentación desde el ápice de los folíolos. *Opsiphanes* sp. empupa adheriéndose por su parte posterior a la hoja, quedando colgada, mientras que *Prenes* sp. empupa protegiéndose en la hoja a la que da forma de cartucho por medio de hilos de seda. Otro lepidóptero, *Brassolis* sp., puede ubicarse en gran número en una sola planta, pudiendo defoliarla completamente; son larvas grandes, que se ocultan en la unión del estípite con el suelo.

Mexzón (1995) indica que *Opsiphanes cassina* es controlada por las avispas *Telenomus* sp. en huevos y por dos especies de *Conura* en larvas, mientras que *Brassolis isthmia* Bat. es controlado por un virus entomopatógeno no identificado.

4.6.2 Enfermedades

Las enfermedades del pijuayo se pueden producir en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo, desde la germinación de la semilla, el crecimiento en vivero, hasta en campo definitivo, atacando tanto al follaje, el tallo, como el fruto. También se pueden desarrollar enfermedades en el fruto durante el período de poscosecha. A continuación un resumen preparado en base a los informes de Vargas (1989a, 1989b, 1993), que se refieren casi exclusivamente a enfermedades detectadas en Costa Rica, muchas de las cuales no se han observado en la Amazonía.

1. Enfermedades de la semilla

Las enfermedades de las semillas se manifiestan cuando éstas se ponen a germinar con película de humedad alrededor de ella o cuando las semillas son remojadas por períodos prolongados en agua. Los siguientes hongos han sido identificados causando pudrición de la semilla: *Thielavipsis paradoxa*, *Schyzophyllum commune*, *Botrydiplodia theobromae*,

Fusarium sp. y *Penicillium* sp. *Thielaviopsis* es el hongo más frecuente, ya que desarrolla rápidamente en la pulpa, de la cual pasa a la almendra a través de los poros.

En los sistemas de germinación en bolsas plásticas, los más agresivos son: *Schizophyllum* y *Botryodiplodia*, por su rápido crecimiento, cubriendo todas las semillas. Los sistemas de germinación en camas con sustratos de materia orgánica, aserrín o de arena gruesa, tienen poco problema de pérdida de semilla por enfermedades, siempre y cuando se elimine totalmente la pulpa y el tiempo de remojo en agua no sea mayor de 48 horas.

Generalmente se recomienda que las semillas sean tratadas con una mezcla de benlate y bayleton al 4 a 5 por mil durante el lavado. Si no han sido desinfectadas durante el lavado, para el almacenaje las semillas deben ser tratadas con estos mismos fungicidas a razón de 50 g de cada uno por Kg de semilla.

2. Enfermedades del follaje en semillero y plantación

Las enfermedades del follaje son observables frecuentemente de manera aislada en las plantaciones, pero raramente se encuentran atacando toda la plantación. Generalmente las enfermedades desarrollan con mayor facilidad cuando se presentan condiciones de estrés en las plantas, por ejemplo al trasplante, en épocas seca, en condiciones de mal drenaje o cuando hay una deficiencia nutricional. Entre las enfermedades más comunes que ocurren en Costa Rica, Vargas (1993) menciona las siguientes:

1) Mancha amarilla causada por *Pestalotiopsis* sp. Se presenta en las hojas como manchas amarillas, ovaladas o redondeadas (Foto 10), de aspecto acuoso; luego se necrosan y se vuelven pardo-oscuro. Es importante en el almácigo o en la planta joven cuando se presenta algún tipo de estrés.

2) Mancha parda producida por *Mycosphaerella* sp (Cercospora). El hongo ataca tanto las hojas jóvenes como las viejas. Se presentan manchas redondas pardo-claro rodeadas por un borde pardo-oscuro y un halo amarillo (Foto 11). Se encuentra más hacia las puntas de los folíolos, provocando la quema de follaje.



Foto 10: Muerte de parte apical de la hoja causada por curculionido negro no identificado y manchas causadas por

***Pestalotiopsis*.**



Foto 11: Mancha foliar causada por *Cercospora* sp.

3) Mancha negra originada por el ataque de *Colletotrichum* spp. La mancha se observa tanto en almácigo como en plantaciones para palmito, en forma de manchas negras irregulares, rodeadas por un pequeño halo clorótico o amarillento (Foto 12). En plantas de uno a tres años el ataque es más severo en los foliolos de la base de la segunda o tercera hoja y de los bordes de la vaina. Las lesiones que provoca son puertas de entrada para la bacteria *Erwinia*, que produce muerte de las hojas y pudrición del centro del tallo o palmito. Se encuentra generalmente en aquellas áreas donde hay mal drenaje y en los almácigos que son efectuados en bolsas plásticas, cuando éstas no tienen el drenaje adecuado.

4) Mancha anular causada por *Dreschlera incurvata*, caracterizada por manchas redondas café-oscuro con el centro más claro y con un halo clorótico. La lesión se delimita por un tejido corchoso en forma de anillo y en el envés presenta un moho negro que le da apariencia de deficiencia nutricional o desbalance por exceso de N y carencia de K y P.



Foto 12: Mancha foliar causada por *Colletotricum*

En el almácigo estas enfermedades se pueden controlar mediante la aplicación de Benlate, a razón de 250 g por 200 litro de agua y Dithane M-45 (o Manzate 200), a razón de un kilo por 200 litro de agua, en mezcla y aplicados cada 15 días.

5) Vena corchosa causada por *Fusarium moniliforme*.

El hongo ataca las venas de los folíolos de la hoja "candela o flecha", y la vuelve corchosa y dura, por lo que la hoja no abre bien y se queda pequeña. Se presenta en plantaciones de uno a tres años y si el síntoma no es muy severo la planta logra recuperarse. No es importante en Costa Rica. También puede causar pudrición de la flecha u hoja terminal en relación con *Erwinia* y ocurre en focos. Eventualmente, la poda del tallo atacado puede salvar la cepa, si la pudrición no ha bajado mucho en el tallo.

3. Enfermedades del tallo

Al establecer un cultivo nuevo de pijuayo, debe tenerse mucho cuidado con los posibles excesos de humedad que se puedan presentar en el suelo, ya que esta palmera no tolera las condiciones de mal drenaje y aireación deficiente. Las enfermedades del suelo se presentan con mayor intensidad cuando existe exceso de humedad o hay una aireación deficiente. De igual manera, otras enfermedades que atacan la parte aérea de la planta también pueden manifestarse más fácilmente cuando el contenido de humedad del suelo es muy alto, al producir ambientes húmedos favorables o cuando el contenido de humedad es muy bajo, al provocar estrés por deficiencia de agua.

La principal enfermedad descrita por Vargas (1993) para los tallos de pijuayo es la pudrición del corazón o del cogollo, causada ya sea tanto por los hongos *Fusarium* sp y *Phytophthora palmivora*, como por la bacteria *Erwinia chrysanthemi*. El exceso de humedad en el suelo frecuentemente favorece el desarrollo de la enfermedad conocida como pudrición del cogollo o de la flecha (Foto 13, 14). En el caso del ataque de los hongos *Fusarium* y *Phytophthora*, las hojas del cogollo se tornan cloróticas, se marchitan y secan, debido a la pudrición que se presenta en la base, la cual se extiende al corazón del tallo o palmito, que toma color pardo oscuro. En el lado interno de la vaina de las hojas más viejas, se observa un moho blanco constituido por micelio y fructificaciones del hongo, que son diseminadas en la plantación por la lluvia y el viento, así como por insectos.



Foto 13: Pudrición del corazón causada por *Fusarium* en plántulas en bolsas.



Foto 14: Muerte de Plántula en campo definitivo causada por *Fusarium*

El ataque de *Erwinia*, produce que la tercera o cuarta hoja de arriba hacia abajo se torne amarilla y se marchite, al igual que en el caso del ataque por los hongos, debido a la pudrición que tiene en la base. Internamente el palmito o corazón presenta una pudrición acuosa que se extiende hasta la base del tallo; el palmito luce como cocinado, con un anillo oscuro en el borde. La infección de la bacteria también puede originarse en lesiones causadas por *Colletotrichum*; la bacteria se desarrolla en el tejido necrótico y luego es llevada por la lluvia hacia el punto de unión de la vaina con el tallo, donde penetra a través del tejido blando (Vargas, 1993). El drenaje deficiente en el suelo conduce a una deficiencia en aireación lo que resulta en reducción del aluminio, manganeso y fierro, los que en estas condiciones alcanzan niveles tóxicos, causando deterioro en las raíces, mientras que la tercera o cuarta hoja

desarrolla síntomas de deficiencia nutricional de los nutrientes que se encuentran en

niveles críticos, frecuentemente el magnesio, el zinc o el azufre. En estas condiciones la planta es más susceptible al ataque de los patógenos. El mal drenaje también resulta en una deficiente asimilación del potasio, lo que produce un crecimiento de la primera hoja o flecha que no abre bien los folíolos, los que se humedecen con el agua de lluvia o de rocío, permitiendo la entrada de la bacteria (Vargas, E. Comunicación Personal). Al igual que el *Phytophthora*, la bacteria es diseminada por la lluvia, el viento y los insectos.

El control de la pudrición del cogollo causada tanto por *Fusarium-Phytophthora* como por *Erwinia* se basa en prácticas culturales. Se puede prevenir seleccionando suelos con buen drenaje o establecer un adecuado sistema de drenaje cuando sea necesario. Si la plantación ya está establecida, lo primero que se debe hacer es mejorar el drenaje natural o los que existan. Si esto no se puede hacer, se debe favorecer la aireación en el área afectada, podando tallos sanos y enfermos y reduciendo el follaje. El control químico no es eficiente, mientras no se mejoren el drenaje y la aireación. De manera complementaria al drenaje se puede aplicar el fungicida Mancoseb o el bactericida natural kilol LDF-100, además de un insecticida para disminuir la diseminación del patógeno.

Recientemente Vargas (1993) ha observado en una pequeña siembra de palmito en Costa Rica, un amarillamiento de los folíolos del ápice de las hojas más viejas, seguido por el secamiento y muerte descendente, quedando sólo la hoja flecha. Algunas plantas presentan pudrición del corazón por *Erwinia*, con muerte total. Internamente la vaina de la hoja presenta lesiones pequeñas en forma de banda, ligeramente hundidas, color crema, que se originan a partir de la unión con el tallo. También ocurre necrosis de algunas raíces adventicias. Estos síntomas son diferentes a los producidos por los otros patógenos conocidos en Costa Rica. La plantación estaba rodeada de muchas malezas altas y por bosque primario, observándose mayor incidencia de la enfermedad en los bordes de la plantación, que es donde llegan más frecuentemente los insectos vectores; el desarrollo de la sintomatología dentro de la plantación fue lento, probablemente debido a que el pijuayo no es un buen hospedante de los insectos y a la alta variabilidad genética en la plantación, lo que dificulta el avance de insectos y enfermedades.

Los análisis indicaron la presencia de protozoarios en muestras de cortes de tejido obtenidos de la unión de la lámina con el tallo y de raíces adventicias necrosadas. Estos protozoarios fueron similares a los obtenidos de inflorescencia de cocotero enfermo, atribuido a un microorganismo unicelular flagelado del género *Phytomonas* sp., cuyas plantas hospederas son de la familia Palmae, Rubiaceae y Zingiberaceae. Vargas (1995) indica que probablemente la enfermedad fue resultado de una situación coyuntural de alta presencia de malezas y de insectos vectores, por lo que el control debe darse a través de los deshierbos oportunos y el control de los chinches.

4. Enfermedades del fruto

Aún cuando este libro está dirigido al cultivo de pijuayo para palmito, es conveniente complementar los conocimientos sobre los aspectos fitopatológicos del pijuayo, mediante una breve presentación de las enfermedades del fruto. Nuevamente, la descripción que se presenta se basa en las experiencias de Vargas (1993) en Costa Rica.

1) Pudrición blanca causada por *Monilia* sp., hongo que en Costa Rica inicialmente atacaba solamente los frutos que habían alcanzado maduración completa. Los frutos afectados presentan una consistencia blanda, acuosa, se cubren de un tenue moho blanco y emanan un mal olor característico. La enfermedad provoca la caída del fruto. El avance de la enfermedad en Costa Rica ha producido que actualmente el hongo infecte todo tipo de fruto, verdes y maduros, comenzando como pequeñas manchas amarillas, las cuales al aumentar de tamaño se cubren de las fructificaciones blancas del hongo. A pesar de que se consideró una enfermedad de gran potencial, su dispersión se ha limitado a ciertas áreas y en plantaciones con alta humedad relativa o en años de alta precipitación. Como el mal olor atrae muchos insectos, estos podrían ser vectores importantes, aunque también el viento puede diseminarlo cuando el estoma está seco.

2) Moho blanco producido por *Phytophthora palmivora*. Problema detectado sólo en los materiales brasileños del banco de germoplasma de la Universidad de Costa Rica, que luego se extendió a otros tipos. Inicialmente aparentaba ser una enfermedad de gran potencial, pero en el transcurso del tiempo prácticamente ha desaparecido. Los síntomas son muy similares a los de *Monilia*, mostrando un mayor crecimiento micelial algodonoso y la ausencia de mal olor. Síntomas parecidos a lo *P. palmivora* se observan en frutos en la Amazonía.

3) Pudrición basal del fruto, causada por *Diplodia* sp., que ha sido relacionada con condiciones de excesiva humedad en el suelo. Tiene presencia errática en las diferentes zonas, por lo que se confunde con la caída natural del fruto. La enfermedad empieza como una necrosis de las brácteas de la base del fruto y luego se presenta una lesión de consistencia suave, color pardo claro, rodeada de un halo amarillo anaranjado, cubierta por un micelio grisáceo y gran cantidad de puntos oscuros o picnidios. Internamente se presenta como una pudrición pardo-oscuro afectando la semilla. Aparentemente el hongo se desarrolla primero en las brácteas que se necrosan fisiológicamente y provoca caída temprana del fruto .

Todas estas enfermedades de los frutos se presentan en el campo y en plantaciones viejas, en plantas con grandes alturas, lo cual ha dificultado el desarrollo de estrategias de control, sobre todo químico. Lo que se recomienda son prácticas culturales de control de malezas, apertura de drenajes y eliminación de frutos caídos enfermos.

5. Enfermedades del fruto en poscosecha

El principal problema fitosanitario del fruto después de cosechado es la pudrición negra, causado por *Thielaviopsis paradoxa* y por *Chalaropsis* sp. La enfermedad se caracteriza por una pudrición suave, que conforme avanza se torna negra internamente. Presenta un olor a fruta fermentada que atrae grandes cantidades de mosca de la fruta. La pudrición es sumamente rápida (24 horas). En realidad el hongo está latente en la fruta y se activa por daños mecánicos durante la cosecha y cuando el fruto pierde el pedúnculo en los sistemas de comercialización a granel en bolsas plásticas. El tratamiento con Kilol DL-100 o con Tecto, después de desprender el fruto del racimo, da buen resultado.

4.6.3 Otras plagas

Algunas especies de roedores silvestres pueden constituir un problema, especialmente las ratas de campo, las cuales comen las semillas en germinación o los brotes de las plántulas en vivero. En el campo atacan las plantas jóvenes, comiendo el tallo al nivel del cuello, causando muerte de las plantas (Foto 15 y 16). Los nidos pueden estar cerca, para su erradicación. Se controlan con trampas o con cebos con productos comerciales.



Foto 15: Tallo dañado por roedores.

4.7 ABONAMIENTO

La determinación de las dosis de fertilizantes que se deben aplicar en el cultivo de pijuayo para palmito, dependerá de las características del suelo, la densidad de siembra, el número de tallos por cepa, la variedad utilizada, la presencia de coberturas, la fuente de fertilizantes y el clima, entre otros. El grado de importancia de cada uno de estos factores variará, según el sistema de producción que se conduzca.



Foto 16: Muerte parcial de la parte aérea del tallo atacado por roedores

Normalmente los suelos en la Amazonía son deficientes en nitrógeno (N), puesto que la materia orgánica se mineraliza rápidamente cuando son cultivados intensivamente (Sánchez *et al.*, 1982, 1983; Villachica *et al.*, 1990), conduciendo a suelos con bajo contenido de N. La respuesta al fósforo (P) parece ser limitada en el pijuayo (posiblemente debido a la presencia de las micorrizas), lo cual podría disminuir la necesidad de aplicar este nutriente en los suelos con adecuado contenido de P. En cambio, la producción de material verde requiere de un buen nivel de potasio (K) en el suelo, elemento que frecuentemente es exportado con el follaje.

Las demandas de calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), así como las de los micronutrientes no han sido determinadas para el pijuayo en la Amazonía. La respuesta al S se estudió en

suelos volcánicos de Costa Rica, de comportamiento diferente a los Ultisoles y Oxisoles predominantes en la Amazonía.

La mayor densidad de siembra y el mayor número de tallos por cepa tienen un efecto directo en generar un incremento en la demanda de nutrientes en el suelo, consiguientemente requieren un mejor programa de abonamiento. Plantaciones con alta densidad de siembra o con alto número de tallos por cepa, necesitarán de un buen plan a fin de producir tallos y palmito del diámetro adecuado para el corte e industrialización. Asimismo, las variedades mejoradas de las especies cultivadas tienen normalmente un mayor nivel de requerimiento de nutrientes que las variedades tradicionales, pero, en el caso del pijuayo, al no existir variedades mejoradas, no se ha estudiado su respuesta a los fertilizantes.

La presencia de cobertura tiene efecto benéfico, pero en algunos casos la cobertura puede constituirse en una limitante al inmovilizar temporalmente el N del suelo o el aplicado en los fertilizantes. Por su parte, la fuente de fertilizante, condicionará la cantidad a utilizar, dependiendo de la solubilidad y eficiencia en el uso del mismo. Por último, el clima puede condicionar la cantidad de fertilizante a aplicar, además del manejo mismo del fertilizante, al producir lavaje por las lluvias.

Acumulación de nutrientes en la planta

Debido a que la investigación sobre la respuesta a la fertilización del pijuayo para palmito está en proceso y puesto que los resultados se obtienen recién después de varios años de experimentación, éstos aún no han sido difundidos. En los pocos estudios publicados, los factores indicados anteriormente deben ser considerados cuidadosamente antes de extrapolar la información. Merece especial atención el hecho que los primeros experimentos se efectuaron en plantas aisladas o con siembras comerciales que utilizaban baja densidad de plantación (1,600 plantas/ha), condiciones en las que la demanda de las plantas o la respuesta al abonamiento no necesariamente será similar a las que se observa con alta densidad de plantas.

En los cultivos perennes, y especialmente en las nuevas especies que se incorporan a la agricultura, es importante conocer la cantidad de nutrientes que extrae el cultivo del suelo, en diferentes condiciones, y como se distribuyen estos nutrientes en la planta, las épocas de máximo requerimiento, las cantidades que son exportadas fuera de la parcela, así como las que son recicladas.

Es en base a las consideraciones anteriores que se debe interpretar el estudio conducido por Herrera (1989), que puede ser utilizado como base para calcular la demanda de nutrientes por el pijuayo cultivado para palmito.

En el cultivo de pijuayo para palmito, el reciclaje de nutrientes tiene un rol importante. La producción de biomasa es continua y se da a un ritmo alto, siempre y cuando exista suficiente agua y nutrientes, ya que la radiación solar no es limitante en la Amazonía. Cuando se cosecha el tallo de pijuayo para obtener el palmito, se corta entre 20 y 50 cm sobre el nivel del suelo, por lo que la parte inferior queda adherida a la cepa.

En cada tallo cortado, el follaje y la capa 1 o envoltura externa ("cáscara"), representan 83% del total de la biomasa fresca y 92% de la materia seca producida por hectárea (Cuadro 4.9), pero son separadas y distribuidas superficialmente entre las filas de plantas después del corte. Por lo tanto, los nutrientes acumulados en ellos serán mineralizados y reciclados.

Solamente 8.2% de las 21.26 t de materia seca que representan 9,600 tallos cortados, son llevados a la planta industrializadora, con el 91.8% restante quedándose en el mismo campo donde fue producido (Cuadro 4.9).

Del tallo transportado a la planta industrializadora se separan las capas 2, 3 y 4, es decir las tres cáscaras más internas (representan 5.9% de la materia seca), las cuales se descartan, mientras que los primordios foliares no abiertos se utilizan para elaborar palmito (0.9% de la materia seca), los primordios abiertos para elaborar cremas deshidratadas y los internudos para preparar encurtidos, constituyendo éstos últimos los subproductos (1.4% de la materia seca, Cuadro 4.9).

Extracción de nutrientes por la planta

La composición nutricional de los diferentes componentes del tallo de palmito indica que la concentración de P, K, Mg, Cu y Zn es mucho mayor en el palmito neto industrializable (primordios foliares), que en el follaje (Cuadro 4.10). La concentración del N, Ca y S también es mayor en el palmito neto industrializable, aunque la diferencia no es tan grande como en los otros nutrientes. Por el contrario, el Fe, Mn y B se encuentran en mayor concentración en el follaje.

Cuadro 4.9: Contenido de materia verde y materia seca y destino en una plantación de pijuayo para palmito, con 3,200 cepas/ha y 9,600 tallos cosechados por ha/año Herrera, 1989).

Parte de la planta	Materia vegetal (t/ha/año)		Destino del material
	Verde	Seca	
Follaje	39.8	15.1	Reciclado en campo
Cáscaras externas ^{1/}	21.7	4.4	Reciclado en campo
Palmito bruto	12.6	1.76	Extraído del campo
Cáscaras internas ^{2/}	7.9	1.25	Descartado o retornable
Palmito seco	1.7	0.2	Exportado
Subproducto	2.9	0.3	Exportado

1/ Separados en el campo

2/ Extraídas en la planta industrial

Cuadro 4.10: Peso de materia fresca y materia seca y concentración de nutrientes en plantas de pijuayo para palmito (Herrera, 1989).

Parte de la planta	Materia		Concentración de nutrientes										
	Fresca (g)	Seca %	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
			%						ppm				
Follaje	3,259	41.1	3.46	0.19	1.12	0.36	0.24	0.26	126	9.4	13	142	32
Nervaduras	886	26.5	1.25	0.19	1.44	0.12	0.09	0.15	20	8.1	8.7	46	24
Cáscara externa1/	2,261	20.5	0.68	0.1	0.92	0.25	0.14	0.16	34	7.4	5.1	58	12
Palmito bruto	1,310	14	1.99	0.27	1.76	0.27	0.22	0.19	19	12	28	49	16
- Cáscara interna2/	822	15.9	0.88	0.16	1.32	0.23	0.14	0.15	16	9.3	6.9	44	12
Palmito seco	177	11.8	4.33	0.66	2.89	0.44	0.41	0.32	31	22	58	72	19
Subproductos	310	10.3	2.08	0.47	2.84	0.3	0.47	0.28	24	19	97	44	20

1/ Cáscara eliminable en el campo.

2/ Cáscara eliminable en la planta industrializadora.

Cuando se calcula la cantidad total de nutrientes extraídos por una cosecha de 9,600 tallos/ha/año, con las concentraciones de nutrientes indicadas anteriormente, se tienen los resultados presentados en el Cuadro 4.11. En este cuadro se observa que si bien las cantidades de nutrientes absorbidos por hectárea son altas, especialmente el N, P, K, Mg y S, la mayor parte de estos se acumula en el follaje y en las cáscaras externas del tallo, lo cual queda en el terreno y es reciclado. La proporción de nutrientes extraídos en el palmito bruto (palmito con capas internas del tallo y con subproductos) es relativamente alta para el P, K y Mg. Estos nutrientes deben ser manejados con cuidado y ser restituidos con la fertilización. Asimismo, se debe restituir al suelo el N extraído, el cual en el ejemplo del Cuadro 4.11 corresponde a un suelo fertilizado intensivamente (200 a 300 kgN/ha/año). Las cantidades de micronutrientes extraídas fuera de la finca son comparativamente bajas y no constituyen limitante, excepto en los suelos que tengan una historia de deficiencia en alguno de ellos.

Puesto que resultaría muy costoso y poco práctico retornar al campo las envolturas internas del tallo, que son separados en la fábrica (salvo que se prepare compost u otro compuesto orgánico), se considera que los nutrientes que estas cáscaras tienen, son exportados del suelo. Por lo tanto, la cantidad de nutrientes extraídos por 9,600 tallos de 8 a 9 cm de diámetro, es en kg/ha/año, 28 N, 11 P₂O₅, 37 K₂O, 6.6 CaO, 6.5 MgO, 3.4 S, 0.1 Mn y menos de 50 g de Fe, Cu, Zn o B.

Cuadro 4.11: Extracción de nutrientes por 3,200 cepas/ha de pijuayo con una producción de 9,600 tallos/ha/año^{1/} (Herrera, 1989).

Nutriente	Cantidad removida (Kg/ha/año) ^{1/}				Proporción extraída (%)	
	Follaje ^{2/}	Palmito bruto ^{3/}	Total	Palmito neto	Palmito bruto	Palmito neto
N	503	28	531	8.65	5.2	1.6
P	33.1	4.8	37.9	1.34	12.7	3.5
K	217.3	31	248.3	5.76	12.5	2.3
Ca	60.1	4.7	64.8	0.88	7.3	1.4
Mg	39.1	3.9	43	0.77	9.1	1.8
Fe	1.8	0.03	1.83	<0.01	1.6	0.3
Cu	0.16	0.02	0.18	<0.01	11.4	2.2
Zn	0.2	0.05	0.25	0.01	19.7	4.3
Mn	2.19	0.09	2.28	0.01	3.7	0.6
S	43.87	3.36	47.23	0.67	7.1	1.4
B	0.53	0.03	0.56	<0.01	5.2	0.7

- ^{1/} Tallos con 8 a 9 cm de diámetro de corte.
- ^{2/} Comprende follaje + cáscara externa.
- ^{3/} Comprende palmito neto + 3 cáscaras internas + subproductos.

Fórmula de fertilización

En base a lo anterior y para un suelo de fertilidad media, sin problemas de toxicidad por aluminio (Al), se puede sugerir la siguiente fórmula anual de fertilización, para ser utilizada de manera referencial: 120 a 160 kgN/ha, 20 a 40 kg de P₂O₅/ha, 120 a 160 kg de K₂O y en suelos con bajas cantidades de Mg intercambiable, 20 Kg MgO/ha. Las cantidades reales a aplicar en cada suelo variaran de acuerdo a las características de éste y en función de los otros factores del cultivo y del medio ambiente mencionados anteriormente. Asimismo, dependerán de la eficiencia en el uso de los fertilizantes por las plantas (normalmente baja en zonas de trópico húmedo) y de la proporción de los nutrientes que se mineralicen a partir del follaje y tallos que queden en el campo y que sean absorbidos nuevamente por las plantas de pijuayo (es decir el reciclaje de nutrientes por el pijuayo).

Los niveles máximos de fertilización se emplearán en suelos con bajo nivel del nutriente en el suelo, en suelos degradados, en aquellos donde la biomasa producida no garantice un buen suministro para el reciclaje, o en las condiciones de menor eficiencia en el uso del fertilizante. Los niveles bajos de fertilización se emplearán en suelos con alto nivel de nutriente. Asimismo, en suelos donde el terreno ha sido limpiado recientemente y tiene el efecto de las cenizas de la quema de la biomasa, posiblemente en el primer año no se necesite aplicar fertilizantes o solamente sea recomendable aplicar la dosis más baja de algunos de los fertilizantes. Contrariamente, en suelos que han sido cultivados por varios años y que no tienen efecto residual de la quema de biomasa o en los que la vegetación secundaria que crecía antes de sembrar el pijuayo, era muy escasa, se recomienda aplicar la dosis alta del nutriente.

Como referencia, en el Cuadro 4.12 se presentan algunas recomendaciones de fertilización dadas por varios autores, para diferentes condiciones. Ninguna de estas recomendaciones se basa en un estudio integral y de largo plazo.

Cuadro 4.12: Recomendaciones de fertilización del cultivo de pijuayo para palmito según varios autores (Kg/ha/año).

Autor		Recomendaciones					Lugar
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	
Herrera (1989)	Mínimo	200	20	160	50	400	Zona Atlántica
	Máximo	250	20	200	100	500	de Costa Rica
Mora-Urpí, et al,(1984)		120	220	120	60	—	Costa Rica
Zamora y Flores(1985a,b,c)1/	Mínimo	58	25	27			Costa Rica
	Máximo	232	25	54			
Sánchez 2/	Mínimo	50	45	45	—	—	Iquitos, Perú
	Máximo	100	90	90	—	—	

1/ Expresado en g/planta con densidad de plantas variable. 2/ Sánchez, J. 1995. Comunicación personal.

La aplicación de materia orgánica debe hacerse siempre que sea posible y económicamente rentable. La materia orgánica tiene muchos efectos benéficos, pero en las condiciones de la Amazonía, se mineraliza muy rápidamente, por lo que no se debe buscar elevar su contenido en el suelo, sino solamente mantenerlo en un nivel adecuado.

En suelos con más de 50% de saturación con Al sería recomendable aplicar cal, y si la saturación es mayor a 60%, esto ya es una necesidad. Se puede aplicar 100 a 200 g de cal/cepa, al fondo del hoyo de siembra y 15 a 30 días antes del trasplante.

Complementariamente, el efecto beneficioso de las micorrizas en la disponibilidad de nutrientes para el pijuayo, especialmente el fósforo debe considerarse en la preparación del sustrato para el almácigo (ver sección 4.2.6).

No obstante lo anteriormente indicado, solamente un buen muestreo y análisis de suelos, así como su adecuada interpretación en base a los factores que condicionan la respuesta al abonamiento, son los que finalmente decidirán el programa de fertilización del cultivo.

Fuentes y época de aplicación

El fertilizante nitrogenado que se puede usar es la urea. El sulfato de amonio es una buena opción para los suelos deficientes en azufre, pero tiene un mayor efecto acidificante del suelo, así como un mayor costo de transporte por unidad de nitrógeno. El nitrato de amonio y otros fertilizantes nítricos no se recomiendan, por las posibles pérdidas de nitrato por lixiviación. Como fuente de P se puede aplicar el superfosfato simple de calcio en suelos deficientes en S, pero para suelos muy ácidos se puede intentar la roca fosfatada que pase por una malla 200 o por lo menos la malla 100. La fuente de K puede ser el cloruro de potasio, puesto que no hay problema del cloro en el pijuayo. Para proveer Mg se puede emplear dolomita y, en caso de no existir

disponibilidad, el sulfato doble de potasio y magnesio. La dolomita también puede ser utilizada para neutralizar el Al intercambiable.

El fertilizante nitrogenado y el potasio deben ser fraccionados en tres aplicaciones, cada cuatro meses siendo conveniente efectuar cada una de ellas después de una cosecha de tallos. El fósforo y la cal pueden ser aplicados una vez al año, con el primer abonamiento al fondo del hoyo antes de la siembra.

Forma de aplicación

Para aplicar los fertilizantes debe tenerse presente que 58 a 75% de la masa radicular del pijuayo está localizada principalmente en los primeros 20 cm del suelo. La distribución de raíces que se observa en el campo y la informada por Ferreira *et al.*, (1980) y López y Sancho (1990) indican que la fertilización del pijuayo debe efectuarse localizando el fertilizante en un radio de 40 cm, desde el centro de la planta, lo que corresponde a la proyección de la copa en plantaciones de pijuayo para palmito con alta densidad.

Por este motivo, y para evitar la volatilización del N y la pérdida de fertilizantes por escorrentia superficial, se sugiere que los fertilizantes sean incorporados en el suelo a 3 a 5 cm de profundidad, debajo de la proyección de la copa. Para ello se pueden hacer anillos alrededor de la planta y en la línea de proyección de la copa o se pueden aplicar por golpes u hoyos en los cuatro puntos cardinales ubicados en el área que cubre la proyección de la copa de la planta o algún sistema que ubique el fertilizante en esta zona, buscando en todos los casos causar el menor daño posible al sistema radical y minimizar el costo de aplicación.

Una posibilidad de aplicar el fertilizante es localizándolo dentro del tallo cortado (en el hueco del tocón) que queda en el campo después de la cosecha. La forma especial de la araña permite postular teóricamente esta posibilidad (Mora-Urpí, 1995). El nutriente sería tomado por la planta desde este lugar, hasta que cicatrice el tejido en la base del tallo. Clement (Comunicación personal) indica que la "araña" muere una a dos semanas después que se corta el palmito. Esta forma de localizar el abono es, sin embargo, buena porque se ubica el fertilizante cerca de las raíces y de los hijuelos.

Coberturas con leguminosas

En relación al uso de coberturas verdes con leguminosas, debe tenerse presente lo indicado en la sección 4.5, en referencia a la inmovilización temporal del N del suelo y de los fertilizantes por las leguminosas, especialmente el Desmodium. Las leguminosas que, aparentemente, inmovilizan menos N son el Centrosema (*Centrosema macrocarpum*, Foto 6) y el maní forrajero (*Arachis pintoi*), especialmente cuando son sembrados en el segundo año del cultivo o sino ocho a diez meses después que el pijuayo, cuando éste ha desarrollado y tiene un sistema radicular bien establecido. La ventaja principal de las coberturas estará en la reducción que ofrece en la demanda de mano de obra para las labores de deshierbos.

No obstante, no debe descartarse la posibilidad que el efecto de la inmovilización de N por las leguminosas de cobertura disminuya durante el segundo año y sucesivos, cuando la leguminosa ya ha formado, también, su masa radicular crítica y alcance un nivel adecuado de nodulación y de fijación del N atmosférico, contribuyendo a la economía del nutriente en el suelo. En este caso, se tendría que considerar el efecto de la dosis de abonamiento con N, ya que la experiencia indica que la fijación simbiótica del N disminuye o es mínima cuando se aplican dosis altas de N. Este es un campo donde queda mucho por investigar.

La cobertura se debe instalar cuando el cultivo de pijuayo ya esté bien establecido, porque de esta manera se tendrá menor efecto de competencia por nutrientes.

4.8 RENDIMIENTO

Postular rendimientos probales para un cultivo determinado es muy difícil y riesgoso de no acertar, mucho más si el cultivo es nuevo y puede ser conducido en una amplia gama de condiciones, climas y suelos. Sin embargo, a continuación se presenta un estimado, con el fin de dar una orientación a aquellos agricultores y empresas que están interesadas en los rendimientos promedio que se obtendrían en la Amazonía con el pijuayo cultivado a nivel de pequeño agricultor, en suelos ácidos de baja fertilidad, que han tenido un bosque secundario de 20 o más años y con uso moderado de insumos.

Los datos que se presentan se basan en los resultados de parcelas de una a dos hectáreas en la Amazonía peruana, sembradas a 2m por 1m (5,000 plantas/ha), con mezclas de tipos de pijuayo con espinas, conducidas en condiciones como las descritas en el párrafo anterior, excepto que durante los primeros 30 meses no se aplicaron fertilizantes. Estos rendimientos, expresados en número de tallos cosechados por hectárea a partir del décimo octavo mes después del trasplante, son los siguientes:

Meses después del trasplante	Tallos por ha
18	18 3,000
22	2,000
26	2,000
30	2,000
34	3,000
Años 4 y +(4 cortes)	8,000

Los costos de producción por hectárea para una situación como la descrita anteriormente se presentan en el Cuadro 8.1.

5.0 COSECHA, ACOPIO Y TRANSPORTE A LA FÁBRICA

El tallo de palmito cosechado en el campo y listo para el transporte para la fábrica tiene los componentes o partes presentadas en la Figura 2.5. En esta Figura se ha dibujado un tallo de 60 a 80 cm de longitud al cual se le han quitado las tres envolturas externas (capa 1, 2 y 3, Figura 2.6), para dejar solamente la envoltura más interna (capa 4, Figura 2.6) adyacente al corazón de palmito. La parte basal del tallo cosechado está constituida por los internudos (comúnmente llamados "yuca" en Perú), que en su sección más distante del palmito son fibrosos, mientras que la sección adjunta al palmito son más suaves. Parte de estos internudos se utilizan para preparar encurtido, pero no son empleados para palmito.

La sección central está constituida por el corazón de palmito o palmito exportable. En los cuadros que se presentan a continuación y que se refieren a los estudios efectuados en el Perú, el palmito no incluye la envoltura interna, también llamada cáscara (capa 4, Figura 2.6), cuya mitad inferior es más suave (Figura 2.5) y que puede ser industrializada como parte del palmito. Villachica *et al.*, (1994a) solamente utilizaron el corazón de palmito en sus ensayos de industrialización. Los estudios efectuados en Costa Rica incluyen la mitad inferior de la envoltura interna como palmito, con lo cual el rendimiento por tallo es mayor.

La parte apical del tallo cosechado está constituida por los foliolos que ya se han separado, es decir están libres y por lo tanto no pueden ser utilizados para producir palmito, pero si para otros usos. En los estudios efectuados en Perú, esta sección se considera un sub producto o descarte.



5.1 TAMAÑO Y METODO DE COSECHA

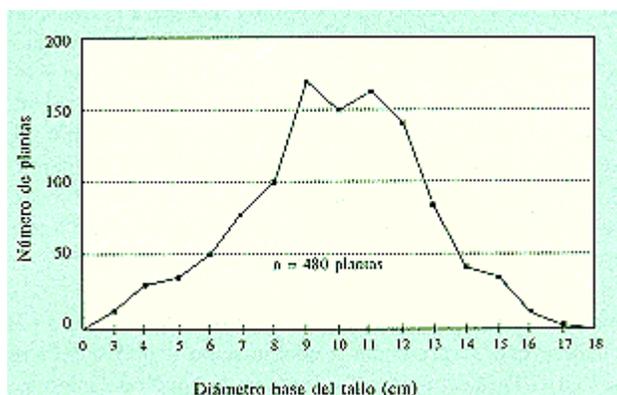
Tamaño

Los parámetros que se podrían utilizar para determinar el tamaño de cosecha de los tallos de pijuayo para palmito son el diámetro del tallo a la altura del inicio de la copa, el diámetro de la base del tallo a ras del suelo, la altura del tallo, el número de hojas y el diámetro de la copa, entre otros.

Estudios efectuados con germoplasma del Perú, con espinas, a densidades entre 4,444 y 6,666 plantas/ha (Villachica *et al.*, 1994a), indicaron que el diámetro de la base del tallo de la palmera, medido a ras del suelo, es el parámetro que presentó el mejor coeficiente de correlación ($r=0.66$) aunque con un bajo coeficiente de determinación ($r^2=0.44$), con respecto al peso de palmito aprovechable. En base a la distribución normal (Figura 5.1) se determinó que en plantas de 22 meses de edad, el estado adecuado de cosecha, para fines de procesamiento, es el desarrollo medio con un diámetro de la base del tallo entre 8 y 12 cm y un diámetro de palmito enlatable de 2 cm. Los resultados también indicaron que 22 meses después del trasplante en este suelo de pH 4.5 y de baja fertilidad, en el que no se aplicaron fertilizantes, 85% de la población de palmeras tiene diámetro de 8 cm o mayor, lo que permite cosecharlos para procesamiento industrial.

FIGURA 5.1 Distribución de plantas de 22 meses en función al diámetro de la base del tallo en Iquitos, Perú (Villachica et. al 1994a).

En siembras en gran escala, la cosecha de tallos de pijuayo puede empezar desde los 12 meses del trasplante. Los tipos con espina cultivados en Iquitos, Perú, presentan alrededor de 81% de la plantación con diámetro de la base del tallo mayor a 8



cm a los 15 meses. La distribución de los tallos cosechados en el caso anterior sería de 27% con diámetro mayor a 12 cm, 54% con 8.1 a 12.0 cm de diámetro y 19% con 8 cm o menos de diámetro. Los resultados indican que entre 15 y 22 meses la proporción de tallos con más de 8 cm o solamente de 81 a 85% de la población. No se midió la proporción que incrementaron los tallos con más de 12 cm de diámetro.

El peso total del tallo cosechado aumenta conforme se incrementa su diámetro (Cuadro 5.1). En cambio, el porcentaje representado por la cáscara disminuye, mientras que el porcentaje de palmito aprovechable se incrementa con el aumento en el diámetro de la base del tallo. El porcentaje representado por los internudos (fibrosos y suaves) aumenta hasta los 10 y 11 cm de diámetro de tallo, para después disminuir en los tallos con mayores diámetros. Estos resultados se deben a que las capas o envolturas más externas del tallo (cáscara) se tornan más fibrosas a medida que aumenta el grosor, perdiendo peso; mientras que el palmito va aumentando en longitud y grosor, lo que resulta en mayor peso de palmito por tallo. Los resultados del Cuadro 5.1 indican que, dentro de los diámetros estudiados, el rendimiento de palmito industrializable, expresado en porcentaje

del tallo con las dos envolturas internas de protección (capa 3 y 4, Figura 2.6), es directamente proporcional al diámetro basal expresado en cm.

En base al diámetro al momento de la cosecha, los tallos de pijuayo se pueden agrupar en tres categorías: delgado, medio y grueso (Cuadro 5.2). El mayor rendimiento de palmito se obtiene en los tallos cosechados con diámetros basales de 14 y 15 cm, resultado que no significa palmitos óptimos para el enlatado, por cuanto presentan diámetro superior e inferior mayores a 2.2 y 3.1 cm, respectivamente.

Cuadro 5.1: Componentes del tallo de pijuayo para palmito de acuerdo al diámetro de la base del tallo a la cosecha. Iquitos,1992. (Villachica *et al.*, 1994^a).

Diám. base del tallo	Peso tallo	Cáscara	Internudos	Corazón Palmito	Longitud palmito
(cm)	(g)	(%)	(%)	(%)	(cm)
8	741.9 d	62.7 a	15.3 abc	8.4 c	19.0 d
9	838.8 cd	62.3 a	15.3 abc	9.8 dc	22.2 cd
10	873.4 c	59.4	17.0 a	10.6 cd	22.1 cd
11	930.0 c	59.1 ab	16.7 ab	11.5 bcd	24.0 bc
12	913.4 c	60.2 ab	14.6 bcd	10.9 cd	21.1 cd
13	1044.0 b	59.1 ab	14.9 abcd	12.6 bc	26.5 b
14	1187.2 a	56.6 b	13.9 cd	13.5 ab	27.4 b
15	1285.2 a	57.4 b	13.0 d	14.9 a	31.3 a
Promedio	976.2	59.6	15.1	11.6	24.2
CV(%)	21.7	12.1	28.3	36.9	32.36
Duncan	p=0.01	p=0.01	p=0.01	p=0.01	p=0.01

Cuadro 5.2: Clasificación de tallos de pijuayo de acuerdo al diámetro de la base a la cosecha. (Villachica *et al.*,1994^a).

Categoría	Diámetro basal cosecha	Palmito puro	Diámetro superior palmito	Diámetro inferior palmito
	(cm)	(%)	(cm)	(cm)
Delgado	8 - 9	8.4 - 9.8	< 1.9	< 2.4
Medio	10 - 13	10.6 - 12.6	1.9 - 2.2	2.6 - 3.1
Grueso	14 - 15	13.5 - 14.9	> 2.2	< 3.1

Estos diámetros son considerados gruesos para el enlatado del palmito, originando un menor número de trozos por lata y mayor espacio libre en la lata, presentando ésta un aspecto no homogéneo, en cuanto a trozos de palmito se refiere. Estos diámetros gruesos pueden ser procesados para fines específicos, por ejemplo latas de 5 kg a ser utilizados en los restaurantes.

En conclusión, los diámetros óptimos de cosecha están entre 10 y 13 cm de base del tallo, con rendimientos de 10.62 a 12.64% de corazón de palmito (sin envoltura interna), en base al peso del tallo; mientras que los diámetros de cosecha de 8 y 9 cm de base del tallo presentan bajo rendimiento (8.43 y 9.85%, respectivamente) y palmitos muy delgados para el procesamiento agroindustrial. En el caso opuesto, las plantas con diámetros de cosecha de 14 y 15 cm en la base del tallo, presentan rendimientos altos de palmito (13.54 y 14.85%, respectivamente) con diámetros de los trozos considerados muy gruesos para envases tipo 1/2 y 1/1.

Método de cosecha

La herramienta más práctica para la cosecha de tallos en gran escala, es el machete, con el cual se dan uno a dos cortes al bisel al tallo, para separarlo de la planta. Este corte se debe hacer 30 a 40 cm debajo de la zona donde se inicia el palmito o sino a 30 a 40 cm sobre el nivel del suelo, cuidando de no afectar el palmito. En el caso de los tipos que presentan la protuberancia o engrosamiento en el tallo (ejemplo el tipo Yurimaguas, sin espinas), protuberancia que marca el inicio de los internudos o base del palmito, el corte debe hacerse a nivel o debajo de esta protuberancia. El uso de serruchos y valerianas (machetes cortos y anchos) no da buen resultado por el mayor tiempo que demandan.

Los tallos cosechados son separados de las hojas o follaje y se les elimina una o dos envolturas externas o cáscara (capa 1 y 2, Figura 2.6), según sea la distancia a transportar (ver capítulo 5.3), hasta dejar solamente las más internas que envuelven el palmito. Estas cáscaras tienen función protectora, ya que impiden la entrada de microorganismos, tierra y evitan la ruptura del palmito. Asimismo, se elimina las partes terminales que no serán transportadas a la fábrica, para dejar el tallo con las envolturas más internas y una longitud de 60 a 80 cm.

Los tallos con solamente dos cáscaras protectoras tienen peso promedio de 976 g, de los que alrededor del 60% es cáscara, 15.1% está constituido por los internudos, 11.6% por el corazón de palmito y el resto (13.7%) son las hojas abiertas no aptas para palmito (punta) (Cuadro 5.1).

5.2 MANIPULEO EN CAMPO

Los tallos a los que se les ha eliminado una a dos envolturas externas se cortan en una longitud que dependerá del tiempo que demore el transporte a la planta industrializadora (ver sección 5.3). Estos tallos pueden recibir el tratamiento para mantenerlos en el campo por tres a cuatro días, si no van a ser transportados inmediatamente, o pueden ser tratados para transporte para corta o larga distancia, según los procedimientos que se indican líneas abajo.

Los tallos cortados en el tamaño para transporte son amarrados con una soguilla en grupos ("tercios") de diez unidades, aproximadamente 9,5 kg, cada grupo, los que son acomodados en un lugar a la sombra, apilados sobre una base de madera, hasta una altura de 2 m, para su posterior recojo y transporte a la fábrica.

Los tallos cosechados, pueden sufrir una demora antes que se transporten a la planta agroindustrial, tiempo que en algunos casos puede ser mayor al período que el tallo soporta sin tratamiento y sin deteriorarse. Esta tardanza puede ser frecuente en plantaciones que están muy alejadas de las instalaciones de procesamiento. En este caso, si el transporte a la planta industrial va a demorar más de 48 horas, se puede aplicar parafina (cera) en las puntas de los tallos cortados, lo que disminuye la pérdida de peso por transpiración y el desarrollo de enfermedades fungosas, permitiendo su almacenaje hasta por cuatro días sin niveles significativos de daño. La capa de parafina aplicada en los extremos del tallo tiende a quebrarse como consecuencia del manipuleo durante el transporte, por lo que se debe buscar mayor plasticidad, como por ejemplo mediante la adición de 5 a 10% de cera de abeja a la parafina.

La aplicación de barniz o la inmersión en una solución de sorbato de potasio al 0.5% más sal al 2%, no conservan adecuadamente los tallos, por mayor tiempo que cuando no son tratados. En el caso del sorbato de potasio la pérdida de agua se intensifica durante el primer y segundo día, con arrugamiento del extremo de las chontas o tallos sin lograr control de los hongos (Villachica *et al.*, 1994a).

5.3 TRANSPORTE A LA PLANTA INDUSTRIAL

Varios factores son importantes en el manejo post cosecha de los tallos de pijuayo, algunos de los cuales tienen efecto no solamente en la calidad y conservación del palmito, sino también en el esfuerzo que debe efectuar el agricultor y en el costo de producción. Así por ejemplo, es importante disminuir el peso de los tallos cosechados, pero sin producir pérdida en la calidad ni en el rendimiento del palmito contenido en cada tallo, lo que se puede lograr regulando la longitud y el número de capas que tendrán los tallos que se transportarán a la fábrica.

5.3.1 Transporte de tallos a distancias cortas.

Longitud del tallo

El peso de un tallo está en función a su longitud, siendo los tallos más largos los que pesan más (Cuadro 5.3). Paralelamente, cuando se reduce la longitud del tallo, aumenta la proporción relativa de palmito aprovechable y disminuye el porcentaje de las puntas no utilizables como palmito.

La disminución en el porcentaje representado por el ápice del tallo, "puntas", observada en el Cuadro 5.3, corresponde a su eliminación parcial por la reducción en el tamaño del tallo. La participación porcentual de la cáscara es constante, debido a que cuando se corta un tallo más corto, también se está eliminando una porción proporcional de cáscara. En el caso de la parte dura del tallo, constituido por los internudos, existe tendencia hacia el aumento del porcentaje en los tallos más cortos, porque la reducción en la longitud y consecuentemente en el peso total del tallo, se hace principalmente en la parte apical, sin afectar el peso de los internudos situados en la parte basal del tallo cosechado, pero esta tendencia no tiene significación estadística.

Cuadro 5.3: Peso y componentes correspondientes a diferentes longitudes de tallos de pijuayo. (Villachica *et al.*, 1994^a).

	Longitud del tallo	Peso total	Cáscara	Internudos	Palmito	Punta
		(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
	80	1,088.00 a	61.5	10.9	13.1b	14.5
a						
	70	939b	64	12.5	12.8b	10.7
b						
	60	787.3c	63.1	12	14.6ab	10.3
b						
	50	695.5d	61.9	13.8	17.4a	7.7
c						
	Promedio	877.5	62.6	12.1	14.5	10.8
	CV (%)	20	14	42.8	42.71	41.7
	Duncan	p=0.01	n.s	n.s	p=0.01	p=0.01

El recorte del ápice y de la parte basal para disminuir la longitud del tallo de pijuayo al momento de la cosecha no perjudica la longitud del palmito aprovechable que forma parte del tallo (Cuadro 5.4). La disminución en el peso de palmito con la disminución en la longitud del tallo cosechado, presentada en el Cuadro 5.4, se debió a que los tallos con mayor longitud tenían palmitos de mayor diámetro.

El tamaño de los tallos estudiados, asegura en todos los casos la longitud de los internudos y de la punta necesarias para mantener la frescura y calidad del palmito por 48 horas. El almacenamiento de los tallos por más de este tiempo originaría el deterioro físico, químico y microbiológico del palmito, debido a la pequeña longitud de los extremos que le sirven de protección.

Como conclusión del estudio, Villachica *et al.*, (1994a) se recomiendan que para el transporte a distancias cercanas o cuando los tallos se van a procesar de manera inmediata a la cosecha (antes de transcurrir 48 horas del corte de los tallos), la longitud de la chonta o tallo debe ser de 60 cm, ya que asegura la integridad del palmito aprovechable (para lo que se considera internudos con no más de 8 cm, el palmito entre 20 y 45 cm y la punta no menor de 7 cm). Los tallos de 60 cm de longitud permiten disminuir el peso del tercio (paquete de diez tallos) en 3 Kg, con respecto a los tallos de 80 cm, siendo esta disminución del orden de 2.4 t por los 8,000 tallos/ha/año que se espera cosechar en promedio. Esta reducción en la longitud del tallo significará no solamente menor trabajo y menor costo para el agricultor, sino que también se producirá menor cantidad de desechos en el procesamiento del enlatado de palmito y mayor incorporación de materia orgánica en los campos de producción.

Cuadro 5.4: Peso, longitud y diámetros superior e inferior del palmito correspondiente a diferentes longitudes de tallo de pijuayo. (Villachica *et al.*,1994^a).

Longitud tallo	Palmito	Longitud palmito	Diámetro superior	Diámetro inferior
(cm)	(g)	(cm)	(cm)	(cm)
80	142.4 a	28.5	2.0 a	3.0 a
70	118.4 b	28.3	1.9 b	2.8 b
60	111.0 b	26.8	1.8 b	2.7 b
50	118.4 b	26.5	1.9 b	2.7. b
Promedio	122.5	27.5	2.0	2.8
CV(%)	42.3	30	19	15.7
Duncan	p=0.05	n.s	p=0.01	p=0.01

Número de cáscaras de envoltura en los tallos.

Otra forma de minimizar el peso de los tallos a llevar a la planta de procesamiento es disminuyendo el número de capas de envoltura que se dejan en el tallo después de la cosecha. En este caso es importante determinar el efecto del número de capas de envoltura en el manejo en el campo y durante el transporte hacia la planta de procesamiento. El efecto del tipo de tallo (con y sin espinas) también debe ser considerado.

En el Cuadro 5.5 se observa que los tallos con dos capas (capa 3 y 4, Figura 2.6) presentan un peso promedio de 755.0 g, mientras que los tallos con una sola capa (capa 4) tienen un peso de 496.8 g. La disminución en el peso del tallo cosechado, por efecto de la eliminación adicional de una capa de envoltura, se traduce en la disminución en la participación porcentual de la cáscara y en el aumento en la proporción de los internudos, del palmito y de la punta (Cuadro 5.5), sin variar los pesos de estos últimos (Cuadro 5.6).

La eliminación de la capa 3 del tallo de pijuayo en el momento de cosecha permite disminuir el peso del tallo en 34.2%, facilitando el manejo post cosecha por la disminución del peso, sin embargo, la disminución de esta capa del tallo le resta protección al hacerse el tallo cosechado mucho más flexible y quebradizo, por lo que se requiere de un mejor cuidado durante el transporte desde los centros de acopio hasta la Planta Agroindustrial. En este caso es necesario diseñar un sistema de apilamiento óptimo para minimizar mermas por ruptura de los tallos durante el transporte.

Cuadro 5.5: Peso y componentes correspondientes a tallos de pijuayo con una y dos capas. (Villachica *et al.*, 1994^a).

Número de capas	Peso (g)	Cáscara (%)	Yuca (%)	Palmito (%)	Punta (%)
2	755.0 a	59.6 a	14.6 b	15.0 b	10.7 b
1	496.8 b	4.2 b	16.4 a	20.0 a	19.0 a
Promedio	625.9	51.9	15.5	17.6	14.9
CV (%)	18.4	16.5	42.4	37.5	38.8
Duncan	p=0.01	p=0.01	p=0.05	p=0.01	p=0.01

Por otro lado, la presencia de dos capas en el tallo permite un transporte con menos riesgo, con un apilamiento a granel hasta los dos metros de altura. En el Cuadro 5.6 se puede observar que la eliminación adicional de la capa 3 de envoltura no tiene efecto significativo en el peso, la longitud ni el diámetro del palmito aprovechable, cuando sólo se va a procesar el corazón de palmito puro. Pero, cuando en el procesamiento se incluye la parte inferior más suave de la capa 4 (Figura 2.5), entonces la eliminación de la capa 3 tendrá el inconveniente de dejar la última capa de envoltura (capa 4) desprotegida, por lo que se perderá la posibilidad de industrializarla.

Cuadro 5.6: Peso, longitud y diámetro superior e inferior del palmito correspondiente a tallos de pijuayo con una y dos capas. (Villachica *et al.*,1994^a).

Número	Palmito	Longitud	Diámetro	Diámetro
de	(g)	de	superior	inferior
capas		palmito	palmito	palmito
		(cm)	(cm)	
2	114.4 a	27.4	2	2.9
1	102.2 a	25	2	2.8
Promedio	108.3	26.2	2	2.8
CV (%)	42.8	30.9	16.7	11.8

Se concluye que la eliminación de la capa 3 del tallo de pijuayo disminuye el peso por tallo en 34.2%. Sin embargo, los tallos con un sola capa de protección requieren de un mejor cuidado en lo que respecta al transporte, ya que el tallo de pijuayo pierde resistencia al eliminar la penúltima capa y deben ser procesados antes de las 24 horas, para asegurar frescura y calidad del palmito. Asimismo, en estos tallos con una sola capa (capa 4, Figura 2.5), se pierde la posibilidad de incluir la parte blanda de esta capa en el palmito industrial, obteniéndose menor rendimiento de palmito. Por este último motivo, se recomienda que los tallos sean cosechados con tres capas y 60 cm de largo, existiendo la posibilidad de cosechar con solamente las dos capas internas, cuando la plantación de pijuayo está en la periferie de la planta industrial. No se recomienda la cosecha con una sola capa de envoltura.

5.3.2 Transporte de tallos a larga distancia.

Existen casos donde la finca del agricultor está muy distante de la planta de procesamiento, o en las que el tiempo entre la cosecha y el procesamiento del palmito será prolongado. En estas situaciones es necesario tener un manejo post cosecha diferente al delineado anteriormente. Por esta razón, es conveniente tener un método adecuado de transporte de los tallos de pijuayo del lugar de cosecha hasta una planta de procesamiento alejada en término de tiempo, así como para prolongar la vida útil de los tallos cortados.

Conservación de los tallos para el transporte

El estudio efectuado por Villachica *et al.*, (1994a), con tallos de 85 cm de longitud y tres capas de envolturas (capas 2, 3 y 4) probó cuatro métodos de preservación de los tallos: 1) Parafinado; 2) Barnizado; 3) Inmersión en solución de sorbato de potasio al 0.5% más sal al 2% y ácido cítrico al 1% y 4) Testigo sin tratamiento.

Los mismos autores probaron cuatro métodos de embalaje: 1) Tallos agrupados en tercios de 10 unidades; 2) Tallos agrupados en tercios de 20 unidades; 3) Tallos agrupados en tercios de 40 unidades y 4) Tallos agrupados en tercios de 10 unidades embalados en costales de yute, todos transportados a la intemperie en la cubierta de embarcaciones fluviales conocidas como "chatas" por un período de dos días, necesarios para cubrir una

distancia de aproximadamente 500 Km, desde Yurimaguas hasta Iquitos. Una vez en su destino se procedió a almacenar los tercios por tres a cuatro días adicionales y al medio ambiente en la planta industrial, antes de su procesamiento.

Las observaciones y resultados obtenidos permiten indicar que los tercios de chontas de 10 y 20 unidades fueron de más fácil manipuleo por el personal de estibaje (tercios de 15 y 30 Kg, respectivamente) en comparación con los tercios de 40 unidades (60 Kg).

Es conveniente indicar, que no es recomendable embalar tallos en sacos de yute, debido a que se concentra todo el calor producido por la transpiración de los tallos, aumentando la temperatura y en consecuencia la rapidez en el deterioro.

La merma en peso producida durante el período evaluado fue mayor en los primeros dos días de transporte fluvial, correspondiendo la mayor pérdida al tratamiento testigo (13.5%). La menor pérdida de peso se presentó en los tallos que fueron tratados con el líquido preservante de sorbato de potasio. La pérdida total de peso a los cuatro días es mayor en el tratamiento con barniz y menor en el tratamiento con líquido preservante (Cuadro 5.7).

Cuadro 5.7: Pérdida de peso de los tallos durante el transporte a larga distancia. (Villachica et al., 1994a).

Tratamiento	Pérdida de Peso en el tiempo (%)		
	2 días	4 días	Total
Testigo	13.5	3.1	16.6
Parafinado	11.4	4.6	16
Barnizado	7.7	9.7	17.4
Solución sorbato	7.5	1.3	8.8

Los rendimientos obtenidos en la planta de industrialización se presentan en el Cuadro 5.8. En éste se observa el mayor rendimiento con los tallos parafinados en sus extremos, mientras que los que no reciben ningún tratamiento para preservarlos (testigo) requieren cinco veces más tallos por lata, por los daños que sufren durante el transporte.

Cuadro 5.8: Rendimiento de tallos transportados a larga distancia por lata de 20 onzas de palmito. (Villachica et al., 1994a).

Tratamiento	Tallos/lata
Parafinado	2.5
Barnizado	2.86
Solución sorbato	3
Testigo	12.59

En conclusión, el tratamiento de parafinado resulta el mejor para el control de los hongos que atacan principalmente la parte basal del tallo, donde se encuentran los internudos. El tratamiento menos adecuado, por cambiar significativamente el sabor, color y textura del palmito, es el de la solución de sorbato de potasio, a pesar de presentar la menor merma en peso. Los tallos deben ser cosechados, eliminándose sólo la capa más externa (capa 1) y deben tener mínimo 85 cm de longitud.

Conservación del palmito para el transporte.

Para disminuir las pérdidas en palmito, cuando los tallos tienen que ser transportados a grandes distancias o por períodos prolongados, existe la posibilidad de conservarlo en líquidos preservantes.

Los resultados obtenidos por Villachica *et al.*, (1994a), indican que conservando el palmito sin envolturas de protección en soluciones salinas al 3 y 5% de cloruro de sodio se favorece la firmeza y textura del palmito, pero generan una fuerte fermentación láctica que no se presenta a concentraciones del 2% de sal. La solución de sorbato de potasio con la adición de ácido cítrico y sal al 2% mejora el control de la fermentación láctica. El bisulfito de sodio no restringe la actividad microbiana, evidenciada por la fermentación láctica, con el inconveniente adicional que le confiere un sabor astringente al palmito, inhabilitándolo para su procesamiento. El efecto conjunto del sorbato de potasio y del bisulfito de sodio permite un control de la fermentación por efecto del sorbato de potasio, pero el bisulfito de sodio mantiene su efecto al producir un sabor astringente al palmito.

Adicionalmente, el estudio en referencia se complementó con un análisis sensorial de los palmitos después del transporte fluvial y almacenamiento a la intemperie desde Yurimaguas hasta Iquitos. En este caso se probó el efecto de la concentración salina al 2 y 3% con adición de 0.5% de ácido cítrico y, como segundo factor, la presencia de 0.5% de sorbato de potasio. Los resultados no indicaron efecto favorable de ninguna de las dos concentraciones salinas, mostrando ambos tratamientos un marcado deterioro en el color y aroma del palmito. La adición de sorbato de potasio a la solución conteniendo 3% de sal y 0.5% de ácido cítrico, disminuyó el nivel de deterioro, pero se detectó la presencia de una ligera fermentación láctica con obscurecimiento del palmito. Se debe hacer notar que el factor tiempo (en este caso seis días) fue determinante para el deterioro.

De lo expuesto, se concluye que es muy difícil mantener la calidad del palmito fresco con los métodos ensayados para tallos a los que se le han eliminado las tres capas externas dejando solamente la capa 4.

5.4 PERDIDA DE CALIDAD ANTES DEL PROCESAMIENTO

Si el tallo de palmito es cosechado y procesado en el campo de acuerdo a las indicaciones anteriores para transporte de los tallos a corta o a larga distancia no se espera que exista una pérdida de calidad significativa. En las condiciones anteriores la especie tolera 48 horas entre la cosecha y el envasado, sin pérdida significativa de calidad.

En el eventual caso de acumulación de tallos en la planta industrial, por períodos que sobrepasan el tiempo recomendable desde la cosecha hasta su envasado, según sea con dos ó tres capas de envoltura y con o sin parafina de protección, en la planta procesadora se puede prevenir el deterioro almacenando los tallos cortados en cámaras frigoríficas. Los tallos almacenados en cámara de frío a temperatura menores que 5 °C y sin uso de preservantes presentan ligera pérdida de peso en la cáscara (envoltura externa), pero el palmito a enlatar se conserva en perfectas condiciones. En este caso, la pérdida de agua se intensifica durante el primer y segundo día con arrugamiento del extremo de los tallos, pero se logra control total sobre la presencia de hongos.

El almacenamiento en frío se puede efectuar por más de una semana, sin ningún problema industrial, no observándose diferencia significativa entre los tipos con y sin espina en su respuesta a los tratamientos (Villachica *et al.*, 1994a).

5.5 FACTORES DE CALIDAD DE LOS TALLOS

Las plantas envasadoras de palmito pueden emitir normas para recibir los tallos de pijuayo para palmito, a fin de orientar a los agricultores, teniendo presente que cuanto menor esfuerzo efectúe y menor volumen y masa tenga que transportar el productor, mayor será su rentabilidad y, por lo tanto, estará más dispuesto de participar en negocios con la industria envasadora. Asimismo, la industria debe tener cuidado de recibir material que pueda ser procesado en un tiempo prudencial, sin tener que sacrificar calidad, pero sin aumentar la demanda de espacio y los costos.

Algunas de las pautas básicas que se pueden plantear son las siguientes:

- La plantación de pijuayo debe estar lo más cerca posible a la planta industrial.
- El tallo debe ser entregado en la planta agroindustrial, antes de las 24 horas de su corte en el campo.
- El tallo tendrá una longitud de 60 cm, con 10 cm de internudos y 20 cm de punta; con las cáscaras (3 y 4) de envoltura (2 capas) para tallos provenientes de lugares aledaños a la fábrica y 80 cm, con 10 cm de internudo y 40 cm de punta y las cáscaras 2, 3 y 4 (3 capas) para tallos provenientes de lugares lejanos.
- El diámetro de la base del tallo para corte será fijado de acuerdo al mercado y deberá ser mayor de 8 cm (para palmitos delgados) o 10 cm (para palmitos medios). La planta industrial debe indicar el margen de variabilidad aceptable.
- Los tallos deberán ser entregados en la planta, secos, sin fermentación y sin signos de deterioro por hongos.
- El límite aceptable de tallos con daños por manipuleo y transporte, que inutilice el palmito industrializable es de 2% para Costa Rica (Fernández, 1989). Este límite dependerá de las condiciones de infraestructura en la zona donde se localiza la industria.
- Los tallos deberán ser transportados en camiones limpios, libres de sustancias contaminantes como residuos de cosechas, tierra, pesticidas, combustible, guano, etc.

6.0 INDUSTRIALIZACION

6.1 PRESENTACION Y USOS



El palmito se obtiene cortando el tallo de las plantas, de acuerdo al procedimiento descrito en el capítulo anterior, y eliminando las envolturas o cáscaras del tallo. Dentro se encuentra, en la parte basal una porción dura, constituida por los internudos, seguida por los primordios foliares, los cuales pueden estar sin abrir (constituyendo el corazón de palmito) o estar abiertos (Figura 2.5 y 2.6). La parte basal dura se utiliza para preparar encurtidos o crema deshidratada, mientras que los primordios foliares sin abrir se emplean para preparar palmito.

El palmito es envasado con agua, sal y ácido cítrico, y tratado con calor después del cerrado hermético en un recipiente para evitar su alteración. El palmito en conserva se clasifica de acuerdo a su forma de preparación en: al natural, al vinagre y en formas diversas (aceite, condimentos, etc.).

El palmito en conserva es muy apreciado en el mercado europeo y norteamericano, mientras que el palmito fresco se puede encontrar en Miami y Honolulu (C.R. Clement. Comunicación personal) solamente en ciertos restaurantes y a un costo elevado. Se consume en ensaladas como acompañante de carnes, constituyéndose en un producto exquisito muy apreciado por sus características organolépticas (sabor, olor, textura, etc.).

Para su comercialización internacional, el palmito envasado (escurrido) deberá tener el color característico del palmito natural que es blanco cremoso, aceptándose el que va del crema verdoso al rosado tenue (ITINTEC, 1984); asimismo, deberá tener un color y olor normal característico. La presentación del producto se observa en el Cuadro 6.1.

Cuadro 6.1 Presentación de las conservas de palmito para exportación

Presentación	Latas tipo 1/2	Latas tipo 1/1
Cajas de cartón	24 latas (caja equivalente)	12 latas
Peso bruto por lata	400 g (14 oz)	800 g (29 oz)
Peso drenado por lata	220 g	440 g
Peso palmito por caja	5.28 Kg	5.28 Kg

La caja con 24 latas de 14 onzas, cada una con 220 g de palmito (peso drenado) y 5.28 kg de peso de palmito por caja, se conoce en Costa Rica como "caja equivalente" y es utilizada como referencia para fines comparativos (Mora-Urpí, 1995b).

Generalmente, las cajas son embaladas en contenedores con capacidad de 20 t, y despachadas por vía marítima. También existe aceptación por los envases de vidrio ("glass jars"), para lo cual se paletiza los envases y se colocan dentro de los contenedores.

6.2 DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PALMITO

6.2.1 Especificaciones del producto

A continuación se resumen las normas de calidad comercial que debe cumplir el palmito de huasai (*E. oleracea*), propuestas por ITINTEC (1984). Estas normas fueron propuestas en la época que el huasai era la única fuente de palmito, pero, ahora, con el auge en la siembra de pijuayo para palmito, deben ser revisadas para obtener un producto de mejor calidad. Asimismo, el producto a exportar debe cumplir con las especificaciones sanitarias del país de destino.

1. Requisitos Físicos y Sensoriales

1) Tamaño

La longitud de cada trozo debe ser uniforme con una tolerancia de ± 3 mm en la longitud predominante. Se considera defectuoso aquel recipiente en el que los trozos superen las tolerancias fijadas. Para el pijuayo, normalmente se utilizan trozos de 10.0 cm y la tolerancia debería ser menor, tal vez solamente 2 mm. El diámetro varía entre 1.7 y 3.5 cm, pero en este caso se pueden agrupar los palmitos en función a su diámetro.

2) Color

El palmito escurrido debe presentar un color blanco cremoso, característico de palmito natural. Cuando el número de unidades que no tenga el color característico constituya más del 10% de una muestra, ésta es considerada defectuosa. Con un producto menos oxidable como es el pijuayo, y con plantaciones cercanas a la fábrica, la proporción de unidades con color fuera del patrón debería ser cero.

3) Medio de cobertura

El líquido de cobertura debe ser transparente (limpio), aunque en algunos casos se acepta el ligeramente o medianamente turbio debido a la presencia de otros ingredientes, se tolera una pequeña cantidad de sedimentos o fragmentos de palmito.

4) Sabor y Olor

El palmito en conserva deberá tener un sabor y olor normal característico, libre de sabores y olores extraños al producto. El sabor y olor del palmito serán resultado del proceso a que son sometidos el palmito y los aditivos.

5) Textura

El producto deberá estar razonablemente libre de unidades que sean duras o excesivamente fibrosas y partes excesivamente blandas que afecten su comestibilidad. No se fija un porcentaje límite, el cual debe establecerse para los casos donde se procese corazón de palmito puro o corazón de palmito con la parte suave de la capa 4 (Figura 2.5).

6) Impurezas macroscópicas

Debe estar libre de materias extrañas tales como: arenilla, arena, fragmentos de insectos, tierra y otros.

7) Daños mecánicos

Solamente se tolera 10% de unidades rotas, agrietadas o trozos desprendidos que afecten la apariencia del producto. En una revisión de la norma este porcentaje debe ser menor, para tener un producto de mayor calidad.

2. Requisitos Microbiológicos

- El producto debe estar libre de microorganismos que puedan desarrollarse en condiciones normales en almacenamiento y libre de sustancias producidas por estos microorganismos, que puedan representar un peligro para la salud. Para verificar el estado en que se encuentra se recomienda realizar pruebas de:

- Determinación de microorganismos anaerobios mesófilos y termófilos: los tubos de ensayo deben estar ausentes de estos microorganismos. Las latas serán incubadas a 34 ± 3 °C por 18 a 21 días (mesófilos) y a 55 °C por 8 a 10 días (termófilos).

Determinación de hongos y levaduras: las pruebas deben indicar ausencia de éstos.

La comercialización de alimentos se efectúa por lo general con la marca de distribuidores y la etiqueta de los proveedores. En la etiqueta deberá establecerse:

- Nombre del producto
- Peso neto en unidades métricas
- Calidad
- Nombre y dirección del fabricante
- Información para la conservación del producto.
- Ingredientes
- Información sobre el valor nutricional
- Fecha de producción
- Fecha de caducidad
- Registro de marca (R)
- Código de barras

- Registro de INDECOPI (Perú)

Antes del embarque, la calidad del producto debe ser verificada en función a las normas sanitarias que rigen sobre el particular. En el Perú es requisito la presentación del certificado CERPER (determinación de **Vibrio cholerae**, código 070210).

6.2.2 Flujo del proceso para el palmito en conserva utilizado en Perú

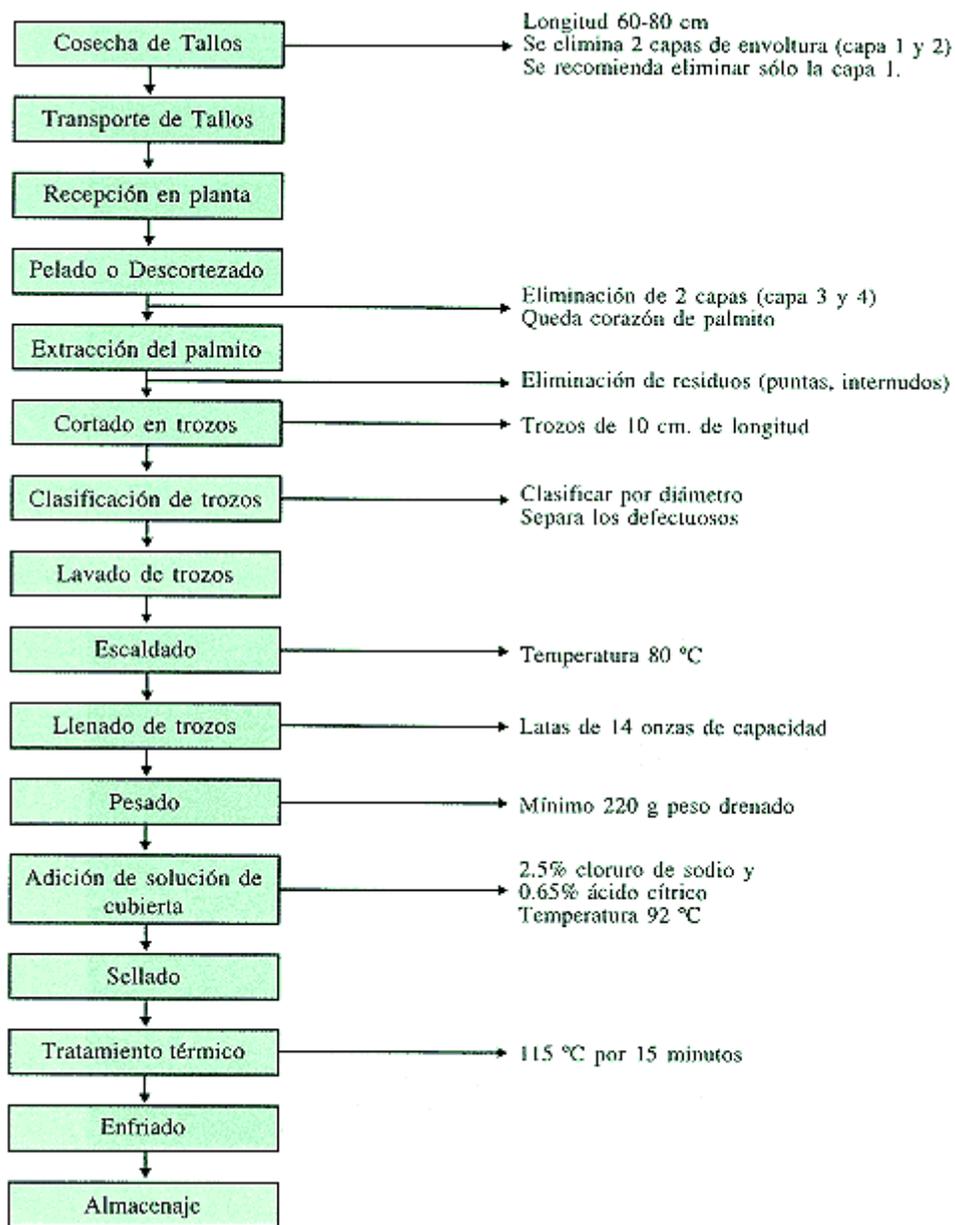
El proceso utilizado en Perú, para obtener conserva de palmito en salmuera, comprende las siguientes operaciones: recepción en planta, pelado o descortezado de los tallos (eliminar capas 3 y 4), extracción del corazón de palmito, cortado del palmito, clasificación de los trozos, escaldado, llenado, pesado, adición de solución de cubierta, sellado o cerrado, tratamiento térmico, enfriado, secado, embalaje y almacenamiento. En la Figura 6.1. se presenta el Flujo de Proceso.

En el Perú, se requiere el control sanitario de la planta de producción y el control y análisis microbiológico del enlatado. En lo referente a los microorganismos mesófilos (contaminantes) y termofilos (*Clostridium botulinum*) a fin de obtener el registro de INDECOPI.

A continuación se describen cada una de las etapas del diagrama de flujo del procesamiento de palmito para obtener conservas en salmuera:

1. Materia Prima

La materia prima más apropiada para la fabricación de conservas de palmito de pijuayo en salmuera proviene de tallos con 10 a 12 cm en la base, lo cual se logra a partir de 15 meses después del trasplante. Pasada la primera cosecha, se tienen cortes sucesivos en la plantación, los que se deben dar cada tres a cuatro meses. Al tallo cortado, se le quitan en el campo una a dos de las capas o cáscaras externas, dejando solamente las más internas, con una longitud entre 60 y 80 cm (dependiendo de la distancia a transportar), y es llevado a la planta de procesamiento. La Foto 17 muestra tallos a los que se les ha eliminado las dos capas externas, quedando solo con las capas número 3 y 4.



La experiencia de Costa Rica (Figura 6.2) recomienda que solamente se elimine la capa 1 (Foto 18).

FIGURA 6.1 Flujo del proceso utilizado en el Perú para la producción del palmito de pijuayo en latas con escaldado de palmito (Villachica et al., 1994a).



2. Transporte de materia prima

El acopio y transporte de los tallos deberá hacerse con los cuidados del caso, por tratarse de un material perecible y delicado. Los tallos de pijuayo, se transportan a la planta de procesamiento a granel, en vehículos motorizados de diversa capacidad. Cada tallo tiene un peso aproximado de 0.75 kg. El vehículo de transporte debe

estar limpio de fertilizantes, cemento, combustible u otro material que dañe la calidad o contamine el olor del tallo de pijuayo.

Foto 17: Tallos a los que se les ha eliminado las dos capas externas (capa 1 y 2).



Foto 18: Tallos a los que se les ha eliminado la capa más externa (capa 1).

3. Recepción

Al llegar los tallos a la planta son seleccionados, en caso de que alguno de ellos no tenga la calidad adecuada. Se puede almacenar la materia prima

por hasta dos días, si el período transcurrido desde el corte del tallo es menor que 24 horas; guardar en una zona con sombra, sin corriente de aire y con bastante humedad ambiental. En caso de almacenamientos por tiempos más prolongados, podría utilizarse refrigeración, para lo cual se requerirá de una cámara con sistema de refrigeración mecánica.

Los tallos que tengan suciedad y que no cumplan las normas de limpieza, deben ser lavados en agua corriente, previamente a su paso a la siguiente etapa.

4. Pelado o descortezado

Esta operación consiste en separar las últimas dos envolturas del tallo (capa 3 y 4), para dejar solamente el corazón de palmito. Se realiza manualmente, en zona adyacente al área de recepción, en mesas y con ayuda de cuchillos de hoja de acero inoxidable.

5. Extracción del palmito

Inmediatamente después de separar las envolturas del tallo, se procede al cortado, tanto de la base como de la punta del tallo. La parte intermedia del tallo, tiene una longitud de alrededor de 0.40 m y un diámetro promedio de aproximadamente 2.0 a 2.5 cm. El primer cortado se realiza en las mismas mesas y por los operarios que efectuaron el pelado. Por razón de sanidad las etapas de recepción, pelado y extracción del palmito se realizan en un ambiente diferente al del proceso. En esta etapa se separan los residuos o partes no utilizables del palmito, como son la base y la punta. Aunque se ha considerado que bases y puntas no tienen valor económico, éstas pueden también industrializarse, previo estudio, para la producción de encurtidos y de cremas deshidratadas para sopas (bases) y para envasado de puntas (puntas).

6. Cortado en trozos

Una vez extraído, el palmito ingresa al ambiente de proceso, donde los operarios deben manipularlo utilizando guantes de jebe (quirúrgicos), mandiles y gorras, para evitar contaminación por parte del personal (sudor, pelos, polvo, etc.), lo que disminuye la contaminación por microorganismos mesófilos.

El corte se realiza para producir los palmitos del tamaño de la lata o del frasco de vidrio que los contendrá; generalmente de 10.0 cm, pudiendo quedar algunos trozos pequeños. Hasta esta etapa, se tiene 82% de pérdidas, siendo utilizable el 18% (135 g de los 750 g que pesa el tallo) de lo recepcionado en planta, que es lo que corresponde al peso que irá a los envases, ya sea de hojalata o de vidrio.

7. Clasificación de trozos

Los trozos ya cortados se clasifican por diámetro, en gruesos, medios y delgados, para poder uniformizar el número que entrará en cada envase. Los trozos defectuosos y los dañados se separan para utilizarlos en otro tipo de envase.

8. Lavado de los trozos

Permite eliminar impurezas y contaminantes durante las operaciones de pelado y cortado y minimiza la presencia de microorganismos mesófilos y termófilos.

9. Escaldado

Etapa que consiste en sumergir al palmito en agua calentada a 80 °C. Esta etapa reemplaza la formación de vacío en la lata con el vapor o "exhausting", lo que significa ahorro en insumos y en vapor. Se realiza por inmersión, utilizando canastillas conteniendo trozos de palmito previamente clasificados. Es recomendable realizarla de acuerdo con el calibre de los trozos; los de diámetro más grueso requieren de mayor tiempo de escaldado.

Mediante el escaldado se consigue eliminar el aire ocluido en los trozos, así como inactivar las enzimas y evitar el oscurecimiento del palmito.

10. Envasado y pesado

Los tallos son colocados en el interior de las latas o frascos de vidrio. Se utilizan latas de 14 onzas de capacidad con un mínimo de 220 g de palmito drenado, o latas de 29 onzas, con peso neto drenado de 460 g de palmito.

Las latas de 14 onzas requieren tres trozos gruesos (Cuadro 5.2), pero también pueden ser llenadas con cinco trozos medianos o siete a ocho trozos delgados; las latas de 29 onzas demandan el doble del número de trozos para alcanzar el peso requerido.

11. Adición de solución de cubierta

La solución de cubierta de 2.5% de cloruro de sodio y 0.65% de ácido cítrico es añadida a la lata o frasco de vidrio que contiene al palmito. Esta concentración de ácido cítrico conduce a un pH menor que 4.2 al cabo de 90 días de enlatado. Este pH es considerado adecuado para el control del desarrollo de los microorganismos.

Es importante que la temperatura de la solución de cubierta sea de 92 °C, la que con los palmitos escaldados a 80 °C, resulta en una temperatura superior a 85 °C, la que permite una adecuada formación de vacío.

12. Sellado

Las latas son herméticamente cerrados con el uso de máquinas selladoras, mientras que los frascos de vidrio son cerrados manualmente, inmediatamente después de llenados con la solución de cubierta. Esta operación es muy importante porque permite la conservación posterior, sin influencia de microorganismos aerobios.

13. Tratamiento Térmico

Se realiza a 115 °C por quince minutos, considerado óptimo. En caso de envases de vidrio, dependiendo de su calidad, el tratamiento térmico puede realizarse con ayuda de presión de agua y aire comprimido o en forma similar a las latas. Esta operación se ejecuta en autoclaves con un sistema con instrumentación adecuada, para el control del proceso.

14. Enfriado y Secado

El enfriado se realiza mediante el uso de agua fría. El secado externo de las latas evita su oxidación durante su almacenamiento y comercialización posterior.

15. Almacenaje

El producto final es almacenado a temperatura ambiental, en almacenes de productos terminados con el fin de lograr su estabilización final. Este tiempo puede ser de tres a cuatro semanas, debiendo definirse con mayor precisión los controles de calidad del enlatado con la experiencia en planta.

16. Empaquetado

El palmito envasado se presenta finalmente en cajas de cartón que contienen 24 latas de 0.5 kg cada una.

6.2.3 Flujo del proceso para palmito en conserva utilizado en Costa Rica

La industrialización del palmito en conservas en Costa Rica (Figura 6.2) tiene algunas variaciones con respecto al flujo del proceso descrito anteriormente (que es el que se utilizó en los estudios de Villachica *et al* (1994a). Las mayores diferencias se dan por la adición o modificación de las siguientes etapas:

1. Cosecha de Tallos

En Costa Rica se utilizan tallos con más de 65 cm de longitud y solamente se elimina la envoltura más externa del tallo (capa 1) para su envío a la fábrica. Es decir el tallo va con tres cáscaras (capas 2, 3 y 4). En el Perú, se elimina la capa 1 y 2 y el tallo va a la fábrica solamente con la capa 3 y 4.

Sería recomendable que en el Perú se adopte el sistema de Costa Rica, de eliminar solamente la cáscara externa (capa 1). Esto resultará en un mayor rendimiento de palmito.

2. Precocido

El tallo entero, con las tres cáscaras de protección es cocinado a 90 a 95 °C por 12 minutos. Este precocido ablanda las espinas, da mayor consistencia, facilita el manipuleo, disminuye las pérdidas por ruptura del palmito, mejora el rendimiento del obrero durante el pelado y aumento el rendimiento del palmito por menor quebradura.

3. Pelado del tallo

Elimina las capas 2 y 3, dejando la capa 4, la cual se utilizará para la producción del palmito industrial.

4. Extracción de la fibra

Los corazones de palmito cortados en trozos tienen alrededor de ellos la envoltura o capa 4. Se elimina esta capa en los trozos donde está fibrosa, generalmente la parte superior del tallo. La parte inferior queda con la capa 4 como palmito industrial.

5. Palmito industrial

En Costa Rica el palmito industrial incluye la parte suave de la capa 4, mientras que en el Perú se usa solamente el corazón del palmito.

Al incluir la parte suave de la capa 4 en el proceso, se tendrá mayor rendimiento de palmito.

6. Lavado del palmito

Con cuchillo se eliminan las pelusas y espinas en ciernes que se presenten en los trozos que están envueltos por la capa 4. En el Perú no se realiza esta operación, porque no se utiliza la capa 4.

7. Clasificación y envasado.

En Costa Rica se utiliza un mínimo de 220 g de peso drenado por lata de 14 onzas.

8. Adición de salmuera

Hay variación en la concentración de la sal y del ácido cítrico. En Costa Rica también se adiciona 300 ppm de ácido ascórbico como antioxidante. Este último, además de evitar la oxidación de la lata, disminuye la reacción del palmito en frascos con la luz.

9. Túnel de vapor

Tiene por objetivo el blanqueo del palmito y crear la saturación de vapor, que luego creará el vacío en la lata.

10. Tratamiento térmico

Se efectúa a 100 °C por 26 a 27 minutos. Ayuda a dar crocancia al palmito, especialmente cuando se incluye la capa 4, en la preparación del palmito industrial.

El resto de las etapas del proceso es similar, con las variaciones que normalmente se presentan en estos casos.

Flujo de proceso para empaque al vacío en recipientes de polietileno.

Algunos mercados requieren palmito que no sea acidificado, pero si ha recibido el proceso de pasteurización. En este caso se prepara palmito fresco de acuerdo con el flujo presentado en la Figura 6.3 (Velásquez y De la Asunción, 1992).

Los recipientes utilizados son bolsas plásticas, en las que se coloca el palmito industrial y luego es sellado al vacío, recibiendo posteriormente un tratamiento térmico a 90 °C por 20 minutos. El palmito procesado debe ser almacenado a temperatura menor que 3 °C.

El tratamiento térmico al vacío, cocina el palmito en su jugo, quedando todos los componentes del sabor y aroma encerrados en la bolsa, resalta las cualidades del palmito y resulta en un producto libre de preservantes (Velásquez y De la Asunción, 1992).

Dado que este proceso se fundamenta en la cocción al vacío, desarrollada en Francia, las regulaciones sanitarias son generalmente las que establecen las leyes de ese país.

6.2.5 Flujo del proceso para empaque de palmito fresco al vacío.

Existe demanda para el palmito fresco, especialmente a nivel de restaurantes, pero la tecnología para alargar la vida útil del palmito es incipiente. Experimentos preliminares en Perú y en Costa Rica (De la Asunción, 1995) indican que es posible aumentar el tiempo de vida útil de palmito fresco. Las experiencias en Perú se basan en el uso del empaque al vacío y refrigeración, mientras que en Costa Rica se utiliza tanto empaque al vacío y refrigeración, como soluciones de gobierno para conservar el palmito. En ambos casos, el palmito no recibe tratamiento térmico.

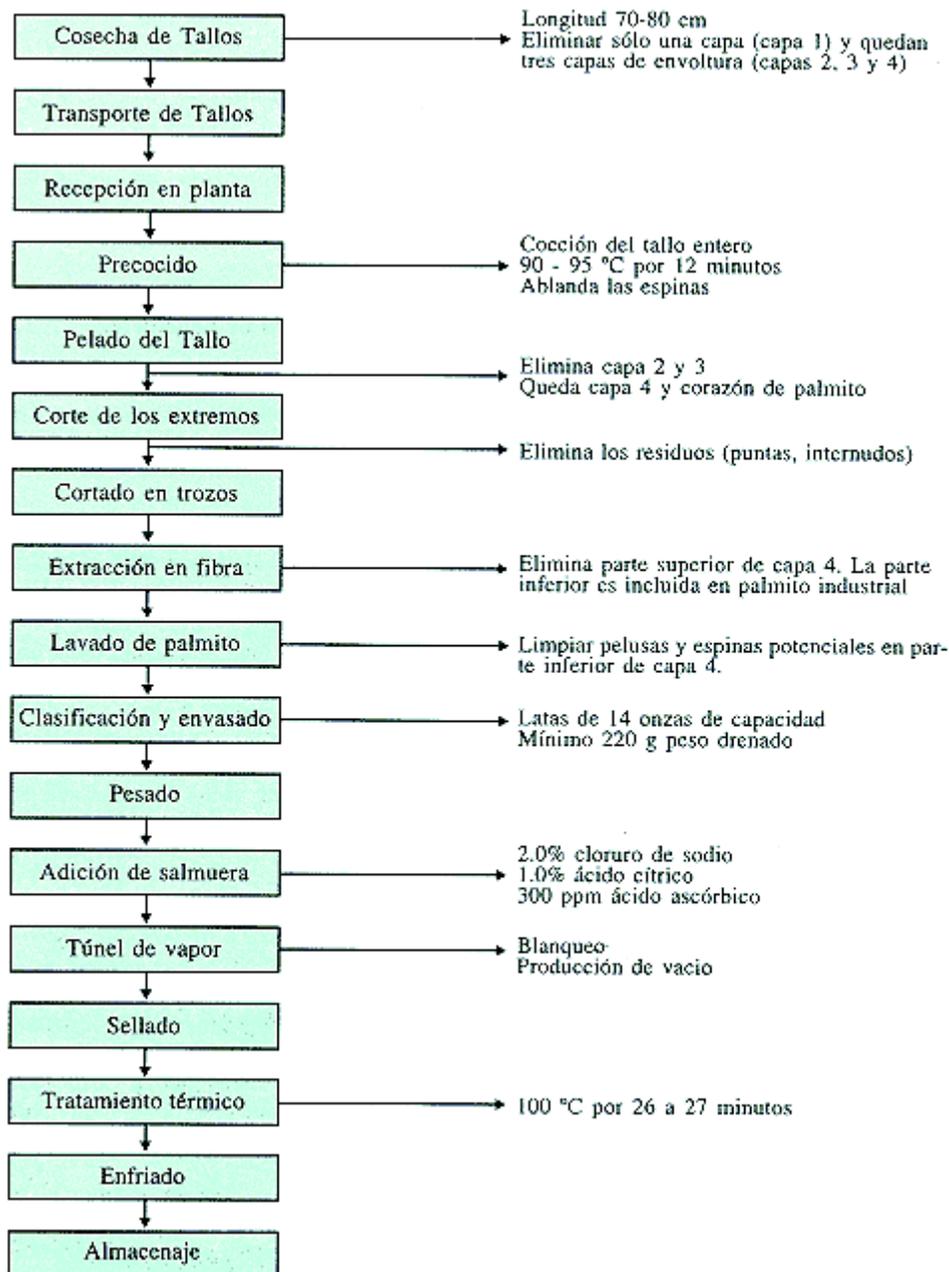


Figura 6.2: Flujo del proceso de producción de palmito de pijuayo en Costa Rica.

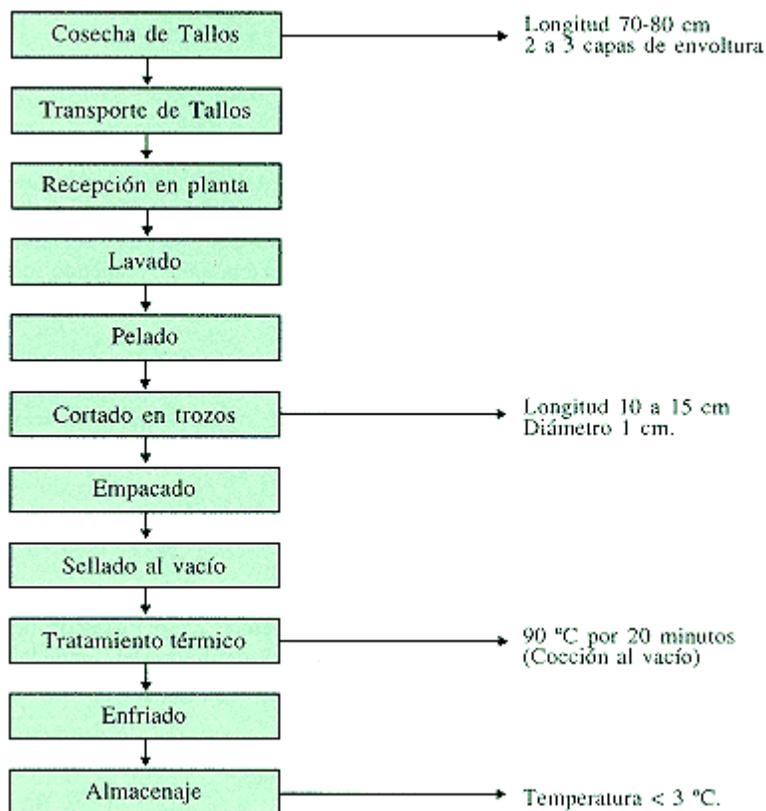


Figura 6.3: Flujo del proceso para empaque de palmito cocido al vacío. (Velásquez y De la Asunción, 1992)

Las experiencias en Costa Rica indican que los menores cambios de color en el tiempo se dieron cuando la solución de cubierta estaba conformada por el cloruro de sodio (2%) más benzoato de sodio (5%), aunque también se tuvo buenos resultados con kilol y con cloruro de sodio más kilol. En este caso la vida útil se prolongó, con calidad aceptable por 15 días.

Los estudios preliminares en Perú no consideraron las etapas de inmersión en agua clorada, ni el uso de la solución de cubierta presentada en la Figura 6.4. La vida útil de las muestras empacadas al vacío, en bolsas de polietileno de alta densidad, se prolongó hasta el séptimo día, siempre y cuando estuviese refrigerado.

Por otro lado, estudios efectuados en Costa Rica (Jimenez, 1992), para conservar el palmito como producto fresco con la aplicación de ceras y agentes químicos y temperaturas de congelamiento, no consiguieron conservar el producto con buena calidad por más de 17 días. No se ensayó el empaque al vacío.

6.2.6 Flujo del proceso para los subproductos del tallo

Encurtidos

La parte basal del palmito constituida por los internudos es dura y no es utilizable en la producción del palmito comestible. Es un sobrante en el proceso de enlatado y representa 15% del peso del tallo cosechado. Es posible utilizar esta parte del tallo en la fabricación de encurtidos con forma de rodajas, cubos y prismas, pudiendo ser el método de acidificación por fermentación o por adición ácido acético al 3%.

Los resultados de Villachica *et al* (1994a) indican que el período de blanqueado (inactivación de enzimas oxidativas por efecto del calor) de los trozos de internudos del palmito es diferente para cada forma de los trozos. Así, los cubos requieren tres minutos de ebullición, las rodajas dos minutos y los prismas requieren 30 segundos de ebullición.

Crema deshidratada de palmito.

Es posible obtener crema deshidratada de palmito, utilizando como materia prima los internudos. Para ello es necesario estandarizar un método de preparación de harina a partir de los internudos. Villachica *et al* (1994a), definieron el siguiente proceso para producir la harina:

Internudos → Selección → Lavado → Cortado en cubos →

Blanqueado → Enfriado → Secado → Molido

Se requiere un componente espesante para la formulación de la crema. Se puede utilizar harina de maíz, yuca o plátano. Tomando como comparación la crema de espárragos se encontró que el tiempo de gelificación para obtener la consistencia de la crema de espárragos con la harina de maíz al 2% fue entre 4 y 6 minutos a 90 °C, con la harina de plátano al 2 % fue entre 4 y 7 minutos a 91 °C y con la harina de yuca al 0.5% fue entre 3 y 7 minutos a 80 °C. (Villachica *et al* (1994a).

En base a esto, se propone que la harina de los internudos del palmito, conjuntamente con otros componentes puede ser utilizada para preparar una crema de palmito (Cuadro 6.2) de consistencia similar a la crema de espárragos, pero con sabor y características propias.

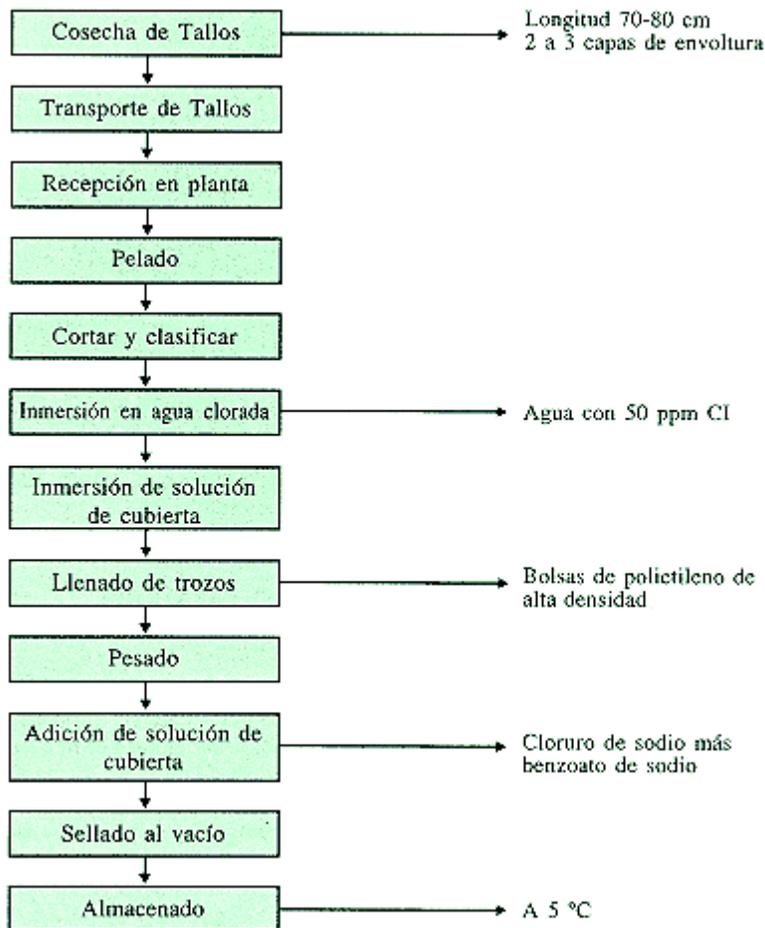


Figura 6.4: Flujo de proceso para empaque de palmito fresco al vacío. (De la Asunción, 1995).

Cuadro 6.2: Composición de la crema deshidratada de palmito (Villachica *et al.*, 1994a).

Ingrediente	Cantidad (g)	Porcentaje
Básicos:		
Harina de palmito	22	37.5
Leche en polvo	20	34.1
Harina de trigo	2	3.4
Ingrediente	Cantidad (g)	Porcentaje
Espesantes (*)		
Harina de maíz	6.5	11.1
Harina de yuca		
Harina de plátano		
Ingrediente	Cantidad (g)	Porcentaje
Secundarios:		
Sal refinada	5	8.5
Glutamato monosódico	0.9	1.5
Jenjibre o Kión en polvo	0.5	0.8
Orégano deshidratado	0.5	0.8
Comino	0.5	0.8
Azúcar blanca	0.1	0.2
Perejil deshidratado	0.2	0.3
Cebolla deshidratado	0.5	0.8
Ingrediente	Cantidad (g)	Porcentaje
TOTAL	58.7	100

(*) Seleccionar uno de los tres.

6.3 TECNOLOGIA E INGENIERIA DE UNA PLANTA ENVASADORA

Localización

La materia prima que se obtiene de la parte en crecimiento del pijuayo es propensa a disminuir su calidad para el procesamiento, por formación de fibra, pérdida en el contenido de humedad y en sus características organolépticas propias. Desde el punto de vista práctico y si no se dispone de los almacenes frigoríficos apropiados, la materia prima debería ser procesada dentro de las 48 horas después de cosechada. Por este motivo, la planta de conservas para producir palmito en salmuera deberá localizarse lo más cercana posible a la zona de cultivo de pijuayo,

Por otro lado, si bien es cierto que la cercanía de la fábrica a los campos de cultivo es muy importante, también debe tenerse presente que el correcto funcionamiento de la planta industrial exige que se disponga de las vías de comunicación adecuadas para el abastecimiento de materia prima, insumos, materiales de uso directo e indirecto y para que el producto envasado pueda llegar al punto de embarque en su destino final al mercado externo.

El balance de estos dos aspectos servirá para definir la localización de la planta industrial.

Tamaño

Los estudios de mercado que se están realizando actualmente en diversos países, indican que existe una demanda potencial, a nivel internacional, para palmito de pijuayo envasado en salmuera.

Es evidente que el tamaño de una planta envasadora estará en función al resultado del estudio de mercado que tiene que realizarse previo a su instalación y al abastecimiento de materia prima. Solamente con un propósito ilustrativo, a continuación se presentan los datos de una planta envasadora con capacidad de producción anual total de palmito enlatado (considera peso bruto) de 2,000 t, en el año de funcionamiento a la capacidad estable (normalmente a partir del tercer año). En este caso se asume que la disponibilidad de materia prima no será el factor limitante.

La tecnología a utilizar en el caso de procesamiento de palmito es la descrita anteriormente en la Figura 6.1 y se ha seleccionado de tal manera que la planta industrial puede operar sin dificultades en la región amazónica. El uso intensivo de mano de obra es característico de este tipo de plantas industriales y se ha tratado de reducir al mínimo el nivel de automatización que es más propio de fábricas de gran tamaño. Dada la ventaja de tener un mayor rendimiento de palmito, se puede considerar el uso de la parte suave de la capa 4, según lo mostrado en la Figura 6.2.

Maquinaria y equipos

Una planta como la indicada anteriormente requerirá contar con la siguiente maquinaria y equipos (Villachica *et al.*, 1992):

- Un equipo de tratamiento de agua (sedimentador, purificador, pozo y tanque de agua, sistema de tuberías y bombas).

- Balanzas de 1 kg y de 500 kg.
- Diez mesas de 6.0 x 2.0 m, para el cortado, pelado, clasificación y envasado, con tablero de acero inoxidable y estructura de soporte de acero.
- Tanque para calentar el agua para el escaldado.
- Un tanque de solución de llenado.
- Una cerradora de latas semi-automática, de aproximadamente 40 latas por minuto, para diversos tamaños.
- Una cerradora semi-automática de tapas de frascos. Alternativamente, este cerrado puede ser manual.
- Dos autoclaves horizontales, de 1.5 m de diámetro y 3.3 m de longitud; con seis carros metálicos para envases.
- Una etiquetadora.
- Un formador y pestañador de latas.
- Una selladora de base.
- Un caldero (80 BHP) con equipo de ablandamiento de agua.
- Un grupo electrógeno de 80 KW, en caso estar fuera del ámbito urbano. También es útil cuando el sistema de electricidad urbana no funciona.
- Un compresor de aire.
- Equipo de laboratorio para el control físico y químico y para análisis microbiológico.
- Cuchillos de acero inoxidable, bandejas de plástico, etc.

Infraestructura Física

Se requiere alrededor de 2,000 m² de terreno, el que deberá dotarse de instalaciones de agua, desagüe y electricidad. Las edificaciones comprenden dos bloques: el de proceso (dos ambientes) y el administrativo. El área construida puede tener 600 m², distribuidas tentativamente de la siguiente manera: Recepción: 200 (m²), producción 200 (m²); almacenes 100 (m²); servicios auxiliares 50 (m²); oficinas: 50 (m²).

Se recomienda la construcción de material noble. En el área de proceso se puede utilizar tijerales metálicos y estructura de soporte que permita el uso de planchas corrugadas de eternit como cobertura. De preferencia, el área del piso de proceso debe estar a un metro por encima del suelo y debe ser de cemento para facilitar la limpieza.

Requerimientos de Materia Prima

El Cuadro 6.3 muestra los requerimientos de materia prima de la planta de conservas de palmito de la capacidad seleccionada para ilustrar el ejemplo, considerando que esta planta llega al 100% de su capacidad en tres años.

Cuadro 6.3: Requerimientos de materia prima para la planta de conservas de palmito. (Villachica *et al.*, 1992)

Materia prima	A Ñ O		
(tallos)			
	1	2	3 +
Toneladas	1,530	3,060	4,590
Miles de unidades	2,040	4,080	6,120

Rendimiento Industrial

Ensayos efectuados por Villachica *et al* (1994a) con 500 tallos de plantas de pijuayo con espigas, los cuales fueron cosechados con diámetros entre 10 y 13 cm en la base del tallo, indican un rendimiento promedio de 2.4 tallos de pijuayo por lata de 15 onzas de capacidad, conteniendo 250 g de peso drenado de corazón de palmito sin incluir la capa 4 (Cuadro 6.4.). En este caso el 61.5% de las latas tenían 5 trozos o secciones de palmito/lata, considerados tamaños medios (con diámetro superior e inferior de 2.0 y 2.4 mm, respectivamente), 20.5% de latas tenían 7 a 8 trozos de palmito cada una, palmitos delgados (diámetro inferior menor de 2.0 cm) y el 18.0% restante tenían 3 y 4 trozos de palmito por lata, palmitos gruesos (diámetro inferior mayor que 2.7 cm).

Cuadro 6.4 Número de latas de 15 onzas de capacidad con corazón de palmito obtenidas de 500 tallos de pijuayo. El palmito no incluye la capa 4. (Villachica *et al.*, 1994a).

Número de palmitos por lata	Número de latas	Diámetro superior de palmito	Diámetro inferior de palmito
3	13 b	2.7 a	2.9 a
4	24 b	2.5 b	2.7 b
5	126 a	2.0 c	2.4 c
7	24 b	1.9 d	2.0 d
8	18 b	1.6 e	1.8 e
Total	205		
CV (%)	20.6	1.4	2.1
Duncan	p=0.01	p=0.01	p=0.01

7.0 MERCADO ACTUAL Y POTENCIAL

7.1 Mercado actual



El mercado actual del palmito se refiere a las importaciones que se efectúan del corazón del tallo de diferentes palmeras tropicales entre ellas el pijuayo. Los principales países productores en América son Brasil y Costa Rica y en menor escala, Colombia, Guayana, Venezuela, Ecuador y Perú. La especie inicialmente utilizada en Brasil para extraer el palmito fue el juçara silvestre (*Euterpe edulis*) y, cuando la población natural de esta palmera disminuyó en el sur de Brasil, en la zona de Belem se empezó a industrializar el palmito de poblaciones nativas de asái (*Euterpe oleracea*), que es actualmente la principal especie en uso en Brasil (Villachica *et al.*, 1996). En los últimos años en Brasil se están sembrando grandes extensiones de pijuayo para palmito, el cual probablemente reemplace al asai como fuente de materia prima (Villachica, 1994).

En Costa Rica la única especie utilizada para la industrialización como palmito es el pijuayo. En los demás países se utilizan otras especies nativas de *Euterpe* (*E. precatoria* y otras) que se presentan como poblaciones naturales, aunque desde hace varios años se ha estado sembrando pijuayo para palmito, el cual ya está empezando a ser industrializado y exportado en Colombia, Ecuador y Perú.

PAIS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
ALEMANIA	190	133	88	87	79	92	101	103	229	103	145	132	136
ARGENTINA	1,538	1,086	371	213	374	291	720	391	588	581	S.D	S.D	S.D
BELGICA	138	99	135	357	225	100	54	60	179	307	294	217	262
CANADA	88	97	85	109	151	148	141	205	251	322	275	321	313
CHILE	137	93	136	130	74	58	89	133	198	228	S.D	S.D	S.D
DINAMARCA	22	17	15	13	12	10	15	14	38	25	17	6	2
ESPAÑA	53	103	59	122	125	320	217	661	543	829	1,023	1,598	1,007
FRANCIA	6,681	5,083	6,920	9,062	8,200	3,311	6,580	5,668	9,026	8,277	9,091	8,854	9,084
EE.UU.	820	589	753	797	873	1,202	1,377	1,726	1,961	2,003	2,843	2,055	2,231
ITALIA	194	109	127	133	190	204	184	377	202	322	358	412	221
JAPON	24	41	28	26	30	20	21	44	75	57	46	63	63
PAISES BAJOS	35	44	29	47	51	16	47	42	33	57	43	24	16
REINO UNIDO	128	9	15	21	44	72	21	11	6	150	37	51	28
OTROS PAISES	513	416	477	223	217	209	428	227	717	469	480	625	831
TOTAL	10,561	7,919	9,238	11,340	10,645	6,053	9,995	9,662	14,046	13,730	14,652	14,358	14,194

Cuadro 7.1: Importaciones mundiales de conservas de palmito en el período 1980-1992 (1).

La siembra del pijuayo para industrializar el palmito tendrá ventajas en la conservación de los bosques naturales de *Euterpe*, que actualmente están siendo explotados intensivamente y en muchos casos depredados (Villachica, 1994).

El palmito de pijuayo es un producto relativamente nuevo en el mercado internacional de alimentos. La demanda es todavía pequeña y está concentrada en consumidores que lo conocen, sea por razones culturales o por gastronomía, o cuando es utilizado como sustituto del espárrago o la alcachofa. El principal producto exportable es el palmito conservado en salmuera (sal más ácido cítrico), que representa 95% del mercado total, mientras que el palmito al vinagre y otras formas representa el 5% restante.

Las importaciones de conservas de palmito (tanto de *Euterpe* como de *Bactris*) durante el período 1980-1992 se presentan en el Cuadro 7.1. Francia es el principal consumidor e importador, con 64% de las importaciones mundiales. En segundo lugar se encuentra EE.UU., con 15.7% y luego España con 7.1% del mercado mundial. Cuatro países; Francia, EE.UU., España e Italia, representaron el 96% de las importaciones mundiales de palmito durante 1993 (Figura 7.1). La tendencia del mercado mundial ha ido en aumento desde 1980 (10,561 t) hasta 1988 (14,046 t), año a partir del cual la demanda esta sobre 14,000 t anuales. Los volúmenes comercializados son aún limitados; posiblemente una de las razones sea que la oferta se sustenta en actividades extractivas (principalmente *Euterpe olearacea* en Brasil) y debido a que los principales países productores (Brasil y Costa Rica) son también grandes consumidores de palmito. Clement (Comunicación

personal) sugiere que la principal razón es el bajo control de calidad del palmito procesado en Brasil, además que el producto enlatado no es tan bueno como el natural.

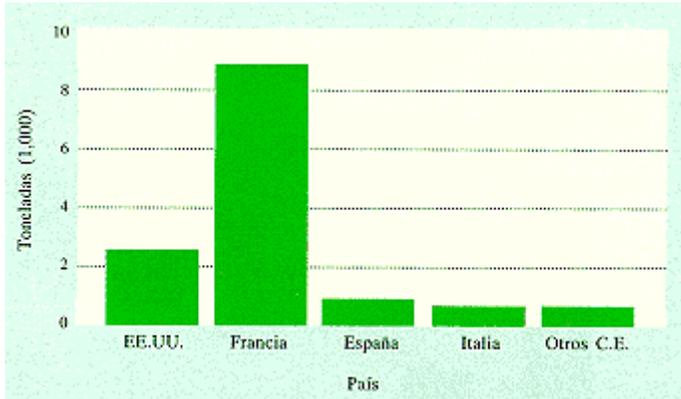


FIGURA 7.1 Importaciones de palmito por EE.UU. y los países de la Comunidad Europea durante 1993. Adaptado de Ruiz (1995).

La caída en las importaciones que se observa para el año 1985 (Cuadro 7.1), estuvo relacionada a que en Brasil un gran número de empresas produjeran grandes

cantidades de palmito en bosques naturales de *Euterpe* en condiciones artesanales, sin estar normalizados de acuerdo con los requerimientos del mercado mundial (especialmente Francia), produciendo palmito de baja calidad y la consiguiente retracción de las importaciones, (-60% en Francia). Las medidas posteriores tomadas por diferentes instituciones normalizaron la producción y se produjo la recuperación de la demanda a partir de 1986.

Los principales proveedores de palmito para el mercado mundial son Brasil (usando palmas del género *Euterpe*) y Costa Rica (exclusivamente palmito de pijuayo). En 1993 Brasil suplió el 74% de la demanda de EE.UU. (versus 79.0% en 1992, Figura 7.2), mientras que en Costa Rica suministró 18.0% (versus 14.3% en 1992). En el caso de la Comunidad Económica, cuyo principal importador es Francia (81% del total), el suministro por Brasil disminuyó de 52.3 a 43.4%, mientras que el de Costa Rica aumento de 19.0 a 29.6% entre 1992 y 1993 (Figura 7.3). Colombia, Guayana y Venezuela también exportan al mercado europeo, mientras que Tailandia y Venezuela lo hacen a EE.UU.

De continuar los resultados obtenidos durante 1992 y 1993, indicaría una ocupación del mercado del palmito de *Euterpe* producido en Brasil, por palmito de pijuayo. Posiblemente los industriales brasileños se hayan percatado de esta posibilidad, lo que podría haber conducido a la siembra en Brasil de grandes áreas con pijuayo para palmito.

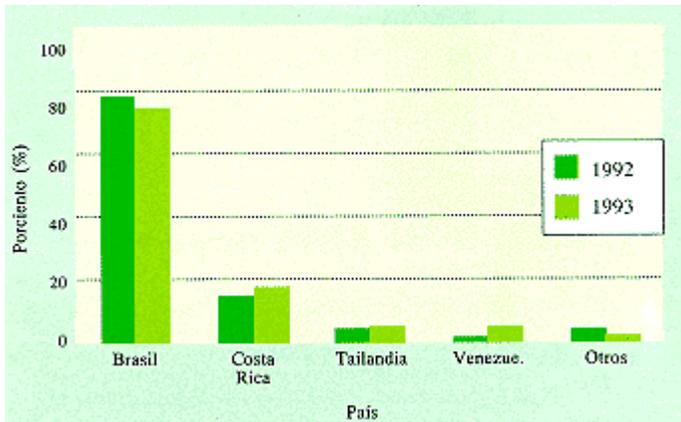


FIGURA 7.2 Principales proveedores de palmito para el mercado de EE.UU. durante 1992 y 1993. Adaptado de Gonzáles (1995) y Ruiz (1995).

7.2 Mercado potencial

El consumo de vegetales muestra tendencia creciente en los últimos años en los países desarrollados, especialmente aquellos productos considerados sin riesgo para la salud. El palmito tiene una participación muy pequeña en este mercado internacional de productos exóticos. No obstante debe tenerse presente que hasta 1988 los "corazones de palmito" no se presentaban separadamente en las estadísticas del mercado internacional. Hasta hace pocos años se encontraba solamente en tiendas exclusivas de alimentos exóticos, mientras que ahora se encuentra en la mayoría de supermercados. Estos dos aspectos, reflejan el aumento en la demanda.

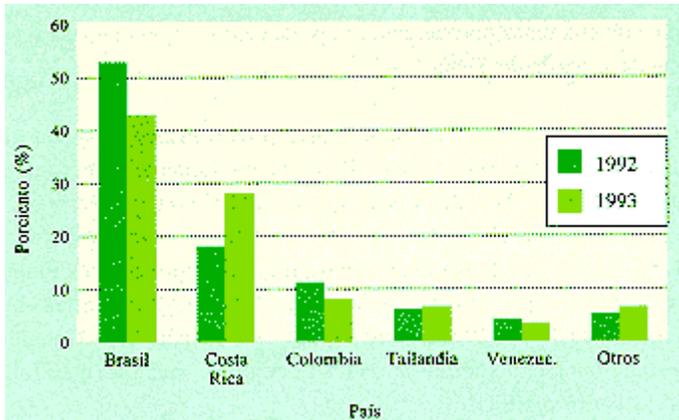


FIGURA 7.3 Principales proveedores de palmito para el mercado de la Comunidad Europea durante 1992 y 1993. Adaptado de Gonzáles (1985) y Ruiz (1995).

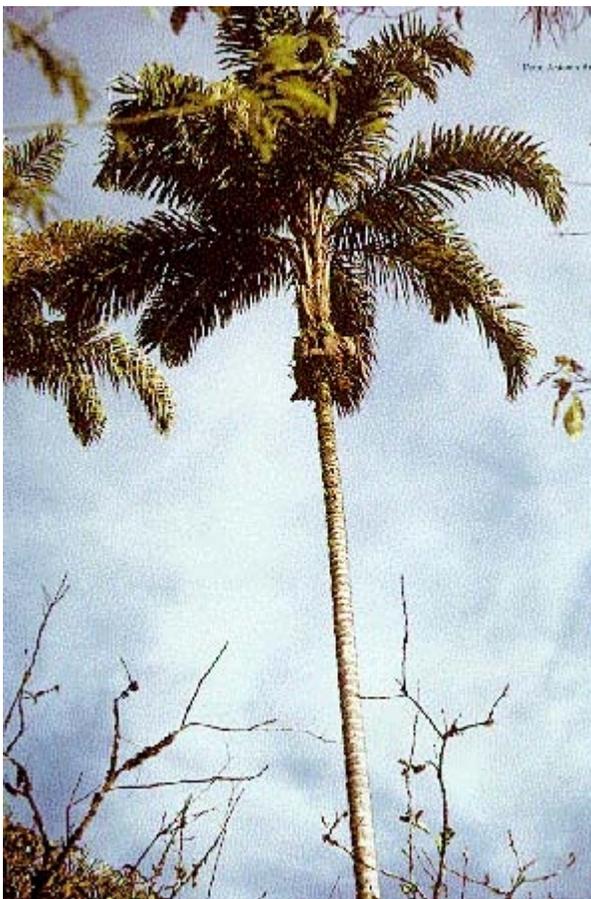
Sin embargo, el consumo de palmito es todavía insuficiente, posiblemente influido por la inexistencia de una oferta consistente en calidad y

oportunidad de abastecimiento. A pesar que últimamente se encuentra disponible en supermercados y tiendas al minoreo, el palmito continua siendo un artículo tipo "conocedor" o gastronómico; su consumo no se ha masificado. Una mayor oferta en los países productores podría causar un aumento en la demanda.

Como anteriormente se vio, el principal proveedor internacional es Brasil, el cual tenía un suministro continuo con precios bajos, condiciones que han variado en años recientes. Brasil es también un gran consumidor y en 1995 a muchos productores les fue más rentable vender su palmito en el mercado nacional, especialmente en el sur del país.

La demanda de palmito de pijuayo puede aumentar en el futuro, pero, será necesario que sea producido con menores costos, especialmente el costo de instalar las plantaciones nuevas, y con mejor calidad, a fin de ser competitivos con los productos tradicionales. Las garantías que ofrezca el proveedor para suministrar continuamente palmito de buena calidad, así como la promoción que realice, le abrirán y asegurarán su participación en este mercado incipiente.

8.0 SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO



Aspectos agronómicos

La tecnología desarrollada para el cultivo del pijuayo para palmito es compatible con el nivel agrícola existente en la Amazonía. No requiere de técnicas sofisticadas ni de inversión en infraestructura no disponible a nivel de pequeño productor. Las prácticas agronómicas que se han descrito en este manual son conocidas y utilizadas en otros cultivos perennes en la región. La demanda de mano de obra está en función a la disponibilidad a nivel familiar o, en el caso de empresas, en función a la inversión que deseen hacer. La tecnología es fácilmente adaptable para siembras en gran escala.

Por su parte, la especie es nativa y está adaptada a los suelos ácidos de baja fertilidad predominantes en la Amazonía, aunque progresa mejor en suelos de buena fertilidad. Asimismo, esta adaptado al clima cálido y lluvioso de la región, por lo que no debe tener

problemas agronómicos si se ha seleccionado adecuadamente el suelo a plantar. El cultivo tiene baja extracción de nutrientes del suelo y una alta tasa de formación de biomasa, la mayor parte de la cual queda en el campo. La esparción de los residuos de las cosechas sobre la superficie del suelo, permite reciclar los nutrientes absorbidos por las plantas, manteniendo el nivel de fertilidad, así como contribuye a proteger el suelo contra la erosión.

Al presente, el cultivo de pijuayo para palmito aún no tiene mayores problemas sanitarios en la Amazonía, como si sucede con otros cultivos perennes. Sin embargo, no se debe descartar que estos problemas se presenten en el futuro. La siembra de mezclas de tipos que se está efectuando actualmente, puede ser un factor que está limitando la propagación de algún problema fitosanitario, que puede presentarse más adelante.

Aspectos económicos

En el Cuadro 8.1. se presenta un estimado de costo de producción para una hectárea en la localidad de Pucallpa, Perú, zona con 1,700 mm anuales de lluvia. Este cuadro ha sido calculado para suelos ácidos de baja fertilidad, con alta saturación con aluminio, que en la zona soportan pasturas degradadas y se utiliza solamente como un ejemplo de la

posibilidad del cultivo en estas condiciones. Evidentemente que en suelos con mejor fertilidad y con mayor cantidad y mejor distribuida precipitación pluvial que en Pucallpa, la productividad del cultivo será mayor. Los precios utilizados en el Cuadro 8.1. corresponden a los existentes en Agosto de 1995. Para este suelo, se considera necesario aplicar nitrógeno y potasio, lo cual variará en otros suelos y condiciones. En el caso del tallo de pijuayo se considera un precio de compra por la fabrica de US\$ 0.15 por tallo, aun cuando en otros países, como Costa Rica, el precio está en US\$ 0.22 cada uno. Los datos presentados en el Cuadro 8.1. indican que el cultivo de pijuayo para palmito es posible de ser efectuado de manera continua, es decir que puede ser sostenible.

En el eventual caso que el mercado para palmito sea satisfecho y se produzca sobreproducción, existe la posibilidad que las plantaciones de pijuayo sean dedicadas a la producción de fruta, tanto para consumo doméstico como para industrializarla, o a la producción de madera para parquet.

Cuadro 8.1: Costo de producción de una hectárea de pijuayo para palmito en Pucallpa, Perú. Agosto 1995 (US\$/ha)

RUBRO	UNIDAD	VALOR	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO4+	
			UNIT.	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad
MANO DE OBRA										
Manejo del vivero	Jornal	4	50	200						
Rozo, tumba, quema	Jornal	4	25	100						
Junta y quema	Jornal	4	10	40						
Trazo y poceo	Jornal	4	10	40						
Aplic. Cal y roca fosfatada	Jornal	4	4	16						
Trasplante pijuayo	Jornal	4	20	80						
Preparar semilla de yuca	Jornal	4	8	32						
Sembrar yuca	Jornal	4	7	28						
Deshierbos	Jornal	4	45	180	30	120	24	96	18	72
Abonamiento	Jornal	4	8	32	8	32	8	32	8	32
Control sanitario	Jornal	4	3	12	3	12	3	12	3	12
Cosecha yuca	Jornal	4	24	96						
Cosecha pijuayo	Jornal	4			7	28	9	36	10	40
Carguío de tallos	Jornal	4			1	4	1	4	1	4
Subtotal			214	856	49	196	45	180	40	160
INSUMOS										
Semilla germinada	Millar	75	5.5	412.5						

Análisis de suelo	Unidad	20	1	20						
Dolomita	Kg.	0.12	500	60						
Roca fosfatada	Kg	0.17	500	85	250	42.5	250	42.5	250	42.5
Urea	Kg	0.41	200	81.2	267	108.4	267	108.4	267	108.4
Cloruro de potasio	Kg	0.32	150	47.55	200	63.4	200	63.4	200	63.4
Abono foliar vivo	Kg	10	0.5	5						
Benlate en vivo	Kg	128	0.02	2.56						
Cupravit en vivo	Kg	6	1	6						
Guante para cortar	Unidad	12	1	12						
Guante para cargar	Unidad	8	2	16						
Subtotal			1.361.02	747.81	717	214.3	717	214.3	717	214.3
TRANSPORTE			12.000.00	60		20		28		32
Transporte en finca	Kg	0.01	12.000.00	60	4.000.00	20	5,600.00	28	6,400.00	32
COSTO TOTAL ANUAL				1,663.81		430.3		422.3		406.3
RENDIMIENTO Y VBP										
Tallos de pijuayo	Tallos	0.15			5,000.00	750	7,000.00	1,050.00	8,000.00	1,200.00
Yuca	Ton.	80	12	960						
INGRESO TOTAL ANUAL				960		750		1.050.00		1,200.00
UTILIDAD NETA ANUAL				-703.81		319.7		627.7		793.7

Aspectos sociales

Dado que la especie es nativa de la región y en muchas localidades los agricultores están acostumbrados a verla en sus huertos caseros, su aceptabilidad por los pequeños agricultores es más fácil. Su rusticidad y la posibilidad de empezar a tener cosechas antes de los 18 meses, contribuye a su mayor aceptación, ya que son pocos los cultivos perennes que pueden empezar a tener cosecha en este tiempo.

La posibilidad de utilizar la mano de obra familiar, así como la de obtener algún ingreso por los cultivos asociados durante los primeros meses, también contribuye a la aceptabilidad del cultivo. Sobre todo esto, está la existencia de un mercado que demanda los tallos del pijuayo para su industrialización. El pequeño agricultor depende de esta

demanda para dedicarse al cultivo del pijuayo para palmito, puesto que el principal uso que él le da a esta especie es por la fruta como fuente de carbohidratos.

Rentabilidad del cultivo

En la Amazonía, el cultivo del pijuayo para palmito es rentable en las condiciones actuales. Sin embargo, la utilidad que tenga el agricultor depende de varios factores, que limitan la rentabilidad a nivel de finca, como son los siguientes:

- Costo de los insumos, especialmente la semilla y de los fertilizantes. El costo de la semilla influye una sola vez, pero el de los fertilizantes se repite todos los años.
- Costo de los servicios. El costo del transporte, energía y comunicaciones, entre otros, es elevado y frecuentemente deficiente.
- Limitada asistencia técnica e investigación agrícola. Ambos están prácticamente ausentes para el cultivo del pijuayo en la mayoría de los países amazónicos. La productividad y la rentabilidad del agricultor puede ser aumentada con un adecuado servicio de asistencia técnica y con la investigación para encontrar la solución oportuna a las limitantes tecnológicas.
- Precio del palmito en el mercado internacional. La disminución en el precio normalmente se transfiere al agricultor, lo que no siempre sucede en la misma proporción cuando el precio aumenta.
- Rendimiento industrial de palmito. Cuanto mayor sea el rendimiento industrial del palmito, mejor debería ser el precio pagado al productor. El rendimiento se puede aumentar tanto por fitomejoramiento, por manejo agronómico, como por investigación industrial.
- Eficiencia en la industrialización. Las ineficiencias en la industrialización usualmente se transmiten al productor agrícola, pagándole un menor precio por el tallo de pijuayo.
- Uso de subproductos. Actualmente casi no se utilizan los subproductos de la industrialización (internudos y puntas), pero, el desarrollo de mercado y la tecnología respectiva, puede aumentar la rentabilidad tanto de la industria, como del productor agrícola.
- Costos Financieros. En la mayoría de los países amazónicos, los agricultores, especialmente los pequeños, tienen difícil acceso al crédito y, cuando lo obtienen, este es muy costoso.

Aspectos ambientales

La producción de palmito en el sur de Brasil, el mayor productor a nivel mundial, se inició a partir de la palmera inerte juçará (*Euterpe edulis*), de manera extractivista y deforestadora. Como consecuencia de la explotación y del largo período que requiere la palmera para estar lista para la cosecha (ocho años), la incapacidad de la especie para producir retoños, así como de la falta de tecnología, se produjo una fuerte disminución en las poblaciones naturales de juçará. La industria del palmito se trasladó entonces al norte

del Brasil, al estado de Pará, donde empezó a explotar, en la misma forma, el açai (*E. oleracea*), otra palmera inerme, la cual es utilizada tanto por sus frutos, como por el palmito (Villachica, 1994). Aunque el açai produce retoños, demora seis años en estar listo para el corte para obtener palmito, lo cual está conduciendo a que las plantaciones naturales estén perdiéndose o por lo menos se está disminuyendo la densidad de plantas en ellas (con riesgo de pérdida de diversidad). En los demás países de la cuenca amazónica se utilizan otras especies del género *Euterpe*, así en el Perú se extrae del asai (*E. precatoria*).

La existencia de tecnología desarrollada específicamente para el cultivo de pijuayo para producir palmito en la Amazonía, así como la existencia de tipos con tallos inermes y la abundancia de semilla en el Perú, ha puesto las bases para que muchos empresarios e industriales ligados al extractivismo del género *Euterpe*, empiecen a sembrar o promover la siembra del pijuayo. Muchos de estos empresarios preveen que en el largo plazo, el pijuayo será producido a menor costo y con mayor productividad que el açai. Por ejemplo, si el açai, puede producir 300 g de palmito por planta a los seis años, con una densidad de 1,000 plantas/ha, esto equivale a 300 kg de palmito/ha, mientras que el pijuayo producirá 900 g por planta en el mismo período, lo que con 5,000 plantas/ha, equivale a 4,500 kg/ha (Villachica, 1994).

Complementariamente, la disminución en las plantaciones naturales de *Euterpe*, o en la densidad de estas, está haciendo perder eficiencia a la industria que depende de ellas, elevando el precio del palmito. Por otro lado, las siembras comerciales de pijuayo para palmito resultarán en aumento en la tecnología agrícola, con una mayor productividad y menor costo de producción. En este caso tanto los agricultores, como los industriales, que tengan altos costos de producción perderán competitividad y quedarán fuera del sistema. Por estos motivos, es posible asumir que la siembra de pijuayo para la producción de palmito podría aportar a la reducción en la presión deforestadora y extractivista que existe en los bosques naturales de las especies del género *Euterpe*, contribuyendo a conservar la biodiversidad de estas especies.

LITERATURA CONSULTADA

Aguilar, A., C. Huamán, L. Martel, *et al.* 1991. Proyecto de prefactibilidad de producción y exportación de conservas de palmito. Centros Académicos de la Asociación de Exportadores. CE-ADEX. Lima. 148 p.

Arkcoll, D. B. y J. P. L. Aguiar. 1984. Peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth.) a new source of vegetable oil from the wet tropics. *J. Sci. Food Agric.* 35: 520-526.

CIPRONA. 1986. Usos industriales del pijuayo (*Bactris gasipaes*). Reporte de Investigación del Centro de Investigaciones de Productos Naturales. Univ. de Costa Rica. San José.

Clement, C. R. 1988. Domestication of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes*): Past and present. *Advances in Economic Botany* 6: 155-174.

Clement, C. R. 1990. Pejibaye. p. 302-321. En: S. Nagy *et al.* (eds.). *Fruits of tropical and subtropical origin*. Florida Science Source Inc. Lake Alfred, Florida.

Clement, C. R. 1993. Pejibaye. p. 92-107. En: J. W. Clay y C. R. Clement. *Selected species and strategies to enhance income generation from amazonian forests*. FO:Misc/93/6. Working Paper. FAO, Rome.

Clement, C.R. 1995. Pejibaye. p: 383-388. En: J. Smartt y N.W. Simmonds. *Evolution of Crop plants*. Longman Scientific & Technical.

Clement, C. R. y J. Mora Urpi. 1985. Phenotypic variation of peach palm observed in the Amazon basin. In: *Final Report: Peach palm (Bactris gasipaes Kunth.) germplasm bank*. 92-106. San José, Costa Rica. USAID.

Clement, C. R. y H. Villachica. 1994. Amazonian fruits and nuts: Potential for domestication in divers agroecosystems. p. 230-238. En: R.R.B. Leakey y A.C. Newton (eds). *Tropical trees: The potential for domestication and the rebuilding of forest resources*. Institute of Terrestrial Ecology Symposium N° 29. Edinburgo, Escocia.

Collazos, C., P. L. White, H. S. White *et al.* 1975. La composición de los alimentos peruanos. Instituto de Nutrición. Minist. de Salud. Lima. 35 p.

Couturier, G., C. R. Clement y P. Viana. 1991. *Leptoglossus lonchoides* Allen (Heteroptera, Coreidae), causante de la caída de los frutos de *Bactris gasipaes* (Palmae) en la Amazonía central. *Turrialba* 41: 293-298

Chala, V. H. 1993. Evaluación de 8 densidades de siembra de *Bactris gasipaes* Kunth. para la producción de palmito en la región amazónica ecuatoriana. pp:255-266. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Chumbimune, R. 1994. Comparativo de cinco densidades de siembra de pijuayo para palmito. Informe de Avance del Experimento. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima. 28 p.

D'Arrigo, M. H. 1993. Evaluación del rendimiento y calidad del enlatado de palmito de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.) en diferentes grados de desarrollo. Tesis Ingeniero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima. Perú. 157 p.

Dominguez, J. A. y R. De la Cruz. 1993. Competencia nutricional de *Arachis pintoi* Pinto como cultivo de cobertura durante el establecimiento de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth). pp:347-354. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Essig, F. B. 1971. Observations on pollination in *Bactris*. Principes 15:20-24

De la Asunción, R. 1995. Efecto de la inmersión temporal en diferentes soluciones en la conservación de palmito fresco p: 1-2. En: Cultivo de pijuayo para palmito. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica.

Fernández, A. 1989. Especificaciones de compra de palmito de pijuayo. Pijuayo. Boletín Informativo de la Universidad de Costa Rica. 1(2):3-4.

Ferreira, S. A. N., C. R. Clement y G. Ranzani. 1980. Contribuição para o conhecimento do sistema radicular da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.-*Guilielma gasipaes* (Kunth.) Bailey). I. Solo Latossolo Amarelo, textura media. Acta Amazonica 10(2): 245-249.

Ferreira, V. L. P. y J. E. Paschoalino. 1988. Pesquisa sobre palmito no Instituto de Tecnologia de Alimento ITAL. pp: 45-62. En: Anais do Primeiro Encontro de Pesquisadores de Palmito. Centro Nacional de Pesquisas Florestais/EMBRAPA. Curitiba, Parana. Brasil.

Figuroa A. y F. Dao. 1981. El anillo rojo del cocotero. Asbana. Revista de la Asociación Bananera Nacional. Costa Rica. 2 p.

Gomes, J. B. M., J. M. T. Menezes y P. Viana. 1988. Efeito de niveis de adubação e espaçamento na produção de palmito de pupunheira em solo de baixa fertilidade na regioa de Ouro Preto D'Oeste-Ro. pp: 261-266. En: Anais do Primeiro Encontro de Pesquisadores de Palmito. Centro Nacional de Pesquisas Florestais/EMBRAPA. Curitiba, Parana. Brasil.

González, R. 1995. Algunas consideraciones sobre el mercado internacional de palmito. Consejo Nacional de Producción. Dirección de Mercadeo Agropecuario. Costa Rica. 4 p.

Herrera, W. 1989. Fertilización del pijuayo para palmito. Pijuayo. Boletín Informativo de la Universidad de Costa Rica. 1(2):4-10

IBPGR. 1992. Directory of germplasm collections. 6.1. Tropical and subtropical fruits and tree nuts. Bettencourt, E., Hazekamp, Th. and Perry, M. C. International Board for Plant Genetic Resources. Rome. 337 p.

ITINTEC. 1984. Norma Técnica Nacional para Conservas de Palmito. ITINTEC. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. Lima. Perú. 6 p.

Jiménez, E. 1992. Evaluación de alternativas tecnológicas para la conservación del palmito de pijuayo como producto fresco. Corbana. Revista de la Corporación Bananera Nacional (Costa Rica). 16(38):34-40.

López, A. y H. Sancho. 1990. Observaciones sobre la distribución radical del pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.) para palmito en un Andosol. Asbana. Revista de la Asociación Bananera Nacional (Costa Rica). 14(34):9-15.

Mexzón, R. G. 1995. Manejo integrado de los artrópodos perjudiciales en el cultivo de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.). En: Cultivo de pijuayo para palmito. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. p:1-16.

Mora-Urpí, J. 1983. El pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.): Origen, biología floral y manejo agronómico. p. 118-160. En: Palmeras poco utilizadas de América tropical. Informe de la Reunión Consulta Organizada por FAO/CATIE. Anexo 9. Turrialba, Costa Rica.

Mora-Urpí, J. 1989. Densidades de siembra para producción de palmito. Pijuayo. Boletín Informativo de la Universidad de Costa Rica. 1(1):10-12

Mora-Urpí, J. 1993. Diversidad genética en pijuayo [*Bactris (Guilielma) gasipaes* Kunth]: II. Origen y domesticación. p: 21-30. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Mora-Urpí, J. 1995a. Pejibaye. p: 1-20. En: Cultivo de pijuayo para palmito. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica.

Mora-Urpí, J. 1995b. Consideraciones sobre la biología, agronomía y economía del pijuayo *Bactris (Guilielma) gasipaes* Kunth. p: 1-38. En: Cultivo de pijuayo para palmito. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica.

Mora-Urpí, J. y E. Solis. 1980. Polinización en *Bactris gasipaes* Kunth. Rev. Biol. Trop. 28:153-174.

Mora-Urpí, J., C. R. Clement y V. M. Patiño 1993. Diversidad genética en pijuayo: I. Razas e híbridos. p: 11-19. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Mora-Urpí, J., E. Vargas., C. López, *et al.* 1984. The Pijuayo palm (*Bactris gasipaes* Kunth.). FAO-Universidad de Costa Rica-Banco Nacional de Costa Rica. 16 p.

Pérez, J. M., L. Z. Szott y L. A. Arévalo. 1993a. Pijuayo con cobertura de leguminosas. pp:309-322. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Pérez, J. M., L. Z. Szott, R. E. McCollum y L.A. Arévalo. 1993b. Effect of fertilization on early growth of pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) on an amazon Ultisol. pp: 209-224. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso Internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Pezo, R. 1976. Determinación morfológica de cultivares de pijuayo (*Guilielma gasipaes* Kunth. Bailey) y su respuesta a tratamientos pregerminativos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria. Perú. 86 p.

Piedrahita, G. y C. A. Velez. 1982. Metodos de producción y conservación de la harina obtenida del fruto del chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth.). Reporte de Inv. Univ. del Valle, Cali. Colombia.

Pinedo, M. y F. Díaz. 1993. Posibilidades de la propagación vegetativa del pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.) por cultivo de tejidos. p: 135-144. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Ruiz, J., 1995. El Mercado del palmito en cifras. p:1-10. En: Cultivo de pijuayo para palmito. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica.

Ruiz, P. O. 1993. El rol de las micorrizas en pijuayo (*Bactris gasiapes* Kunth.). p: 127-134. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Sanchez, P. A., D. E. Bandy, J. H. Villachica y J. J. Nicholaides. 1982. Amazon basin soils: Management for continuous crop production. *Science* 216:821-827.

Sánchez, P. A., J. H. Villachica y D. E. Bandy. 1983. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. *Soil Science Soc. Amer. J.* 47:1171-1178.

Seubert, C., P. A. Sánchez y C. Valverde. 1977. Effects of land clearing methods on soil properties of an Ultisol and crop performance in the Amazon jungle of Peru. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 54:307-321.

Tanchiva, E. 1992. Germinación de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) por el método del embolsado. Informe Técnico N° 20. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima. 18 p.

Urro, S. A. M. 1990. Determinación de parámetros tecnológicos de procesamiento de palmito de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.). Tesis Ingeniero. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú. 90 p.

Valverde, R., O. Arias y T. Thorpe. 1987a. Picloram-induced somatic embryogenesis in pijuayo palm (*Bactris gasipaes* Kunth.). *Plant cell, tissue and organ culture.* 10:149-156.

Valverde, R., O. Arias y T. Thorpe. 1991. Morfogenetic effect of coconut water on shoot tips of pijuayo palm (*Guilielma gasipaes* Kunth.). En: *Biotechnology for Tropical Crop Improvement in Latin America. Proceedings of the 4th Conference of the International Plant Biotechnology Network (IPB Net).* San José, Costa Rica. Enero 14-18. 112 p.

Valverde, R., O. Arias y T. Thorpe. 1992. Estudio histológico de tallos de pijuayo (*Guilielma gasipaes*). *Agronomía Costarricense* 16(2):225-229.

Valverde, R., L. Gómez., O. Arias y T. Thorpe. 1987b. Respuesta morfogénica de los ápices de pijuayo (*Bactris gasipaes*) cultivados in vitro en condiciones de luz y oscuridad. *Agronomía Costarricense* 11(1):97-102.

Vargas, A. 1993. Evaluación de ocho densidades de siembra en pijuayo para palmito (*Bactris gasipaes* Kunth.). Informe Anual. Corporación Bananera Nacional. Costa Rica. p. 53.

Vargas, E. 1989a. Enfermedades del tallo de palmito. Pijuayo. Boletín Informativo. Universidad de Costa Rica. 1(1):12-13.

Vargas, E. 1989b. Enfermedades del follaje. Pijuayo. Boletín Informativo. Universidad de Costa Rica. 1(2):11.

Vargas, E. 1993. Principales enfermedades del pijuayo en Costa Rica. pp: 355-360. En: J. Mora-Urpí *et al.* (eds). IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica.

Vargas, M.A. 1993. Caracterización de las harinas de cinco ideotipos de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.) y su empleo en panificación. Tesis Ingeniero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima. Perú. 184 p.

Velázquez, A. C. y R. De la Asunción. 1992. Evaluación de la tecnología "sous vide", cocción bajo vacío, aplicado al desarrollo de una conserva de palmito de pijuayo (*Bactris gasipaes*). *Reviteca* (Costa Rica). 1(2):8-13.

Villachica, H. 1993. El Pijuayo: Recurso de la amazonía. *Revista del Agro*. Año 2(19):7-9. Fundeagro, Lima. Perú.

Villachica, H. 1994. Investigación y desarrollo de sistemas sostenibles para frutales nativos amazónicos. El caso del pijuayo. Informe Técnico N° 29. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima. 39 p.

Villachica, H., E. Chávez y J. Sánchez. 1994a. Manejo post cosecha e industrialización del pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.). Informe Técnico N° 30. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima. 55 p.

Villachica, H., C. Lescano y C. Lazarte. 1992. Perfil de proyecto para una planta de conservas de palmito de pijuayo. En: Estudio de oportunidades de inversión en desarrollo e industrialización de cultivos tropicales en Pucallpa. Convenio Gobierno Regional de Ucayali - Fundeagro. Lima. 41 p.

Villachica, H., J. E. Silva., J. R. Peres y C. M. C. da Rocha. 1990. Sustainable agricultural systems in the humid tropics of south américa. pp: 391-437. En: Sustainable Agricultural Systems. Soil and Water Conservation Society. Iowa. EE.UU.

Villachica, H., J. U. Carvalho, C. H. Muller, *et al.* 1996. Frutales y hortalizas promisorias de la amazonía. FAO-TCA. (En prensa).

Villachica, H., J. Sánchez, R. Riva *et al.*, 1994b. Informa final del Proyecto Arboles Frutales Nativos (Perú) II. Informe Técnico No. 27. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima. 52 p.

Villalobos, R. y J. Herrera. 1991. Germinación de la semilla de pijuayo (*Bactris gasipaes*). I. Efecto de la temperatura y del sustrato. *Agronomía Costarricense* 15(1/2):57-62.

Villalobos, R., J. Herrera y E. Guevara. 1992a. Germinación de la semilla de pijuayo (*Bactris gasipaes*). I. Ruptura del reposo. *Agronomía Costarricense* 16(1):61-68.

Villalobos, R., J. Herrera y J. Mora-Urpí. 1992b. Germinación de la semilla de pijuayo (*Bactris gasipaes*). II. Efecto del contenido de agua y de las condiciones de almacenamiento. *Agronomía Costarricense* 16(1):69-76.

Weiss, K. y S. Pattie. 1993. Markets for health palm. LAC TECH Project. U.S. Agency for International Development. Washington D.C..

Zamora, C. 1985. Densidades de siembra de pijuayo para palmito con tallo simple. Asbana, Asociación Bananera Nacional. Sexto Informe Diversificación Agrícola. (1983-84). San José. Costa Rica. pp. 75-78.

Zamora, C. y C. L. Flores. 1985a. Ensayo sobre niveles de nitrógeno en el pijuayo para palmito. Asbana, Asociación Bananera Nacional. Sexto Informe de Labores de Diversificación Agrícola. 1983-1984. San José. Costa Rica. pp: 58-61.

Zamora, C. y C. L. Flores. 1985b. Ensayo sobre niveles de fósforo en el pijuayo para palmito. Asbana, Asociación Bananera Nacional. Sexto Informe de Labores de Diversificación Agrícola. 1983-1984. San José. Costa Rica. pp: 62-65.

Zamora, C. y C. L. Flores. 1985c. Ensayo sobre niveles y fuentes de potasio en el pijuayo para palmito. Asbana, Asociación Bananera Nacional. Sexto Informe de Labores de Diversificación Agrícola. 1983-1984. San José. Costa Rica. pp: 66-71.

Zapata, A. 1972. Pijuayo palm from the Pacific coast of Colombia. *J. Econ. Bot.* 26: 156-159.

Zumbado, A. M. y R. M. Murillo. 1984. Composición y valor nutritivo del pijuayo

(*Bactris gasipaes*) en alimentación animal. *Rev. Biol. Trop.* 32: 51-56.