

Potencial agroalimentario y agroindustrial del trópico húmedo de Nicaragua

(segunda parte)

Guillermo Bendaña García

Reproducido de Bendaña García, Guillermo. *Potencial agroalimentario y agroindustrial del trópico húmedo de Nicaragua*. 1ª ed. Managua: Aldilá Editor, 2013. Ésta es la segunda entrega que comprende los capítulos III a VII, páginas 40-82.

El libro cuenta con 216 p.: il, col. ISBN 978-99964-0-230-2. La autorización para publicar fue concedida por Guillermo Bendaña García, quien tiene los derechos exclusivos.

III. USOS, INDUSTRIALIZACIÓN Y POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS

Con pocas excepciones como la yuca, camote y papa, la mayoría de raíces y tubérculos han sido poco consideradas desde el punto de vista de alimentación y nutrición. No obstante, como se ha dicho, estos productos presentan varias ventajas en cuanto a su rendimiento por unidad de superficie y a su aporte de calorías por medio de los carbohidratos que contienen, además debido a la no existencia de cereales en el trópico



Foto 9. Quequisque de la RAAS

húmedo —o su bajo rendimiento— para hacer frente a la creciente demanda de alimentos para alimentación humana o animal, se convierten en el sustituto natural de cosechas como el maíz y el sorgo. Las raíces y tubérculos pueden proporcionar harinas y almidones, los cuales son útiles en el desarrollo de otros productos y han dado lugar a la creación de pequeñas, medianas y grandes agroindustrias, tanto en el área de la alimentación humana, como en usos industriales.

Como la gran mayoría de alimentos, las raíces y tubérculos no se consumen crudos, sino que se someten a alguna forma de elaboración y cocción antes de su consumo, los cuales van desde la simple tarea de hervirlos, hasta procesos complejos de fermentación, deshidratación y molienda para la elaboración de harinas y almidones, dependiendo del tipo de raíz o tubérculo y el uso final del producto a obtener.

Lo que se desea conseguir con estos procesos es aumentar la digestibilidad, mejorar el sabor y la inocuidad para el consumo humano, lo mismo que diversificar su uso; todos estos procesos tienen la ventaja de que alargan el tiempo de conservación de estos productos, de por sí muy perecederos.

Uso de la malanga (*Colocasia esculenta*) en alimentación humana

Al cosecharla, la malanga se compone de un cormo central y numerosos cormelos a su alrededor; ambas partes de la planta son consumibles. Debido a que es baja en proteínas y grasas, la malanga es esencialmente un alimento energético. Nutricionalmente se le compara favorablemente con otros alimentos como yuca, quequisque, camote y con granos de cereales como el arroz. Es una buena fuente de minerales como calcio, fósforo y potasio y de vitaminas A y B.

Se consume principalmente como bastimento en forma cocida, después de pelada. También se hacen rodajas finas fritas en aceite o se incorpora en trozos a las sopas. En el Atlántico de Nicaragua se le usa como ingrediente en comidas típicas costeñas como el run down. El cormo de la malanga es de naturaleza esponjosa y contiene mucha fibra, y cristales de ácido oxálico, siendo difícil de cortar; a ello se debe que frecuentemente se le amase después de cocido, para liberar los materiales almidonosos y realizar con facilidad la fermentación para el «poi» y otros platos. Los granos de almidón de la malanga son cortos y altamente digestibles.

En otros países como Nueva Guinea, Islas Salomón y Fidji, Nuevas Hébridas, Filipinas, Hawai, etc., es la alimentación básica de estas poblaciones, formando importante parte de las dietas de las clases pobres, quienes sustituyen el arroz por este cormo, utilizando además sus hojas como vegetales. En Egipto se le cultiva desde el tiempo de los faraones. En este último país, Filipinas, Hawai y ciertas islas del Caribe se siembra en extensiones comerciales.

Uno de los platos más famosos elaborados a partir de malanga, es el «poi», típico de Hawai y casi todas las islas del Pacífico. Su preparación se inicia con el lavado, pelado y rayado de la pulpa, enseguida la masa es cocida. Como producto final se obtiene una masa de color café-violeta, de plasticidad y fermentación

variable según el gusto de los consumidores. En Hawai el producto final es vendido en el comercio local en bolsas plásticas o en potes.

Debido a su alta digestibilidad este tubérculo se utiliza mucho como alimento en adultos desnutridos, en personas alérgicas a los cereales, desdentadas o con úlceras gástricas; es muy común su uso en niños convalecientes sometidos a dietas suaves.

De la pulpa carnosa de la malanga se obtiene una harina similar a la de papa y se utiliza en la elaboración de pudines y otros panes.

Las hojas y el pecíolo son sustancialmente más ricos en proteínas, grasas y minerales que el cormo, pero tienen menos de la mitad del contenido de éstos en carbohidratos.

Uso del quequisque (*Xantosoma* sp) en la alimentación humana

Las dos especies más conocidas de quequisque en el país son el *X. Sagittaefolium* y el *X. violaceum*. Es una planta que posee un cormo primario, el cual es más o menos vertical, de donde se forman cormos secundarios, laterales y horizontales, grandes esféricos o cónicos. El quequisque es nativo de los trópicos americanos y se ha difundido por todos los trópicos del mundo, principalmente en el oeste de África; es uno de los primeros cultivos domesticados por el hombre. Si se le cultiva comercialmente, posee un gran potencial debido a sus altos rendimientos (hasta 40 toneladas por hectárea) y a sus cualidades alimenticias.

Como la papa, los cormelos del quequisque pueden consumirse cocidos, fritos en aceite o molerse para obtener harina. En África occidental los cormelos frescos se muelen para producir el «fufu»; también se usa en sopas y en la preparación de caldos espesos. Se le compara con la papa en valor nutritivo; en nuestro país, además de usarse mucho en las sopas, reemplaza a la tortilla y plátano como bastimento, sobre todo en el campo. Contiene, en estado fresco, de 2 a 3% de proteína, pero ésta es deficiente en lisina y en aminoácidos azufrados; aunque no en cantidades apreciables, contiene vitaminas y minerales, pero es sobre todo un alimento energético de buena palatabilidad, aunque los granos de almidón de este tubérculo son largos y no muy digestibles (contrarios a los de la malanga y dasheen que poseen granos de almidón cortos y de mayor digestibilidad). Posee cristales de oxalato de calcio que le dan la característica astringencia antes de cocerlos.

En estudios sobre composición química de diferentes variedades de quequisque (blanco, amarillo y violeta), no se encontraron diferencias significativas en el análisis proximal de cada uno de ellos.

Uso de la yuca en la alimentación humana

La yuca es el cultivo de raíz más ampliamente diseminado y utilizado en el mundo, ya sea para su consumo directo o su industrialización. Se usa en muchas poblaciones como alimento básico, pese a sus limitaciones nutricionales, ya que solo proporciona calorías a través de su alto contenido de almidones, y es deficiente en proteínas, grasas y la mayoría de vitaminas y minerales, más aún que el resto de raíces y tubérculos.



Foto 10. Yuca, cultivo para exportación en la zona de Nueva Guinea (RAA5)

A pesar de poseer factores anti nutricionales muy marcados, en nuestro medio se la consume cocida (eliminando así el factor tóxico), ya sea en las sopas o como parte insustituible del famoso plato típico conocido como «vigorón». Las industrias alimenticias han incorporado la yuca frita en hojuelas, la que tiene gran aceptación, igual que el plátano y las papas fritas; este producto tiene un gran potencial para su exportación a los mercados étnicos de Estados Unidos y Europa y ya se ha convertido en un buen competidor de las papas fritas.

En muchos países las poblaciones respectivas han incorporado esta raíz como el elemento principal de muchas comidas, así se conocen el «casabe» o pan de yuca en Venezuela, el «gari», de extenso uso y consumo en África, la «mañoca» o harina seca que es consumida por las tribus del Amazonas, lo mismo que la «tapioca», el «yare», que es una bebida refrescante también utilizada por algunos grupos del Amazonas.

Industrialmente se obtienen las harinas y los almidones de yuca y en los últimos años la yuca ha demostrado tener un gran potencial como un producto capaz de producir biocombustible gracias a su fermentación, destilación y

obtención de alcohol que se incorpora, mezclado con la gasolina, a los automóviles.

Uso de la malanga (*C. esculenta*) en alimentación animal

Debido a sus características físicas y químicas, la malanga es un producto que puede utilizarse como alimento tanto en animales rumiantes como en monogástricos.

En rumiantes. Su uso en rumiantes (vacunos, caprinos, ovinos) no es común por las siguientes razones:

- a) En la Costa Caribe de Nicaragua la crianza de ganado, de cualquier tipo, no corresponde a una ganadería semiintensiva y menos intensiva, sino que es netamente extensiva, a base de pastos durante todo el año.
- b) No existe ni la práctica ni la costumbre de proporcionar al ganado algún alimento suplementario fuera de los pastos.
- c) El uso de las raíces y tubérculos en la región Atlántica está dirigido a la alimentación humana en primer lugar y luego al engorde de cerdos.

Debido a su bajo contenido de materia seca, los tubérculos, como la malanga, poseen un menor valor por unidad de peso respecto al maíz y el sorgo en la alimentación del ganado. Aparte de su alto contenido de hidratos de carbono en forma de almidón, la malanga es pobre en proteínas, con poco o ningún valor en vitamina A y D y baja en su contenido de minerales. Por tanto su uso en rumiantes y monogástricos es solamente con miras a satisfacer requerimientos energéticos.

Considerando estas deficiencias, la malanga puede combinarse con leguminosas forrajeras (*Cannavalia*, mungo, caupí) ya que son ricas en proteínas, calcio y carotenos. Cuando se utiliza malanga deshidratada, un kilogramo de materia seca de malanga es equivalente a un kilogramo de materia seca de granos como el maíz o sorgo. Sin embargo, como la malanga y demás raíces y tubérculos contienen una cantidad de materia seca menor de la mitad de lo que contiene el maíz ensilado, posee un valor por tonelada mucho menor que éste para la alimentación del ganado. Se ha comprobado que para vacas lecheras 100 Kg de maíz ensilado tienen mayor valor que 200 Kg de estos productos.

Cuando se proporciona al ganado, la malanga debe limpiarse bien eliminando la tierra, disminuirse de tamaño picándola en trozos o cortarla en rebanadas, ya que los animales pueden atragantarse al consumirla entera. Es

recomendable adicionar algún suplemento proteínico sobre los trozos de malanga para conseguir una buena relación proteína: carbohidratos.

En cerdos. Una de las maneras de proporcionar mayor valor al cultivo de la malanga en la producción campesina tradicional en el trópico húmedo, es convertirla en carne de cerdo a través de la alimentación de estos animales con este tubérculo. El cerdo es una especie que requiere grandes cantidades de energía con relación a las cantidades de proteína, sobre todo en su período de engorde, la que puede ser proporcionada por la malanga.

limitada capacidad estomacal para consumir grandes cantidades de malanga fresca debido a su alto contenido de humedad; ello podría obviarse, por lo menos parcialmente, haciendo rodajas del producto y exponiéndolo al sol para disminuir su contenido de agua.

En aves. Se puede suministrar malanga fresca en trozos para que pueda ser picoteada por las aves criadas en los patios, aunque se ha observado que no la consumen en grandes cantidades, probablemente por el ácido oxálico y cristales de calcio que posee.

La producción de harina de malanga (ver más adelante Industrialización de Raíces y Tubérculos) permitiría el uso de este producto para incorporarla en raciones para aves y cerdos. Se han realizado ensayos en los que la harina de malanga puede sustituir hasta 20% y 10% en raciones balanceadas para cerdos y aves respectivamente. También pueden elaborarse pellets u hojuelas de harina de malanga para alimentación de rumiantes, cerdos y aves.

Las hojas de malanga se pueden utilizar en alimentación de rumiantes, ya sea en forma fresca o ensiladas (ver el capítulo IV, Utilización de hojas de raíces y tubérculos como fuentes de nutrientes).

El uso del quequisque (*Xantosoma* sp.) en alimentación animal

Posee las mismas cualidades y limitaciones que la malanga, aunque se le utiliza más en la alimentación humana y muy poco en alimentación animal, excepto en cerdos, aunque en raras ocasiones.

Uso de la yuca (*M. esculenta*) en alimentación animal

Debido a su amplia difusión por el mundo, la yuca es el producto farináceo de mayor utilización en la alimentación animal.

En rumiantes. Es el área en que menos se ha utilizado; no obstante se sabe que la liberación de calorías del almidón de yuca y del nitrógeno de la urea se producen casi al mismo tiempo, lo que reviste gran importancia para el aprovechamiento de compuestos nitrogenados no proteicos en la alimentación de rumiantes.

La harina de yuca se ha utilizado con éxito en raciones sustitutas de leche en la alimentación de terneros; así mismo en raciones para vacas lecheras en sustitución del maíz, notándose solo un incremento en el contenido de sólidos no grasos de la leche. En engorde de novillos la harina de yuca ha sustituido al sorgo, sin ninguna diferencia en el comportamiento nutricional de los animales.

Los rumiantes pueden utilizar la cáscara de yuca y cualquier otro desperdicio proveniente de su industrialización, debido a que soportan grandes cantidades de fibras en su alimentación, aunque lo recomendable es que estos productos, cuando se suministran enteros, deben suministrarse cortados, limpios y picados. Una manera de utilizar eficientemente la cáscara de yuca es sometiéndola al proceso de ensilaje; además de suministrar proteínas, este subproducto es una buena fuente de cenizas y de los minerales calcio, fósforo y hierro. Sin embargo, hay que recordar que la cáscara de yuca contiene ácido cianhídrico y por tanto es necesario que se destoxifique antes de usarla.

Debido a sus características de gran capacidad digestiva y asimilación de nutrientes, si se le compara con otros animales, el cerdo es considerado como la especie doméstica con mejores disposiciones biológicas para convertir en carne y grasa los alimentos que se le suministran. Se puede afirmar que en la cría de cerdos, la yuca constituye un recurso extraordinario debido al máximo aprovechamiento de los carbohidratos de la yuca por parte de estos animales. En nuestro medio la fuente principal para la alimentación de cerdos es el maíz, pero su uso para este fin posee los siguientes inconvenientes: hace que entre en competencia con la alimentación humana, su elevado precio fuera de la temporada de cosecha y su producción poco tecnificada en la mayoría de los casos provoca una baja producción por unidad de superficie. La posibilidad de sustituir maíz por yuca en la alimentación de cerdos se ha probado muchas veces, comprobándose que puede utilizarse como yuca fresca, cocida, seca o en forma de harina, con resultados halagadores. Lo más importante en la utilización de esta raíz en la cría de cerdos, es que tiene que elevarse su valor proteico para equipararse al maíz; mezclas como 90% de harina de yuca y 10% de harina de maní, 85% de harina de yuca y 15% de harina de algodón o harina de torta de palma africana, cumplen ese cometido; también se le puede adicionar harina de sangre y sales minerales.

En aves. Se ha comprobado que el uso de la yuca en forma de harina en la alimentación de pollos de engorde no debe sobrepasar niveles de 10%, por lo menos en las primeras cuatro semanas de vida.

En gallinas ponedoras los porcentajes de harina de yuca que pueden utilizarse en la ración, son mayores, aunque se requiere, igual que en los pollos de engorde, la adición de fuentes de proteínas y minerales.

El uso de la harina de yuca posee la desventaja de su propiedad pulverulenta lo que ocasiona bajos consumos y pérdidas del alimento; ello puede evitarse con la adición de melaza y/o el uso de gránulos o pellets de harina de yuca.

Uso de raíces y tubérculos versus ensilajes de gramíneas en alimentación animal

Si se considera el uso de raíces y tubérculos y gramíneas para ensilaje, ya sea maíz o sorgo, en la alimentación de animales rumiantes, deben recordarse los siguientes aspectos:

a) Las raíces y tubérculos producen mucho más tonelaje por unidad de superficie que un maíz o un sorgo para ensilaje.

b) No obstante lo anterior, el rendimiento en materia seca del maíz o el sorgo es mayor que el de raíces y tubérculos, debido al alto contenido de agua de estas últimas.

c) El costo de producción del cultivo de raíces y tubérculos es mayor que el del maíz o sorgo forrajero, ya que demandan más mano de obra tanto para la siembra como para la cosecha y almacenamiento.

Se puede concluir que debido al menor rendimiento de materia seca y mayores costos de producción, las raíces y tubérculos proporcionan nutrientes a un costo mayor que el maíz o sorgo para ensilaje.

INDUSTRIALIZACIÓN DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS



Foto 11. Raíces de yuca

La posibilidad de industrialización de raíces y tubérculos en nuestro medio se traduce en las siguientes ventajas;

- * La expansión del uso de estos productos en diferentes formas.
- * Conseguir para los mismos un valor agregado que debe reflejarse en mayores ingresos para los productores.
- * Crear nuevos puestos de trabajo e introducir tecnologías apropiadas en el área rural.
- * Evitar pérdidas por deterioro de los productos.
- * Incrementar su uso mediante procesos industriales; recordemos que las raíces y tubérculos no se exportan en grandes cantidades en estado fresco debido a su elevado contenido de agua y por tanto alto peso, lo que incrementa los costos de fletes.
- * Disminuir los costos de transporte al exportar productos ya procesados.

La estrategia de industrialización implica promover medidas que incrementen el uso de esos productos elaborando una amplia gama de alimentos para el consumo humano o como componentes de concentrados para animales.

Las alternativas básicas para la industrialización de raíces y tubérculos pueden ser:

- a) Deshidratación a escala comercial: esta operación permite la obtención de trozos u hojuelas, los que pueden prepararse para alimentación humana (snacks) o para la obtención de harinas y/o almidones.
- b) Su procesamiento como fuentes de materias primas industriales.

c) Su utilización como base para una industria alimenticia para animales, incluyendo la acuicultura.

d) La obtención de biocombustibles, como alcohol, a partir de procesos industriales específicos.

Deshidratación de raíces y tubérculos. La deshidratación consiste en la eliminación del exceso de humedad del producto por diferentes métodos, hasta reducirlo de un 75-80%, a un 12-14% de humedad.

El proceso de deshidratación o secado puede llevarse a cabo a partir de la energía solar (secado al sol) o con el uso de secadores artificiales, los cuales son muy variados. El proceso de secado además de reducir la humedad, presenta las siguientes ventajas:

a) Aumenta su disponibilidad y reduce las pérdidas pos cosecha.

b) Se requiere menos espacio de almacenamiento.

c) Se consigue una mayor duración del producto.

d) Pueden reconstituirse y prepararse rápidamente para el consumo humano.

Los snack u hojuelas de raíces y tubérculos tienen una buena demanda en los mercados de comida rápida y bocadillos; las hojuelas de yuca son las más populares.

Procesamiento como fuente de materias primas industriales. El procesamiento de raíces y tubérculos permite un mayor uso de las mismas. Entre ellos pueden mencionarse:

a) La elaboración de harinas. Actualmente la mayor parte de los suministros mundiales de harinas provienen de los cereales (trigo, maíz, arroz, sorgo); no obstante se han utilizado harinas de quequisque, papa, malanga, como ingredientes de alimentos compuestos para niños de corta edad y en el proceso de panificación. En los trópicos donde no se cultiva el trigo, cuya harina es de gran uso en panificación, las harinas compuestas de raíces y tubérculos ahorrarían buenas cantidades de divisas. En Colombia se llegó a la conclusión de que, aunque las harinas de arroz y maíz eran preferibles como componentes distintos del trigo en las harinas compuestas, la harina de yuca también ofrecía posibilidades técnicas. Se ha demostrado experimentalmente que la producción de pan con harina de trigo diluida hasta en un 30% con otros componentes, es práctica y factible y redundante en beneficios económicos. En Filipinas se ha establecido una planta que convierte diariamente 5000 Kg de camote fresco en harina, con la cual se prepara harina compuesta para panificación; el pan proveniente de esta harina compuesta contiene más

calorías y vitamina A que el pan proveniente solo de harina de trigo y permite un ahorro de divisas.

Cuando se preparan raíces y/o tubérculos para alimentación animal, se usa la «harina integral», que comprende además la cáscara o piel de estos productos.

b) Elaboración de almidones. Se han elaborado almidones de yuca, malanga, quequisque y camote, para diferentes usos industriales. Veamos algunos ejemplos:

- El almidón de yuca, uno de los más demandados, se usa en la industria alimentaria al convertirse por hidrólisis ácida y enzimática en dextrinas y jarabes de glucosa. También se usa mucho en la industria de embutidos.

- Se le usa también en las plantas textiles y en las papeleras.

- El almidón de malanga se usa como diluyente en la industria química de medicamentos y como catalizador en la fabricación de cosméticos como los polvos para la cara, ya que, debido al tamaño de sus gránulos, puede reemplazar perfectamente al almidón de arroz, que se usa comúnmente para estos fines.

- Los almidones pueden también utilizarse como edulcorantes.

Algo sumamente provechoso en la elaboración del almidón a partir de yuca es que todos los subproductos (tallos, hojas, cáscara, cortes de raíces) pueden ser aprovechados. Igual ocurre con el resto de tubérculos en que se utilizan las cáscaras y los productos con daños mecánicos o en mal estado, etc.

c) En la industria farmacéutica tienen variados usos: el ñame contiene sapogeninas esteroides, utilizadas en la preparación de cortisonas; otros tipos de *Dioscorea* son fuentes de diosgenina, un agente químico que sirve para la fabricación de corticosteroides y otros pueden convertirse en intermediarios de la progesterona, usada ampliamente en la fabricación de anticonceptivos. Algunos cultivares de *D. alata* contienen entre 6 y 38% de taninos, que se usan para el curtido del cuero.

d) La glucosa que se obtiene del almidón de raíces y tubérculos, tiene muchos usos: dulces, bebidas, productos farmacéuticos, adhesivos, textiles.

Usos en la industria de la alimentación animal. La forma más común de utilización de las raíces y tubérculos en alimentación animal es en forma de pellets, lo que se logra procesando primero el producto en forma de harina y luego «pelletizándolo», método que consiste en la aglomeración de la harina por presión y calor, aprovechando para adicionarle algunos ingredientes como melaza, urea y sales minerales. El producto que más se ha utilizado en la alimentación de

animales es la yuca, aunque todas las raíces y tubérculos, por la similitud de su composición química, pueden ser útiles para este fin. La yuca y otras raíces y tubérculos han comenzado a utilizarse con buen pie en la acuicultura.

Algo notorio en estos productos es que sus hojas también pueden usarse en la alimentación de animales, aportando cantidades significativas de proteínas, sobre todo las hojas de yuca (ver más adelante en el Capítulo IV: Hojas de raíces y tubérculos como fuentes de nutrientes).

En la Figura 2 se muestra, de manera general, un diagrama de proceso industrial para la yuca, el que, con pocas modificaciones, podría implementarse para el resto de raíces y tubérculos.

Uso en la obtención de biocombustibles. La obtención y uso de biocombustibles es uno de los rubros más prometedores en la nueva rama de la Agricultura llamada Agroenergética. Se conoce que los cultivos más eficientes para obtener biocombustibles, alcoholes, son aquellos ricos en azúcares (caña de azúcar, remolacha azucarera); sin embargo, las plantas altas productoras de almidón, como las raíces y tubérculos, son también fuentes potenciales de azúcares y por tanto de alcoholes; presentan además la ventaja de que algunos de estos cultivos pueden desarrollarse exitosamente en suelos que no son aptos para la caña de azúcar.

Cuando la producción de alcohol ocurre a partir de biomasa rica en almidón, el proceso se desarrolla en tres etapas:

- a) Hidrólisis del almidón a maltosa, por medio de la enzima diastasa, proporcionada por la malta.
- b) La enzima maltasa, secretada por las células de levadura, cataliza la hidrólisis de la maltosa a glucosa.
- c) La enzima zimasa, proporcionada también por la levadura, convierte a la glucosa en alcohol etílico y dióxido de carbono.

La relación de la conversión de almidón a alcohol es de aproximadamente 1.70 a 1.80 Kg de almidón por litro de alcohol.

Es de advertir que el uso de raíces y tubérculos para la obtención de biocombustibles, debe ser aceptado mientras no haga competencia con la alimentación de los seres humanos.

Parafinado de la yuca

Aunque es un proceso muy sencillo, el parafinado de la yuca protege al producto y proporciona, aunque mínimo, un valor agregado.

Después de la cosecha en el campo, la yuca para exportación es seleccionada, lavada, desinfectada y secada; luego viene el proceso de parafinado (la parafina es un subproducto incoloro y sin olor, proveniente de la industria petroquímica que se derrite fácilmente) que consiste en sumergir la yuca en una mezcla de parafina y algún fungicida para evitar que la raíz, al entrar en contacto con el medio ambiente, se deteriore (evitar oxidación, ataque de microorganismos). Con esta medida, el deterioro post cosecha de la yuca puede ser retardado considerablemente, permitiendo prolongar su período de conservación, con un comportamiento fisiológico más estable en comparación con yucas sin parafina, las que se deterioran en mucho menor tiempo.

Al introducir la raíz en la mezcla de parafina con el fungicida, sólo se espera que ésta se seque tras el contacto con el ambiente; después de eso la yuca quedará lista para ser almacenada o consumida. Algo muy importante es que el proceso de parafinado no influye ni en el tiempo de cocción ni en la consistencia y sabor de la yuca.

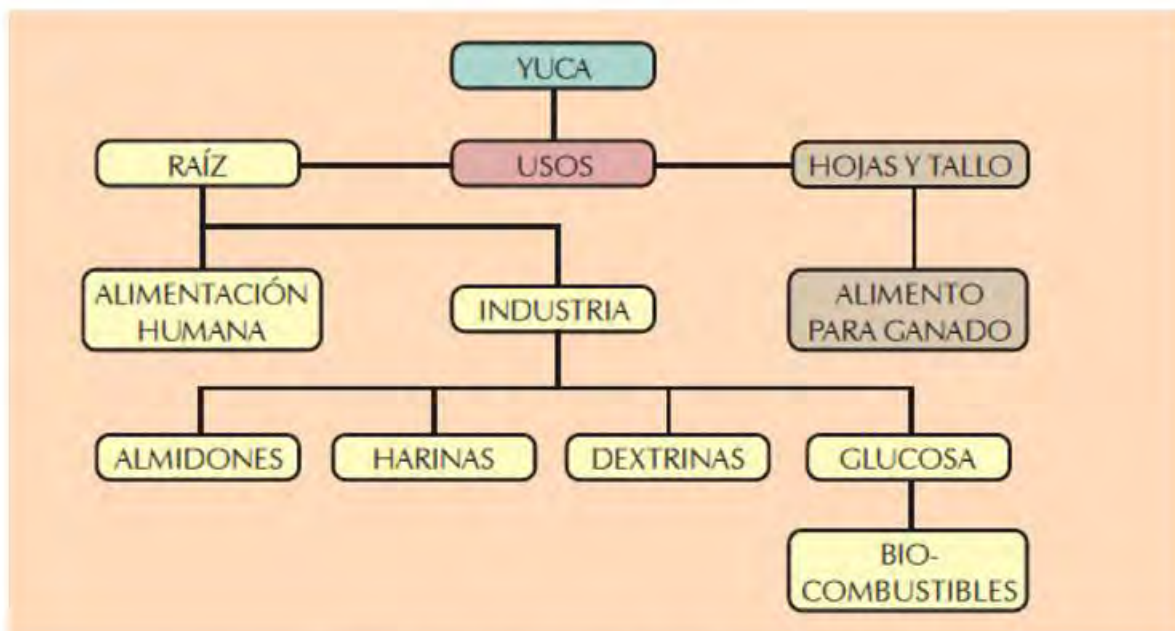


Figura 2. Diferentes formas de utilización de la yuca.

En Brasil se ha desarrollado con mucho éxito el programa proalcohol, que consiste en la obtención de alcohol etílico a partir de caña de azúcar y de yuca, sustituyendo a la gasolina para el transporte hasta en un 20%; en la actualidad más de 14 millones de autos en Brasil utilizan un combustible que contiene 20% de etanol y 80% de gasolina. El etanol posee la ventaja de que, además de aumentar el octanaje, elimina los componentes de plomo tóxico de la gasolina corriente, reduciendo la contaminación ambiental.

El alcohol obtenido de la glucosa proveniente del almidón de raíces y tubérculos, tiene también múltiples usos: bebidas, perfumes, caucho sintético, explosivos, disolventes y varios productos farmacéuticos.

Potencial de producción de raíces y tubérculos

El potencial de producción de estos cultivos en la zona tropical húmeda de Nicaragua es prácticamente ilimitado. Recordemos que la región atlántica,

Cuadro 16. Rendimientos promedio de raíces y tubérculos (Tm/Ha)		
Producto	Rango de rendimiento	Rendimiento promedio
Yuca	15-30	20
Malanga	10-20	15
Quequisque	5-10	7.5

conformada por las dos regiones autónomas (RAAN y RAAS) y el Departamento de Río San Juan, tiene una extensión aproximada de 67,816 kilómetros cuadrados; consideremos a la vez los rendimientos por hectárea de yuca, malanga y quequisque (Cuadro 2) en solo una porción ínfima de toda esa gran extensión, así obtendremos una pequeña idea de la cantidad de productos que pueden obtenerse. Observemos los cálculos de rendimiento de estos cultivos:

Hay que advertir que estos rendimientos promedio presentan cifras conservadoras, ya que la literatura menciona en muchos casos rendimientos mucho mayores; por ejemplo, en ensayos con malanga realizados en Nueva Guinea (RAAS) se encontró que con una fertilización adecuada y encañado del suelo, el rendimiento se incrementó de 26 a 30 toneladas por hectárea. Igual, en la Estación Experimental de El Recreo (RAAS), siempre con malanga, se obtuvieron rendimientos superiores a las 20 toneladas por hectárea suministrando una fertilización adecuada. La literatura reporta rendimientos similares a los antes citados, con cifras de 21 y 30 toneladas por hectárea. Lo anterior indica que este cultivo responde positivamente a una agricultura intensiva.

Respecto a yuca, es fácil obtener actualmente 400 quintales (20 Ton.) por hectárea en zonas como el triángulo minero o Nueva Guinea, sobre todo cuando se hace un buen control de malezas y se fertiliza adecuadamente el cultivo.

Actualmente en Nueva Guinea se obtienen rendimientos de 7 a 10 toneladas de quequisque cuando se tecnifica el cultivo y está exento de enfermedades.

Todos estos cultivos son considerados como de alto rendimiento dada la cantidad de biomasa que de ellos se obtiene; podrían proporcionar los

requerimientos calóricos de la población y servir de base para propiciar un desarrollo sostenible en la producción animal en el trópico, combinados con otros cultivos de la zona que podrían suministrar las proteínas necesarias para elaborar raciones balanceadas, tales como: torta de palma africana, copra de coco, cabeza y conchas de camarones, harina de pescado, etc.

Si consideramos el uso del follaje de estos cultivos, vemos que de la yuca se pueden obtener de 7 a 20 toneladas de follaje (hojas y tallos) y de la malanga y quequisque unas 18 toneladas en cada cultivo. Recordemos que el follaje de yuca (tallo y hojas) tiene, en promedio, un contenido de proteína de 4.5% en base fresca.

IV. HOJAS DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS COMO FUENTES DE NUTRIENTES

Es ampliamente conocido que, entre todos los seres vivos, las plantas verdes representan la fuente más abundante y económica de nutrientes, especialmente proteínas debido a que por medio del proceso de fotosíntesis pueden sintetizar aminoácidos a partir de materiales inorgánicos (CO₂, nitrógeno, agua) utilizando la luz solar como fuente de energía. Los aminoácidos sintetizados fotosintéticamente se polimerizan a formas más estables como las proteínas y se almacenan en esta forma en las hojas, donde alcanzan cifras significativas en los primeros estadios de crecimiento de las plantas; más tarde estas proteínas son utilizadas para formar frutos, semillas u otros órganos del vegetal. Por tanto, el material vegetal tierno es el de mayor contenido proteínico.

Las hojas de diferentes plantas, frescas o preferiblemente deshidratadas, ofrecen una serie de posibilidades como fuentes de nutrientes, especialmente proteínas, ya que gran número de ellas contiene cantidades que, en base seca y dependiendo del estado fisiológico de la planta, son semejantes o superiores a las determinadas en los granos de cereales.

Composición química y valor nutritivo de las hojas de raíces y tubérculos

Las hojas son la parte de la planta viva con mayor actividad fisiológica, destacándose como su mayor logro el proceso fotosintético. Generalmente son ricas en vitaminas y minerales, no poseen carbohidratos, solo en cantidades insignificantes y, aunque no pueden considerarse como ricas fuentes de proteínas, contienen lo suficiente de este nutriente como para suplementar a las dietas basadas solo en carbohidratos, propias de las zonas de trópicos húmedos.

Las hojas, sobre todo las hojas de color verde intenso, poseen cantidades apreciables de vitamina A, lo mismo que de vitamina C y Riboflavina, mientras

que la tiamina se la encuentra solo en cantidades razonables. Si las hojas se someten al proceso de cocción para su consumo, lo más seguro es que la vitamina C se destruya, aunque la vitamina A resiste el proceso de cocción, mientras que las vitaminas del complejo B, por su calidad de parcialmente solubles en agua, pueden perderse en las aguas de cocción.

Los minerales de importancia que se encuentran en las hojas verdes son el calcio, hierro y fósforo, aunque el aprovechamiento de los mismos dependerá del estado en que se encuentren en la planta; por ejemplo, el calcio en forma de oxalatos, como está presente en hojas de malanga, no es soluble y no puede ser absorbido por el tracto digestivo.

El contenido de proteínas en las hojas varía considerablemente; así las hojas de la yuca son altas en proteínas, mientras que las del camote contienen cantidades medias de este nutriente y las del quequisque poseen cantidades aún menores. Igual ocurre con el contenido de aminoácidos. En el Cuadro 17, a modo de comparación, se muestra la composición química de hojas de diferentes especies vegetales, en comparación con hojas de yuca.

Cuadro 17. Comparación del valor nutritivo de varias hojas aprovechables para su consumo (expresado en 100 g de peso fresco)							
Vegetal	Calorías	Proteínas (g)	Vit. A (UI)	Vit. B1 (mg)	Vit. B2 (mg)	Niacina (mg)	Vit. C (mg)
Alfalfa			16,700	0.14	0.40	0.30	215
Acelga (cocida)	21	2.6	8,720	0.06	0.18	0.40	38
Camote (puntas)	15	3.0	125	0.12	0.31	1.50	77
Espinaca	20	2.3	9,420	0.11	0.20	0.60	59
Remolacha	27	20.	6,700	0.08	0.18	0.40	34
Verdolaga	12	1.6	1,370	0.21	0.10	0.60	31
Yuca	53	7.0	10,000	0.14	0.26	1.5	300

Composición química y valor nutritivo de hojas de malanga (*C. esculenta*) y quequisque (*X. saegetifolium*)

Los análisis de las hojas de estas dos plantas se presentan juntos debido a lo cercano, casi idéntico, de su composición química, tal como se muestra en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis químico proximal de hojas de malanga y quequisque (% de peso seco en base de alimento)				
	Malanga		Quequisque	
	Hojas	Parte aérea	Hojas	Parte aérea
Humedad	89.8	83.3	89.0	84.3
Proteína cruda	2.2	3.7	1.8	3.3
Extracto etéreo	0.8	1.2	0.9	1.2
Fibra cruda	1.2	1.9	1.1	2.0
ELN	4.7	7.6	6.0	6.8
Cenizas	1.3	2.3	1.3	2.4
Calcio	0.14	0.01	-	-
Fósforo	0.05	0.01	-	-

Los valores de proteína de estas hojas expresadas como % de materia seca, alcanzan cifras entre 7 y 10%, comparables con las del grano de sorgo o el maíz.

Cuando se destinan para el consumo humano como vegetales verdes, las hojas de malanga o quequisque deben cocerse debido a su alto contenido de ácido oxálico y oxalatos de calcio que proporcionan un fuerte sabor acre que irrita las papilas gustativas. El proceso de cocción debe durar de 10 a 15 minutos hasta que estén suaves; si se prolonga mucho, las hojas se deshacen en una masa pulposa de desagradable apariencia. Ya cocidas, las hojas pueden servirse como la espinaca, con sal, un sazónador liviano, crema o mantequilla. Debido a su buen sabor, generalmente se las prefiere a las espinacas y otros vegetales verdes. Cuando no se van a consumir de inmediato, pueden conservarse un buen tiempo en un refrigerador, guardadas en bolsas plásticas.

La cosecha de las hojas para su consumo como vegetales verdes puede hacerse unas seis semanas después de la siembra, cuando ya han alcanzado cierto grado de madurez. Se pueden cosechar una o dos hojas cada semana sin menoscabar el rendimiento de la planta; cuando son varias hojas las que se cosecharán de una vez, debe hacerse cada seis a ocho semanas. Se recomiendan fertilizaciones con un abono completo y urea después de cada corte.

Cuando los residuos de cosecha de estos tubérculos se destinarán para consumo animal, debe incorporarse el pecíolo, es decir toda la parte aérea de la planta; pueden proporcionarse al ganado picadas y mezcladas con pastos u otros

alimentos bastos; la mejor forma de aprovechamiento de las hojas es sometiéndolas al proceso de ensilaje después de la cosecha de los tubérculos, agregándoles melaza; en este momento se pueden incorporar al ensilaje los tubérculos que han sufrido daños mecánicos, los que son muy pequeños o los que no cumplen los requisitos para consumo humano, reduciéndolos a trozos pequeños. Cuando las hojas se deshidratan, alcanzan valores de proteína aceptables (7 a 10%) y pueden incorporarse a raciones para rumiantes y cerdos.

Los rendimientos de toda la parte aérea de malanga y quequisque se calculan en unas 25 a 30 toneladas por hectárea por año.

Composición química y valor nutritivo de las hojas de yuca (*M. esculenta*)

La hoja de la yuca es una de las de mayor concentración de proteínas entre los vegetales verdes, por lo que la planta entera aporta carbohidratos a través de la raíz y proteínas por medio del follaje.

En el Cuadro 19 se presenta la composición química de las partes de la planta de yuca:

Cuadro 19. Análisis químico proximal de hojas y tallo, hojas frescas y hojas deshidratadas de yuca (% de peso seco en base de alimento)			
	Hojas y tallo	Hojas frescas	Hojas deshidratadas
Humedad	76.9	74.4	10.0
Proteína cruda	4.5	7.7	27.0
Extracto etéreo	1.2	1.3	4.6
Fibra cruda	3.9	7.7	27.1
ELN	1.8	7.1	25.0
Cenizas	1.7	1.8	6.3
Calcio	-	0.17	0.60
Fósforo		0.10	0.35

Fuente: (6).

Como se observa, el contenido de proteínas de la hoja es para considerarlo como una buena fuente de este nutriente, ya que en forma deshidratada, supera a todos los granos de cereales, pastos deshidratados y se la compara con semillas de leguminosas tal como semilla seca de *Canavalia ensiformis* con 31%, semilla seca de *Leucaena leucophala* con 32%, semilla seca de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) con 23%, semilla seca de frijol mungo (*Vigna radiata*) con 22%, semilla seca de haba común (*Vicia fava*) con 25% de proteína.

Otros autores comunican valores proteicos para la hoja de yuca en forma fresca y deshidratada de 7.30 y 28.8% respectivamente (6).

Rendimiento de follaje de yuca

La cantidad de material verde o follaje que se puede obtener de una hectárea de cultivo de yuca, varía de acuerdo a condiciones climáticas, tipo de suelo y métodos de cultivo. A continuación, se expresan diferentes resultados al respecto:

Fuente	Finalidad del cultivo	Rendimiento obtenido Ton/Ha/Año
U. Central de Venezuela	Exclusivo para obtención de follaje	150
Terra*	Cultivo normal (raíces y follaje)	7-20
Silva*	Cultivo normal (raíces y follaje)	30

*Citados en (28).

De acuerdo con los datos del cuadro anterior, y refiriéndonos a los resultados obtenidos en la U.C.V., cuando el cultivo se destina exclusivamente a la obtención de follaje (hojas y tallo) la producción es de unas 150 toneladas por hectárea por año con tres cortes en ese mismo tiempo; si asumimos que posee un 20% de proteína, es factible obtener 35 toneladas de harina de follaje con un 12% de humedad, que a su vez contendrían seis toneladas de proteína. Los resultados de Terra (7 a 20 toneladas/Ha/año) podrían incrementarse obteniendo dos cosechas de hojas en el año; esto último provocaría una baja en los rendimientos de la raíz. En el caso de Silva, reporta que estos rendimientos (30 Ton. /Ha/año) se obtuvieron utilizando herbicidas preemergentes.

El contenido de aminoácidos de las hojas de yuca es aceptable, ya que es rico en lisina, aminoácido deficiente en todos los cereales, aunque bajo en metionina. En el Cuadro 21 se expresan los valores de aminoácidos de hojas de yuca expresados en gramos por 16 gramos de nitrógeno, con el fin de compararlos con el patrón de aminoácidos de la FAO.

Los datos del Cuadro 21 muestran que el contenido de lisina de la proteína de las hojas de yuca, posibilita que este material pueda utilizarse como suplemento de los cereales y de las harinas provenientes de semillas oleaginosas como maní, algodón, soya, las cuales son también limitantes en lisina, pero no lo son en metionina; por tanto una combinación de estos materiales con harina de hojas de yuca mejoraría su valor biológico, ya que ésta es deficiente en los aminoácidos metionina y triptófano y, por el contrario, su alto contenido de lisina sería su mayor aporte a la ración.

Las hojas de yuca también aportan considerables cantidades de vitaminas, ya que por cada 100 gramos de hojas en base fresca se han reportado los

siguientes valores: para tiamina, 0.13 mg; para riboflavina, 0.27 mg; para niacina, 1.6 mg; para ácido ascórbico, 295 mg. En cuanto a minerales, son una buena fuente de calcio; incluso, la relación calcio-fósforo en las hojas es adecuada (2:1).

Las hojas, igual que el resto de la planta de yuca posee las sustancias tóxicas que se mencionaron al tratar sobre la raíz (factores cianogénicos que originan HCN); éstos se pueden eliminar de la hoja mediante la cocción, trituración, secado o calentamiento de las mismas.

Cuadro 21. Contenido de aminoácidos de hojas de yuca, en comparación con el patrón de aminoácidos esenciales de la FAO (g/16 g de nitrógeno)

Aminoácidos	Hoja de yuca	Patrón de aminoácidos FAO
Isoleucina	5.0	4.5
Leucina	8.9	4.8
Lisina	7.2	4.2
Metionina	1.7	2.2
Fenilalanina	5.8	2.8
Treonina	4.9	2.8
Triptofano	1.5	1.4
Valina	5.4	2.2

Fuente: (28)

Industrialización de las hojas de yuca

En la alimentación humana las hojas de yuca se han utilizado consumiéndolas directamente después de cocidas (se incorporan a las sopas); en la industria se usan como ingredientes de sopas deshidratadas y como suplemento de alimentos fortificados.

En el área de la alimentación animal las hojas de yuca tienen amplio uso debido a su alta concentración proteínica; se usa como un suplemento proteico ya sea en ganado lechero, en cerdos o aves. Generalmente se utiliza en forma de harina de hojas, la cual se elabora pasando por un molino las hojas frescas (así se eliminan los factores anti nutricionales), posteriormente se secan y se vuelven a moler para preparar la harina. De esta manera la harina se conserva y se almacena sin ningún problema. Esta harina posee un 18% de proteína y un 10-12% de humedad; con ella se pueden preparar pellets.

En ocasiones se han utilizado también los tallos de la planta, los cuales se muelen, se secan y se mezclan con la harina de las hojas y de sobrantes de las raíces, fortificando a toda esta mezcla con minerales, para usarlos en alimentación de animales (ver Figura 3).

V. LAS MUSÁCEAS (BANANO Y PLÁTANO)



Foto 12. Racimos de plátano híbrido FHIA 21

Las musáceas como banano (*Musa sapientum*) y plátano (*Musa paradisiaca*), son plantas propias de ecosistemas de trópico húmedo, cuyos frutos poseen características químicas muy similares a las raíces y tubérculos cuando aún no han alcanzado su pleno estado de madurez, ya que están conformadas en su mayor parte por carbohidratos en forma de almidones. A medida que avanza el climaterio en estos frutos, los almidones se convierten en azúcares y allí cesa la similitud.

El banano y el plátano son frutas tropicales originarias del sudeste asiático. El plátano se cultivaba en India desde el siglo V A. C. y probablemente desde allí se expandió su cultivo a Malasia, Madagascar, Samoa y Japón. Se cree que fue introducido a África desde el este y el oeste entre los años 1000 y 1500 de la era cristiana. Finalmente llegó a América, primero a las islas del Caribe y luego a Sudamérica, poco después del descubrimiento del continente.

La producción de banano y plátano está concentrada a todo lo largo del trópico húmedo en tres continentes: África, América Latina y el Caribe y Asia. Ambos frutos constituyen una importante fuente de carbohidratos y contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas de esos continentes, variando ampliamente sus formas de consumo en cada país, de acuerdo a sus hábitos alimentarios.

El banano se consume en su gran mayoría fresco y en completo estado de madurez, mientras que el plátano ofrece múltiples oportunidades tanto de consumo como de industrialización, tal como veremos más adelante.

En Nicaragua el cultivo de banano y plátano en forma comercial está concentrado en la franja del Pacífico, principalmente en los departamentos de Rivas, León y Chinandega, donde las condiciones edáficas son muy buenas, pero el cultivo tiene que ser bajo riego debido a los parámetros de precipitación de esa zona, lo que encarece los costos de producción. En el centro del país, Matagalpa y Jinotega, se cultiva en asociación con café, sirviendo como sombra a este cultivo. En los últimos años el plátano se ha expandido como un monocultivo a zonas lluviosas donde no requiere de riego (Jinotega, Nueva Guinea, Matagalpa).

Requerimientos agroecológicos de banano y plátano

En el siguiente cuadro se exponen los requerimientos agroecológicos de estos dos cultivos.

Cuadro 22. Requerimientos agroecológicos de banano y plátano.	
Latitud	Entre los 15° de latitud norte y los 15° de latitud sur del Ecuador.
Precipitación	Desde 1800 a 3000 mm anuales.
Temperatura	Lo ideal es de 27° C, aunque comercialmente puede cultivarse entre 20 a 32° C.
Altitud	La óptima es entre 300 a 400 msnm, aunque puede cultivarse desde el nivel del mar hasta 1500 msnm.
Vientos	Plantas muy susceptibles a vientos. Velocidades del viento mayores a 30 Km/ h, provocan serios daños.
Luminosidad	Plantas con altos requerimientos de luz. Requieren como mínimo 8 a 10 horas de luz /día.
Suelos	Desde arenosos hasta arcillosos, pero con buen drenaje y aireación; pH ideal es de 6.5, aunque prospera en rangos desde 5.5 a 7.5.

El plátano cultivado en la región del Pacífico, sin riego, no recibe los requerimientos hídricos que exige la planta, por lo que se provoca una notable disminución en la capacidad productiva del cultivo y una producción de carácter estacional, que eleva los precios durante la época de escasez (febrero-junio).

Es de suponer que si se siembran banano y/o plátano en sitios con precipitaciones de 3000 mm anuales y ésta es bien distribuida durante todo el año, cualquiera de los dos cultivos no requerirá de riego suplementario, lo que disminuiría ostensiblemente los costos de producción. Pero hay que recordar que a mayores contenidos de humedad en el ambiente, mejores serán las condiciones para que prosperen las enfermedades propias de estos cultivos, tales como la Sigatoca negra (*Mycosphaerella fijiensis*), la Sigatoca amarilla (*Mycosphaerella musicola*) o la punta de puro, causada por los hongos *Verticillium theobromae*, por lo que finalizaría la ventaja de sembrarlos en este ambiente. No obstante, se han creado nuevos híbridos, tanto de banano como de plátano, que son altamente tolerantes, y algunos resistentes, a estas enfermedades, tales son los híbridos creados en la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola), lo que permitiría el establecimiento de plantaciones comerciales en el trópico húmedo de Nicaragua. A propósito de ello, tanto en Honduras como en Costa Rica las grandes plantaciones comerciales de plátano y banano están ubicadas en la zona tropical húmeda, aunque requieren de riego suplementario en los meses secos.

Composición química de banano y plátano

Ambos frutos son muy parecidos en su composición química, aunque, como se mencionó antes, el banano se consume, generalmente, completamente maduro y el plátano más en forma verde.

A continuación, se muestra su composición química, que, como se supone, varía según el estado de madurez de la fruta.

Cuadro 23. Análisis químico proximal de banano y plátano (%)				
	Banano maduro	Banano verde	Banano verde*	Plátano verde
Humedad	80.38	79.14	-	69.14
ELN	16.26	17.91	85.20	24.45
E. etéreo	0.17	0.43	1.9	0.69
Proteína	1.02	0.29	1.3	1.44
F. Cruda	1.09	1.17	6.8	3.08
Cenizas	1.08	1.06	4.8	1.20

*Expresado como % de la M.S.

Las cifras anteriores muestran que estos dos frutos contienen altas cantidades de agua (80% el banano y casi 70% el plátano), carbohidratos en cantidades considerables y cifras muy bajas de proteínas, grasas, fibra cruda y cenizas. Cuando se observa la composición química del banano en base seca, la fracción carbohidratos es la que predomina grandemente (más de 80% de la materia seca), ya sea en forma de almidones (estado verde) o azúcares (banano maduro); similar patrón se obtiene para el plátano, aunque con mayores cantidades de almidones.

Diferencias entre banano y plátano

Estas dos plantas, ambas de la familia de las musáceas, difieren, aunque poco, tanto morfológicamente como en su composición química, predominando en el plátano los almidones.

Todo hace indicar que en el plátano la hidrólisis de almidón a azúcar y la desaparición de la acidez al madurar, procede de una tasa de hidrólisis más baja que en el banano y a eso se debe que hasta en una etapa muy avanzada de madurez, el plátano tiene comparativamente más almidón y pulpa ácida.

A pesar de ello, observamos que la composición química de ambos frutos es muy similar (Cuadro 23).

Factores anti nutricionales

Se sabe que, para consumo humano, el banano se consume en pleno estado de madurez o cocido si no lo ha alcanzado, mientras que el plátano, cuando se va a consumir verde, se somete siempre a un proceso de cocción o de fritura. Cuando se consumen de estas maneras no ocasionan ningún daño ni problema.

No ocurre lo mismo cuando cualquiera de estos dos frutos se suministran en forma fresca, verdes, en la alimentación de humanos y animales. Cuando son estos últimos los que lo consumen, lo hacen en menores cantidades, sobre todo cerdos y aves, ya que ambos poseen un fuerte sabor amargo y astringente; los rumiantes no parecen ser afectados. Este sabor amargo se debe al alto contenido de taninos en la fruta, los cuales también deprimen la digestibilidad de la proteína en las raciones.

Todo hace indicar que el total de taninos en el banano y plátano permanece constante durante el proceso de maduración, y la pérdida o reducción de astringencia que proporciona el sabor amargo, se asocia con un cambio en la forma química de los taninos. Se sugiere que los taninos se encuentran en el banano y plátano en dos formas:

- a) Como taninos libres o activos, que imparten el fuerte sabor amargo a la fruta.
- b) Como taninos ligados (tanatos vegetales) los cuales son insolubles, inertes y con poco o ningún efecto en la palatabilidad.

Durante el proceso de maduración, el nivel de taninos libres disminuye gracias a que los taninos se ligan lentamente en forma insoluble. Se ha comprobado que el nivel de taninos libres es mucho mayor en la cáscara que en la pulpa de la fruta, pero disminuye en ambas significativamente cuando la fruta está suficientemente madura y lista para su consumo.

Tanto el proceso de cocción como de fritura, así como la deshidratación al sol u otros métodos de secado, eliminan el sabor amargo.

Uso de banano y plátano en la alimentación humana

Estas dos frutas son de amplio consumo a nivel mundial, aunque con diferente punto de apreciación: mientras los países de América del Norte y Europa consideran al banano como una fruta exótica digna de un buen postre, en África, América Latina y el Caribe es considerado, junto con el plátano, como un componente esencial en la dieta diaria y uno de los alimentos que aporta mayor cantidad de calorías a la misma.

Debido a que se cultivan exclusivamente en las zonas tropicales del mundo, son considerados como cultivos de exportación, principalmente el banano, aunque en los últimos años el plátano se ha convertido también en un cultivo generador de divisas, ya que está siendo ampliamente demandado por los mercados étnicos de Norteamérica y Europa.

El banano maduro es un alimento muy favorable a la digestión, ya que facilita la secreción de jugos gástricos por lo que es empleado en dietas de personas afectadas por trastornos gastrointestinales, lo mismo que en alimentos para niños de corta edad. Igual que el plátano, el banano posee un alto valor energético (85-100 kilocalorías por 100 gramos) y es una importante fuente de vitaminas (B y C), tanto como el tomate o la naranja, además de poseer ambas frutas buenas contenidos de sales minerales como hierro, fósforo, potasio y calcio.

Actualmente se cuenta con variedades de banano llamadas de cocción, las cuales son consumido por millones de personas en África y América Latina como un importante complemento dietético; entre los bananos de cocción mejorados sobresalen el FHIA-25, de alto rendimiento (produce de 245 a 270 dedos por racimo) y resistente a Sigatoca negra y a nemátodos; el FHIA-03, es un banano rústico de cocción, propio para huertos caseros y con un período prolongado de cosecha, produce entre 190 y de 220 dedos por racimo, es resistente al Mal de Panamá, Sigatoca negra y Marchites bacteriana (Moko); el FHIA-01, también es un banano rústico para huertos caseros y para proceso, con un número de dedos por racimo entre 130 y 160, es resistente a Sigatoca negra y a las tres razas del Mal de Panamá.

Existen otros tipos de bananos mejorados, como el FHIA-23, el cual es un banano para postre (tipo Gross Michel) que produce de 200 a 240 dedos por racimo y es tolerante a Sigatoca negra y resistente al mal de Panamá y moderadamente resistente a ciertos tipos de nemátodos.

Los plátanos que podrían introducirse en el trópico húmedo de Nicaragua son: el FHIA 21, un plátano de alta producción (70 a 80 dedos de buen tamaño por racimo después de «desmanado»), resistente a Sigatoca negra y al Mal de Panamá, aunque susceptible a nemátodos; el FHIA 20 y FHIA 22 son muy similares al FHIA 21 y son materiales aptos para cultivarse en las condiciones de trópico húmedo; todos ellos pueden consumirse cocidos y son excelentes para procesamiento.

Entre los materiales criollos que se poseen en Nicaragua está el banano manzano (Lady Finger) el cual es de dedos cortos y gruesos, pulpa blanca o amarillenta, muy dulce, aromático, de cáscara delgada y delicada, el cual podría convertirse en un producto de exportación como banano para postre; otros materiales propios para cocción son el guineo cuadrado (por poseer cuatro aristas) y los guineos «caribes» (verde y morado).



Uso de banano y plátano en alimentación animal

Considerando que en las zonas de trópico húmedo se pueden cultivar las musáceas sin requerimientos de riego y que, debido a su gran número y propiedades (bananos, plátanos, plátanos híbridos, materiales criollos), se puede hacer uso de varias de ellas para destinarlas a la alimentación de animales.

No obstante, debe conocerse el valor nutritivo de los mismos. Se tiene experiencias en alimentación animal, con el banano considerado de rechazo para exportación, y se puede asegurar que el comportamiento del resto de musáceas con respecto a su aprovechamiento por los animales, es igual o muy similar.

El banano es una fruta hipoproteica, por lo que no debe considerarse como una fuente de proteínas; la fruta fresca contiene solo de 1 a 1.3% de proteína, mientras que en base seca estos valores fluctúan entre 4 y 5%, ya sea en estado verde o maduro o en forma de harina. Es muy probable que parte de esa proteína esté ligada a taninos y por tanto sea de baja disponibilidad biológica. Lo anterior indica que debido a su bajo contenido proteico y alto contenido de humedad, el banano y resto de musáceas deben suministrarse a los animales, principalmente cerdos y aves, acompañados de un buen suplemento proteico para que puedan hacer buen uso de las mismas.

Al observar la composición química del banano, y ello puede extenderse al resto de musáceas, se hace evidente que es un alimento altamente energético. Su alto contenido de almidones o azúcares, dependiendo del grado de madurez, que constituyen casi el 80% de la materia seca, hace que posean una alta digestibilidad y sean rápidamente aprovechados por los animales.

Aunque considerados como una buena fuente de energía, las musáceas no igualan y menos superan el valor energético del maíz; el nivel de energía metabolizable de cualquiera de los tipos de presentación del banano (maduro o

verde, entero o en forma de harina) es, en promedio, de 3,200 Kcal/Kg de MS, contra un valor de 3,800 Kcal/Kg de MS del maíz.

Si se comparan las musáceas con los granos de cereales, que son los alimentos energéticos por excelencia, veremos que, además de su menor valor calórico, presentan las siguientes desventajas:

- a) El alto contenido de humedad de los frutos en estado fresco.
- b) El estado de madurez de las mismas.

El alto contenido de humedad ocasiona que en los animales monogástricos, principalmente el cerdo, debido a la limitada capacidad física de su estómago, no puede consumir la suficiente cantidad de materia seca para satisfacer sus requerimientos energéticos, por lo que se hace necesario suministrarles energía en forma adicional (casi siempre melaza de caña).

Respecto al grado de madurez, si se suministra a cerdos banano verde a voluntad, éste es rechazado por el animal, mientras que si se suministra banano maduro, puede consumirlo en cantidades considerables, hasta el doble de la ingesta de banano verde; se sabe que estas diferencias en consumo se deben exclusivamente a la mayor palatabilidad del banano maduro y no a diferentes valores energéticos, los cuales son muy similares.

En cuanto al consumo de banano maduro con y sin cáscara, se ha comprobado que cuando se suministra banano maduro entero, el cerdo consume primero la pulpa, dejando de lado la mayor parte de la cáscara. Si la cantidad ofrecida excede la capacidad diaria de consumo, el animal tiende a consumir más pulpa y menos cáscara. Sin embargo, si se controla el total de consumo diario, ingerirá tanto pulpa como cáscara.

Gracias a sus características químicas y físicas, las musáceas pueden servir de alimento tanto a animales rumiantes como monogástricos, aunque con ciertas limitaciones para estos últimos.

En rumiantes. En los rumiantes no se ha observado que el banano y resto de musáceas, en cualquiera de sus formas, incluso verdes, sean rechazados, sino que los consumen con gran aceptación, por lo que se consideran una buena fuente de energía para estos animales, ya sea ganado de engorde o lechero.

En cerdos. En estos animales las musáceas pueden utilizarse en forma fresca o maduras, con la salvedad de que no se use como única fuente de energía; el banano se ha utilizado en los cerdos en cualquiera de las etapas de su ciclo de vida, aunque no se recomienda en cerdas lactantes, ya que éstas no podían consumir cantidades adecuadas de banano fresco para satisfacer sus requerimientos energéticos y por el efecto laxante que se ha observado cuando las cerdas consumen cifras de 14 a 15 kilogramos de banano maduro.

Cuando se usa harina de banano en sustitución de maíz en dietas para cerdas, la harina puede suplir hasta el 40% de la dieta sin afectar el comportamiento reproductivo de las cerdas.

En aves. Tanto en forma verde como maduras, las musáceas pueden suministrarse a las aves de corral cuando se crían en patios; comerán solo lo necesario. Se ha comprobado que las harinas de banano incorporadas en raciones para pollos, deprimen su crecimiento y reducen significativamente la eficiencia de utilización del alimento, pero se afirma que a niveles no mayores de 10% la harina de banano verde sin cáscara puede sustituir al maíz, sin que ocurran cambios en el aumento de peso y utilización del alimento en estas aves.

Industrialización de banano y plátano

Gran parte de la producción mundial de banano proviene de países de América del Sur y Centroamérica y de los países africanos y casi toda la producción se dedica para la exportación; se consume en su gran mayoría fresco maduro, aunque se utiliza también en la elaboración de alimentos infantiles, dulces, helados, vinos y licores, etc.

Las plantas procesadoras donde se selecciona y empaca el banano descartan para exportación aquellas frutas que no alcanzan un óptimo estado de madurez, las que no tienen el tamaño adecuado (muy grandes o muy pequeños), las que tienen ligeros golpes o magulladuras, piquetes de insectos, manchas o malos olores; es el denominado banano de rechazo. Este producto permite su uso en los mercados locales, tanto para la alimentación humana como animal, abriendo otra oportunidad de utilizar al máximo el recurso tierra y la cosecha que se obtiene.

La Figura 5 presenta las posibilidades de utilización del banano de rechazo obtenido de las plantas procesadoras.

En cuanto al plátano, las posibilidades de industrialización son mayores, ya que su consumo es menor que el del banano y su mercado más reducido, porque solo se consume cocido o frito en estado verde y pocas veces maduro; esto pone a disponibilidad de la industria un producto abundante y con muchas opciones de transformación.

Las frutas de plátano que son inapropiadas para los exigentes estándares de los mercados de exportación pueden ser procesadas en diferentes formas, o dedicar la producción, cumpla o no con las normas de exportación, para su proceso e industrialización y luego exportación a los mercados internacionales. Se puede usar en estado verde o maduro y tiene mucha aceptación en cualquiera de las dos formas.

Las posibilidades de industrialización del plátano son muchas, aunque hay que advertir que en el proceso no se ha podido mecanizar la etapa de pelado, ya que la forma alargada, arqueada y blanda y los diferentes tamaños de la fruta, no lo permiten.

Entre las muchas posibilidades de industrialización del plátano están:

- a) Elaboración de harinas; se pueden utilizar en la elaboración de alimentos para humanos o en alimentación animal.
- b) Hojuelas (snacks) de plátano frito; es uno de los productos de mayor demanda.
- c) Elaboración de tostones (patacones) para consumo inmediato, o:
- d) Tostones congelados.
- e) Con plátano maduro se pueden elaborar tajadas fritas, maduros horneados, tostones maduros, empanadas, etc.

Las industrias hondureña y colombiana de plátano procesado acaparan gran parte del mercado internacional. A continuación se muestra el diagrama de flujo y se describen los procesos básicos para elaboración de tostones prefritos y harina de plátanos.

Tostones prefritos. Primero hay que describir el producto que por cierto tiene una muy buena demanda: se elabora a partir de trozos de plátano verde,



Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de tostones prefritos (arriba) y harina de plátanos (abajo)

los que se someten a fritura, se presan dándoles forma achatada y redonda y luego se vuelven a freír, obteniéndose al final un producto de coloración amarillo-dorada y de textura crujiente. Los pasos a seguir para su elaboración son:

Materia prima a usar:

a) plátanos verdes que hayan alcanzado desarrollo fisiológico, con cáscara verde, firmes.

b) Grasa vegetal: con bajo punto de fusión, resistente a oscurecimiento, a hidrólisis y a oxidación, sin formación de espuma o reutilizable.

Equipo requerido:

a) Mesas de selección.

b) Tanques de lavado (inmersión o aspersion).

c) Cuchillos.

d) Freidor.

e) Centrífuga.

f) Prensas para dar forma (manuales o semiautomáticos).

g) Congelador (túnel de congelación IQF)

h) Selladoras de bolsas.

i) Cuarto frío.

Proceso a seguir:

a) Selección: escoger frutos con similares grados de maduración, separar los muy maduros o poco desarrollados, lo mismo que los que presenten defectos como roturas, daños por cortes profundos, daños causados por hongos o bacterias, etc.

b) Lavado: puede hacerse por inmersión o aspersion, con el fin de eliminar basuras y todo tipo de materiales extraños, insectos, látex, etc.

c) Pelado: se hace manualmente, debe quedar la pulpa limpia, sin restos de cáscara y látex. El pelado puede facilitarse sumergiendo los plátanos enteros a un escaldado por dos a tres minutos en agua a 95° C; esto último facilita la remoción de la cáscara, pero incrementa los costos. Con buenos «peladores» se pueden preparar cerca de 1000 Kg con 10 obreros; se ha demostrado que la mujer posee más habilidades para esta tarea.

d) Troceado: se corta la fruta transversalmente en pedazos de 2-3 cm de ancho.

e) Fritura: consiste en alcanzar la gelatinización del almidón de los trozos de plátano por su exposición al aceite vegetal a altas temperaturas (150 - 160°

C) mediante inmersión en el mismo por 2-3 minutos; todo esto se alcanza con la práctica continua.

f) Centrifugación: tiene por objeto eliminar el exceso de grasa superficial del producto con el objeto de recuperar la mayor cantidad posible de grasa, así se obtiene un producto con muy poca grasa superficial.

g) Prensado: se realiza con el fin de dar forma redonda y achatada al producto prefrito, hasta reducir su espesor en un 50-60%; así se obtiene un «tostón» de unos 7-8 cm de diámetro y aproximadamente 1 cm de grueso.

h) Congelación: el producto prensado y con la forma adecuada debe ser congelado rápidamente; esto favorece la formación de pequeños cristales de hielo, se evitan daños a la estructura física del producto y la liberación de agua en el proceso final de fritura.

i) Empaque: ya congelado, el producto se empaca al vacío o en bolsas de polietileno.

j) Almacenamiento: el sitio de almacenamiento debe estar congelado a una temperatura inferior a los 18° C; así el producto conserva su calidad.

Harina de plátanos. Tiene muchos usos en la industria alimenticia para seres humanos y en la de animales. A continuación, una descripción breve del procedimiento básico para su obtención.

Proceso a seguir:

a) Pelado: de forma manual.

b) Inmersión: se sumergen los plátanos pelados en una solución de dióxido de azufre al 1% por cinco minutos, con el fin de evitar oxidaciones y cambios de color de la fruta.

c) Troceado: se cortan los plátanos pelados (con cuchillo o con máquinas troceadoras) en trozos pequeños, rodajas o cubos; se realiza esta operación para facilitar el proceso de secado.

d) Secado: se hace en patios de secado recubiertos con plástico o en secadores de bandejas. Se lleva a humedad de 12%.

e) Molienda: generalmente se usa un molino de martillo con cernidores que alcanzan el grado de finura necesario para la obtención de harina.

f) Cernido: operación que se realiza para homogenizar los diferentes tamaños obtenidos en el molino.

g) Empaque: la harina se empaca en bolsas de polipropileno o celofán, debidamente selladas.

h) Almacenamiento: debe ser un ambiente seco, limpio, sin insectos y libre de malos olores y otros contaminantes.

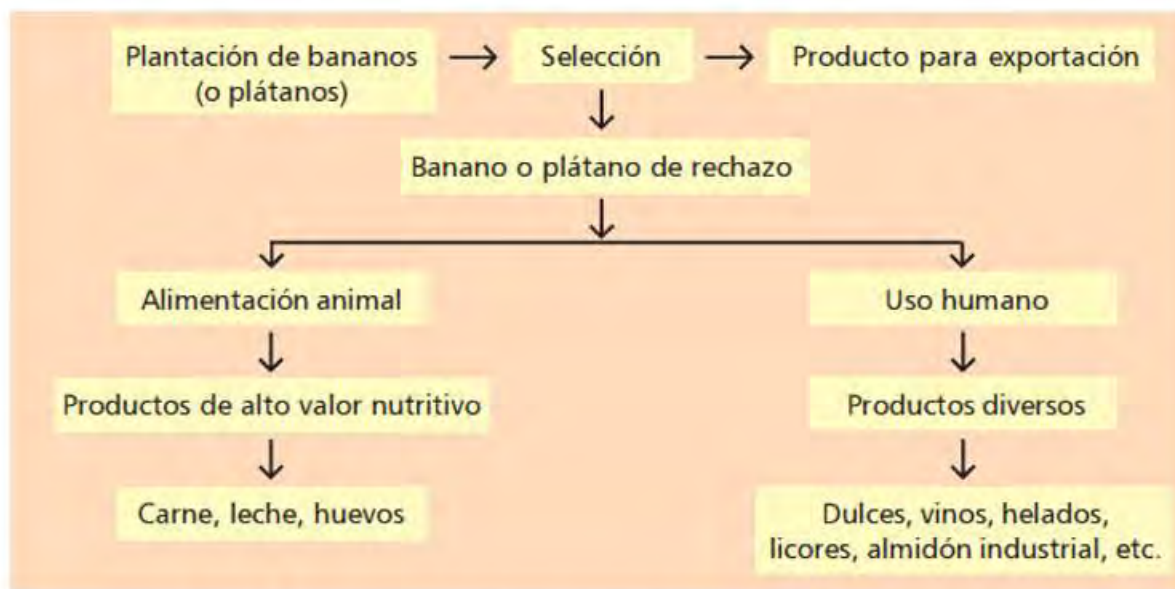


Figura 5. Posibilidades de utilización de banano y plátano de rechazo

Potencial de producción de musáceas en el trópico húmedo

Considerando la casi inevitable presencia de enfermedades como Sigatoca, Mal de Panamá y otras, el cultivo exitoso de banano y plátano a escala comercial en la zona del trópico húmedo tendría que incluir necesariamente métodos efectivos de prevención y control de las mismas. Una manera de enfrentar estos organismos patógenos con más ventaja sería el uso de materiales resistentes como los híbridos de la FHIA mencionados anteriormente y luego buenas prácticas agrícolas.

Como ejemplo de potencial de producción en plátanos en el trópico húmedo, se puede señalar al FHIA 21, plátano que puede sembrarse a una densidad de población de 1,600 plantas por hectárea (en forma permanente), ello significaría que se contaría con 1600 racimos con un promedio de 75 dedos/racimo, lo que arrojaría rendimientos de 120,000 dedos/hectárea, con un peso individual por dedo entre 250 y 350 gramos (300 gramos como promedio), es decir 36,000 Kg de plátano fresco por hectárea, que podrían dedicarse a la alimentación humana, para animales o para su procesamiento.

Si se usara el banano FHIA 25, banano de cocción, para alimentación humana, el potencial de producción sería: 1,111 plantas por hectárea (3 x 3 m), es decir 1,111 racimos con un promedio de 250 dedos/racimo o lo que es decir

277,500 dedos/Ha; con un peso individual por dedo entre 100 y 150 gramos (125 gramos como promedio), tendríamos cifras de 34,687.50 Kg de banano para cocción por hectárea. Hay que señalar que las manos de los racimos del FHIA 25 maduran en forma secuencial, lo que permite cosechar frutos durante varias semanas.

Existen algunos materiales criollos que pueden utilizarse tanto para consumo humano como para alimentación de animales, por ejemplo:

El guineo «pílipita», es una planta de porte alto y robusta (4-5 m de altura), con un racimo mediano que pesa 15 a 20 Kg, posee en promedio 7 manos con 10-12 dedos/mano, para un total de 70-84 dedos/racimo. Es una planta resistente a sequía, al Mal de Panamá, prospera en todo tipo de suelos, desde zonas secas a otras con mucha precipitación; se usa mucho como sombra en cafetales y en cacaotales.

Su mayor desventaja es su ciclo de producción que es largo, tardando unos 300 días de emergencia a floración y 148 días de floración a madurez fisiológica, para un ciclo total de 398 días como promedio.

El guineo «cuadrado», es de porte medio (2.5 a 4.0 m de altura); produce un racimo mediano (65-70 cm de largo), con peso de 12 a 17 Kg, tiene en promedio 6 manos con 12 dedos/ mano, para un total de 72 dedos/racimo. Los dedos poseen 4 aristas y son gruesos. Es un clon resistente a sequía y a los vientos, se adapta a todo tipo de suelos. Posee un ciclo largo (12-15 meses).



Foto 14. Racimos de «guineo cuadrado»

Utilización de hojas de banano y plátano en alimentación animal

Las musáceas son plantas herbáceas, compuestas por un tallo subterráneo llamado cormo o rizoma, un seudotallo aéreo y una corona de hojas; más tarde

se producen las flores y luego el racimo. Al momento de cosecha de estas plantas, se genera una cantidad considerable de biomasa, la que tiene la ventaja de ser recogida junto con la fruta, puesto que debe cortarse la planta en cosecha, para que se genere una nueva planta. Una planta de plátano o banano, de porte grande, al momento de cosecha debe pesar en promedio unos 100 Kg, los cuales se reparten así: 15 Kg de hojas, 50 Kg de seudotallo, 33 Kg de frutos y 2 Kg de raquis. De todo lo anterior, solo un 33%, los frutos, son aprovechados por el hombre; el resto, 67%, se consideran como desechos y se utilizan como abono orgánico incorporándolos al suelo o simplemente se botan. En algunas ocasiones

Cuadro 24. Rendimiento de diferentes partes de la planta de plátano (Ton/Ha)

Parte	Seudotallo	Hojas	Tercio superior
Materia verde	50.43	9.16	25.97
Materia seca	3.18	1.87	2.48
Proteína bruta	0.16	0.20	0.26-0.23

Fuente: (21)

estos residuos se proporcionan al ganado en la época seca y son considerados como un alimento succulento gracias a su contenido de agua. Como puede verse, el volumen que generan estos residuos es grande, por lo que su deshidratación y molienda sería una práctica recomendable para su más fácil manejo y utilización, ello si lo amerita su composición química y valor nutritivo, por lo que amerita conocerse con más detalle para aprovecharlas mejor. En el Cuadro 24 se muestra el rendimiento promedio, en toneladas por hectárea, de materia verde y materia seca de los residuos del plátano.

Como se observa, el rendimiento en materia seca de los subproductos de la cosecha de plátanos es bajo, debido al gran contenido de agua de sus tejidos.

Composición química de residuos foliares de musáceas

La intención de utilizar los residuos de musáceas, principalmente banano y plátano que son los dos cultivos más intensivos de esta familia de plantas, ocurre desde hace muchos años y se han hecho varios esfuerzos para conocer su composición química. A continuación, se presentan resultados de la composición química de residuos foliares de plátano que corresponden al tercio superior del seudotallo y las hojas, secos y molidos, es decir en forma de harina.

Cuadro 25. Análisis químico de residuos foliares (harina) de plátano (%)				
	Promedio	DE (+ -)	Valor mínimo	Valor máximo
Materia seca	92.76	0.79	91.78	93.71
Cenizas	12.79	1.72	11.31	15.94
E. etéreo	3.80	0.38	2.49	4.23
Fibra cruda	42.24	1.88	40.15	43.96
Nitrógeno	1.56	0.23	1.19	1.85
Energía bruta (MJ/Kg MS)	16.93	0.87	15.66	17.83

Fuente: (21)

Las cifras anteriores muestran que este subproducto es alto en cenizas, debido probablemente al alto contenido de potasio del seudotallo y hojas del plátano; pese a ello los valores de energía bruta no son tan bajos y puede deberse a lo que aporta el extracto etéreo. Si destaca el valor de fibra bruta, lo que indica el uso de estos materiales más para rumiantes que para monogástricos, aunque se tienen experiencias de Cuba de usar la harina de residuos foliares de plátano en alimentación de cerdos.

Los valores de nitrógeno muestran cifras promedio de 9.75 como % de proteínas (1.56×6.25); algo interesante es que la fracción nitrogenada contiene un 74% del nitrógeno, como nitrógeno alfa-amino y que el 72.8 del nitrógeno está contenido en los aminoácidos; ello confiere a la harina de residuos foliares de plátano características de una buena fuente de proteínas, no obstante el 66% de este nitrógeno está asociado a una fracción insoluble de la fibra, por lo que su aprovechamiento es más fácil para rumiantes.

Se puede concluir que en las épocas secas cuando se incrementa la carencia de pastos, se pueden usar residuos de la cosecha de plátanos o bananos para la alimentación del ganado. Para manejar con más facilidad estos subproductos lo más práctico es su secado cuando las condiciones climáticas lo permitan, y más tarde molerlos para almacenarlos. El uso de fuentes de energía que no sea el sol resultaría prohibitivo debido al alto contenido de agua de estos materiales.

VI. EL ÁRBOL DE PAN



Foto 15. Follaje y frutos del *Artocarpus altilis*

El árbol del pan o fruta de pan (*Artocarpus altilis*), es originario de la península de Malasia, las Molucas y Polinesia; fue introducido a América (islas del Caribe) por los ingleses en 1793. Pertenece a la familia *Moraceae*; es un árbol de 8 a 10 metros de altura cuando se cultiva y de 10 hasta 25 metros como vegetación natural en sus zonas de origen, con un tronco recto y firme que sostiene un ramaje abundante y redondeado, posee lactíferos con un látex viscoso. El nombre de «fruta de

pan» se origina por el uso que se da al fruto, el cual se usa como sustituto del pan en muchos países tropicales. Otros nombres con que se le conoce son: breadfruit, fructa pao (Brasil), guampano (Colombia), pan de pobre, pandisho (amazonía peruana y brasileña), mazapán (Guatemala). En nuestro país se le llama fruta de pan al árbol que no presenta semillas en el fruto y castaña o castaño al que presenta frutos con semilla.

Requerimientos agroclimáticos

Es un árbol estrictamente tropical en cuanto a sus exigencias climáticas, es decir de clima caluroso y húmedo, que prefiere temperaturas cercanas a los 28° C y precipitaciones de 2000 mm anuales o más; crece bien a alturas menores a los 500 - 700 metros sobre el nivel del mar y se adapta a diferentes tipos de suelos, desde profundos y bien drenados, hasta con drenaje imperfecto. Se le encuentra con frecuencia y en número abundante en la región Atlántica; en el Pacífico crece en aquellas regiones donde, aún en el verano, los suelos conservan suficientes reservas de agua o se cuenta con riego; en esta región se le utiliza más como ornamental (sombra) que para el aprovechamiento de sus frutos.

Cuadro 26. Requerimientos agroclimáticos del árbol de pan (<i>Artocarpus altilis</i>)	
Precipitación	De 2000 mm anuales a más.
Temperatura	Desde 25 a 33° C.
Altitud	Desde el nivel del mar hasta 700 m de altura.
Suelos	Posee un amplio rango de adaptación de suelos y valores de pH.

Desde el punto de vista de alimentación es el fruto la parte importante del árbol del pan, el cual comienza a fructificar a los 4 o 5 años de sembrado (antes si es injertado) y rinde dos abundantes cosechas al año. En la Costa Atlántica de Nicaragua fructifica durante los meses de marzo y abril y luego en agosto hasta octubre y prácticamente produce cosecha durante todo el año; en el Pacífico la producción se inicia a principios de la estación seca. Se calcula que cada árbol puede producir desde 150 hasta 200 kilogramos de frutos anualmente.

Se conocen dos especies cultivadas de árbol de pan: la una sin semillas o insemínifera y la otra con semillas en el fruto o seminífera; las dos se encuentran en el litoral atlántico nicaragüense. Su reproducción puede ser asexual (insemínifero) o por semillas (seminífero).

Composición química y valor nutritivo del fruto del árbol de pan

En el árbol de pan sin semillas el fruto, en realidad una infrutescencia, es de forma redondeada, cubierto por una cáscara verde con numerosas puntas de forma cónica, su interior está compuesto por un grueso endocarpio de color amarillo pálido, que es carnosos y nutritivo; su tamaño varía de 10 por 15 centímetros a 12 por 17 centímetros y a veces más y pesa unos 1.5 kilogramos. La composición del fruto es de un 22% cáscara, el 10% corazón y el resto, 68%, pulpa.

En la especie con semillas, éste tiene forma más ovoide que redondeada, su tamaño es un poco mayor, 17 x 15 centímetros aproximadamente y su peso de 1 a 1.3 kilogramos; el número promedio de semillas por fruto es de unas 60 a 65. La composición del fruto es de un 48% semillas, 22% cáscara, 10% corazón y el resto, 20%, pulpa. Como se observa, en la composición del fruto con semilla, son éstas las que predominan.

Este fruto pasa por cuatro fases de maduración y son: ácida, azucarada, intermedia y de putrefacción. La primera fase es cuando los frutos tienen la corteza de color verde intenso y sufren un aumento de volumen y mayor concentración de ácidos orgánicos, taninos y almidones.

Para el análisis bromatológico de este material, se recolectaron seis muestras de fruta sin semilla, provenientes de las regiones autónomas, tres en la RAAN y tres en la RAAS, todas en su fase ácida. En el siguiente Cuadro se presentan los resultados de dicho análisis, en el que se incluyeron fruta entera, pulpa de la fruta y cáscara de la fruta.

Cuadro 27. Análisis químico proximal de frutos enteros, pulpa y cáscaras del fruto del árbol de pan (% en base seca)

Componente (%)	Fruta entera	Pulpa de la fruta	Cáscara
Humedad	10.30	12.80	10.10
Cenizas	5.07	3.20	5.85
E. etéreo	1.90	1.11	2.05
Fibra cruda	4.40	3.93	8.14
Proteína	7.60	5.50	7.30
ELN	69.74	72.58	65.96
Calcio (mg/100g)	130	52	148
Fósforo (mg/100g)	185	101	158

Fuente: (47)

De acuerdo con las cifras del cuadro anterior, el fruto del árbol de pan es un alimento netamente energético, rico en carbohidratos con cantidades bajas de proteínas, grasa y fibra cruda. Por lo que se sabe, estos carbohidratos son altamente aprovechables por humanos y animales. No es despreciable el contenido de los minerales de calcio y fósforo. En las regiones autónomas norte y sur, la población consume este fruto de diferentes maneras, siempre en estado de maduración ácida (verdes) también obtienen una excelente harina la cual preparan cortando el fruto en rodajas finas que se ponen a secar al sol y luego se pasan por un molino; la utilizan en la preparación de panes de diferentes tipos.

De acuerdo con las cifras de FAO su valor alimenticio en estado fresco es el siguiente: calorías: 75 a 80 g/100 g; agua: 79.5%; proteínas: 1.5%; grasas: 0.2%; azúcares y almidones: 17.9%; calcio: 0.04%; fósforo: 0.03%; hierro: 0.5% y carotenos: 15 UI por 100 g.

Usos del fruto del árbol de pan en alimentación humana

Sus usos en alimentación humana son muy variados: sirve como bastimento en sustitución de plátano o tortilla; es ingrediente principal en comidas típicas del Caribe; se adiciona a las sopas; puede elaborarse un puré de fruto de pan, similar al puré de papa; se prepara frito en rodajas en forma de media luna, después de eliminar el corazón; también se incorpora en la preparación de dulces y pasteles.

Una de las desventajas de este fruto es el deterioro que sufre al caer del árbol, ya que éstos son de considerable altura; por ello no se recomienda el uso y consumo de frutos golpeados o en estado de madurez; lo mejor es usar frutos recién caídos pero sanos o cortarlos directamente del árbol. Otro inconveniente es que al poco tiempo de obtener la pulpa, con o sin semilla, sufre un empardeamiento enzimático u oxidación, poniéndose de color oscuro; esto puede

evitarse sumergiendo las rodajas o el fruto entero en una solución de agua con sal. El fruto puede conservarse a unos 12° C en un refrigerador, empacado en bolsas de polietileno por espacio de 20 días, sin mostrar deterioro.

Las semillas del árbol de pan como alimento

La semilla el árbol seminífero tienen forma convexa, con un tamaño aproximado de 3.5 x 2.5 centímetros; posee dos coberturas o cutículas protectoras, una externa de tipo leñosa y otra interna apergaminada y delgada. El peso promedio por semilla es de unos 8.5 gramos, del cual el 75% (6.3 gramos) es parte aprovechable y comestible; el resto, 25%, es de cáscara o cutícula. Un kilogramo de semillas contiene aproximadamente unas 120 unidades. En el Cuadro 28 se muestra la composición química de la semilla:

	Semilla tal como ofrecida	Semilla deshidratada
Materia seca	43.0	100.0
Materia orgánica	42.3	96.6
Cenizas	1.5	3.4
F. cruda	5.3	12.2
E. etéreo	2.3	5.2
Proteínas	4.2	9.6
ELN	30.5	69.6

Fuente: (1)

Tal como se observa, el nutriente dominante en la composición química de la semilla del árbol de pan es la fracción carbohidratos, con valores de 30.5 y 69.9% para semilla fresca y deshidratada respectivamente. Las semillas pueden consumirse cocidas, fritas o asadas. También pueden prepararse deliciosos y diferentes platillos, sobre todo en las islas del Caribe y el Caribe colombiano, donde son muy demandadas por la población.

Industrialización del fruto del árbol de pan

Sembrando el árbol de pan en áreas considerables, se puede pensar en la creación de agroindustrias para dar valor agregado a los frutos. De ellos podrían obtenerse los siguientes productos:

- a) Elaboración de hojuelas tipo «snacks», fritas y empacadas.
- b) Producción de almidones, de alta demanda en la industria textil y de la madera.
- c) Elaboración de harinas para usarse en la industria de alimentos (panificación, sopas).

d) Producción de alcoholes a partir de los almidones (uso medicinal, industrial o biocombustible).



Foto 16. Semillas del *Artocarpus altilis*.

En la Figura 6 se muestran las posibilidades de industrialización del fruto del árbol de pan insemínifero:



Figura 6. Posibilidades de industrialización del fruto del árbol de pan

Usos del fruto del *Artocarpus* en alimentación animal

Solamente se ha usado en forma casera y artesanal en la alimentación de animales domésticos, principalmente cerdos y aves, los cuales lo consumen sin ningún problema cuando está maduro; en estado verde se recomienda trocearlo, cocerlo y suministrarlo a aves, cerdos, conejos, etc. Los rumiantes, bovinos, caprinos y ovinos, lo consumen crudo sin consecuencias. Las hojas tiernas son un

excelente forraje para animales en estabulación (vacas, cabras) y para cerdos; su uso intensivo reduciría la incorporación de granos de cereales en la alimentación de los animales, dedicando estos últimos para la alimentación humana.

A partir de la harina de fruta de pan se pueden elaborar gránulos o pellets, los cuales pueden usarse en la alimentación de aves, cerdos y rumiantes, ya sea solos, mezclados con otros ingredientes o incorporados a raciones balanceadas.

Las hojas del árbol de pan son una buena fuente de proteínas cuando son tiernas, a tal grado que esta especie puede utilizarse como banco de proteínas en sistemas ganaderos; en este caso los árboles se siembran a una distancia de 1 x 1 metro entre árboles y entre líneas, a los 18 meses se realiza una poda de copa a una altura de 1.30 metros del suelo; seis meses después, se pueden realizar cortes del follaje, cada cuatro meses, para alimentar a animales estabulados (bovinos, caprinos, ovinos, cerdos). A los dos años de edad los arbolitos tienen una altura de 4.5 metros. También se puede aprovechar su follaje cuando se usa el árbol en cercas vivas, en este caso la distancia de siembra entre árbol y árbol es de tres metros y a unos 50 cm dentro de la cerca, proporcionando además una excelente sombra; en este sistema de cercas vivas puede dejarse un árbol cada 10 metros, para producción de frutos.

Otros usos del árbol de pan

Es un árbol de múltiples usos:

a) Como fuente de madera: el ciclo productivo de esta especie es prolongado (70-80 años); después de cumplir su ciclo, la madera puede utilizarse en la fabricación de cerillos, juguetes, artesanías, embalajes y otros.

b) Pegamento: el látex que segrega, sometido a temperaturas medias, es un buen pegamento.

c) Uso medicinales: posee varias cualidades como planta medicinal tal es el caso de diarreas: tomar el látex diluido en agua o en leche materna; dolor de muelas: aplicar el cocimiento de las raíces y usarlo en forma de gárgaras; hipertensión: tomar el cocimiento de las hojas; quemaduras: aplicar el látex en forma de emplasto o diluido en agua tibia; reumatismo: aplicar el látex en la parte afectada.

Potencial de producción del árbol de pan, un cultivo amigable con el medio ambiente

Este árbol, además de ser muy amigable con el medio ambiente (protección al suelo contra la erosión hídrica debido a su gran porte y follaje, aporte

significativo de materia orgánica a medida que se desfolia de modo natural, alimento para la fauna, etc.) puede sembrarse en cualquier época del año ya que se considera una especie rústica y de fácil arraigo. En plantíos comerciales se han utilizado distancias de siembra de 8 x 8 y 10 x 10 metros, iniciando su producción a los cinco años (cuando el árbol es injertado, su producción es más temprana).

Considerando que el peso promedio del fruto del árbol de pan sin semilla es de 1.5 Kg, siendo el 68-70% de pulpa aprovechable y el 30-32% corteza y corazón, se puede calcular su productividad tal como se muestra en el Cuadro 29.

Número de frutos/árbol/año	120
Peso promedio de frutos/árbol/año (120 x 1.5 Kg)	180 Kg
Fruto comestible/árbol/año (180 - 54 = 126 Kg)	126 Kg
Forraje (forraje, corazón, fibra)/árbol/año	54 Kg
Número de árboles/Ha (10 x 10 m)	100
Frutos/Ha/año	18 ton
Forraje/Ha/año	5.4 ton

Fuente: (1)

Cuando el árbol es seminífero, su producción es diferente, ya que la proporción de pulpa es menor y entra en juego el contenido de semillas; el peso promedio del fruto es de 1.3 kilogramos y en su composición el 42% es semilla (564 gramos); el resto, 58% es pulpa, fibra y corazón (736 gramos).

Recordemos que la semilla pesa unos 8.5 gramos y de ella el 80% es nuez comestible y el resto, 20%, es cáscara leñosa y cutícula apergaminada

Nº de frutos/árbol/año	120
Peso promedio de frutos/árbol/año (120 x 1.3 Kg)	156 Kg
Semilla comestible	52 Kg
Forraje (cáscara, corazón, fibra)/árbol/año	90 Kg
Número de árboles/Ha (10 x 10 m)	100
Frutos/Ha/año	15.6 ton
Forraje/Ha/año	9 ton
Semilla comestible/Ha/año	5.2 ton
Harina seca de semilla/Ha/año	1.9 ton

Fuente: (1)

Cuando se planta con fines comerciales o de aprovechamiento de sus frutos, puede sembrarse como un monocultivo perenne, o asociarse con otros cultivos de diferentes formas, aprovechando al máximo tanto su producción como la de las especies asociadas, dando más valor a la tierra y al esfuerzo realizado por el pequeño productor.

Cuando se cultiva solo, pueden aprovecharse suelos mal drenados, convirtiéndose en una excelente cobertura del suelo, adicionando gran cantidad de materia orgánica a medida que sus hojas caen y se descomponen. Puede asociarse con otros cultivos en los primeros años de su desarrollo (hasta los cinco años) mientras su cobertura no sea predominante, ya sea con especies temporales o semiperennes, alimenticias o industriales. En el primer caso se pueden incluir arroz y malanga blanca, que son resistentes al mal drenaje; mientras que cuando se siembra en suelos bien drenados, se puede asociar con yuca, plátanos, banano, maíz, coco y otros. A manera de ejemplo se muestra a continuación una asociación de fruta de pan con plátano y gandul, utilizando además coco y el mismo árbol de pan como cercas vivas, todo en una hectárea de terreno:

Cuadro 31. Resultados de una asociación de árbol de pan con plátano y gandul

Área total	1 Ha (10,000 m ²)
Distanciamiento del árbol de pan	10 x 10 m (100 árboles)
Distanciamiento del plátano	10 x 5 m (200 plantas)
Distanciamiento del gandul	2.5 x 2.5 m (1600 plantas)
Distanciamiento del coco (cerca viva)	8 metros entre palmas (50 palmas)
Distanciamiento del árbol de pan (cerca viva)	2 metros entre estacones (50 árboles)

Fuente: (1)

Como puede observarse, en una hectárea de terreno plano a ligeramente ondulado, con suelos profundos, bien drenados y de fertilidad media, pueden acomodarse 100 árboles de fruta de pan, 200 plantas de plátano y 1600 plantas de gandul; en la cerca viva se acomodan además 50 cocoteros y otros 50 árboles de pan, para sumar 2,000 plantas en total. Nótese que en esta asociación se obtienen carbohidratos (árbol de pan, plátanos), proteínas (gandul) y grasas y proteínas (coco). El resultado son los alimentos necesarios para una dieta balanceada. También se deben considerar otros recursos como el follaje de árbol de pan, plátanos y gandul que sirven como alimento para el ganado y palmas de coco para diferentes usos.

Hay que recordar que, de la anterior asociación, las cosechas que se obtienen son escalonadas en los tres primeros años, hasta que todas las especies involucradas estén cosechando, tiempo en el que se obtiene el total de las cosechas anualmente. Veamos: el plátano inicia cosecha de racimos a los 9-10 meses, el gandul produce semillas a los seis meses, el cocotero a los tres años y el árbol de pan a los 2-3 años si es injertado. Es decir que a partir de los tres años se podrán obtener todos los productos a la vez, anualmente.

VII. EL CACAO

La planta

Se cree que el cacao (*Theobroma cacao*) proviene de la región del Alto Amazonas en Sur América. Hace miles de años, con un istmo centroamericano aún en formación geológica a medias, las semillas de cacao fueron trasladadas



hacia el centro y norte de América (hoy México) por medio de los animales y el agua. Así fue como la región desde México y todo Centroamérica, adquirió su propio cacao, el que con los años ha sufrido cambios y transformaciones con relación al cacao sudamericano; es el llamado adecuadamente cacao («criollo», que inicialmente se encontraba en forma natural en los bosques, hasta que sus cualidades como cultivo alimenticio fueron conocidas por nuestros antepasados,

quienes, una vez domesticado, lo utilizaban para su consumo directo o en la preparación de diferentes bebidas; era tan valioso para los aborígenes de Mesoamérica que lo usaban como moneda para el intercambio comercial precolombino. Al conocer de su valor, los conquistadores lo llevaron a España y luego a África.

En Nicaragua el cacao fue cultivado por las tribus aborígenes en la zona del Pacífico, cuando las condiciones ambientales le eran más favorables (clima más fresco, con mayores precipitaciones y muchas áreas boscosas), sobre todo en Rivas, León, Chinandega, Granada, Masaya y Carazo; aun en el pasado siglo se cultivaba en Nandaime (Granada) en el llamado Valle Menier. A través de las migraciones Pacífico-Atlántico, se comenzó a cultivar en las regiones de la Costa Caribe donde las condiciones agroecológicas favorecían su cultivo y una mayor producción. Actualmente solo se cultiva de manera comercial en esas regiones.

El cacao es un árbol de baja altura (5 a 7 metros de altura media); el fruto es una drupa conocida como («mazorca de cacao», que está unida al tallo y ramas por un pedúnculo leñoso, donde se mantiene aún después de madura, lo que ocurre aproximadamente a los 5-6 meses dependiendo del ambiente. La cáscara o pericarpio está dividida en tres partes: exocarpio, mesocarpio y endocarpio. El cacao entra en producción a los 3 años y alcanza su pleno desarrollo a los 6 años; la vida útil de una plantación comercial es de 20 a 25 años.

Tipos de cacao

Existen diferentes tipos de cacao, tal como se verá a continuación:

Cacao Criollo o Dulce. Es originario de Mesoamérica (sur de México, Centroamérica, Colombia y Venezuela). Este cacao se caracteriza por presentar árboles relativamente bajos y menos robustos respecto a otras variedades; su copa es redonda con hojas pequeñas de forma ovalada, de color verde claro y gruesas. El cacao criollo se caracteriza por tener frutos o mazorcas de cáscara suave, alargadas de colores verde y rojizo en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjadas rojizas cuando están maduras; las semillas o almendras son de color blanco marfil. Del tipo criollo se produce el cacao fino o de mejor calidad y el chocolate obtenido de su proceso es apetecido por el sabor a nuez y fruta. Actualmente no existe cacao criollo puro, sino variedades acriolladas provenientes de cruces con otras variedades o por hibridación.

Cacao Amargo o Forastero. Es originario de América del Sur (Ecuador, amazonía peruana y brasileña); es el más cultivado en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se distingue porque tiene frutos de cáscara dura y más o menos lisa. Sus semillas son aplanadas y pequeñas, con cotiledones de color morado y sabor amargo. Las mazorcas son verdes en estado inmaduro y amarillas cuando maduran; poseen una forma de pequeño cuello de botella en la base. Actualmente proporcionan el 80% de la producción mundial de este valioso fruto. De este tipo se obtiene un chocolate con el sabor básico de cacao.

Cacao Trinitario. Es el resultado del cruce del cacao tipo criollo de Trinidad y Forastero; su calidad es intermedia. Fueron seleccionados en Trinidad y de allí su nombre. Las mazorcas pueden ser de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que las del cacao criollo y forastero; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. En la actualidad los cacaotales trinitarios abastecen del 10 al 15% de la producción mundial. Presentan sabor a cacao de medio a alto, usualmente con sabor a frutas y nueces.

Requerimientos agroecológicos

El clima favorable para el crecimiento normal del cacao es el trópico húmedo, que se caracteriza por tener lluvias, calor y humedad durante todo el año; es un cultivo que no soporta climas fríos ni secos. Estos dos factores afectan el crecimiento y la producción, por eso, cuando el clima es muy caliente, el cultivo debe estar bajo sombra para formar un microclima y evitar los daños que le pueda ocasionar el sol y mantener una temperatura adecuada. Las plantaciones comerciales se ven afectadas por los vientos que ocasionan la caída de las hojas y a veces las plantas.

Para que el cultivo del cacao sea económicamente rentable, deben de considerarse sus requerimientos agroecológicos óptimos, es decir en donde la

planta desarrolla todo su potencial tanto en adaptabilidad al medio en que crece como en producción.

Ecológicamente, todas las variedades de cacao ocupan el estrato inferior de los bosques tropicales de tierras bajas y abundantes lluvias. Los límites del cultivo están aproximados entre las latitudes 20 a 22° norte y 20 a 21° de latitud sur, con mayor volumen de producción en la franja comprendida entre los 10° a ambos lados del ecuador.

A continuación, algunos criterios sobre sus requerimientos agroecológicos:

Cuadro 32. Requerimientos agroecológicos del cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	
Precipitación	De los 2000 a los 4000 mm anuales, con una estación seca no mayor de 3 meses.
Temperatura	Desde 22 a 33° C.
Altitud	Desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altura.
Suelos	Con texturas desde francos hasta arcillosos, con alta capacidad de retención de agua y excelente drenaje; prospera bien en suelos ligeramente ácidos a neutros.
Humedad relativa	75 a 90%
Luminosidad	Aproximadamente unas 1400 horas-luz/año.

El cacao: un cultivo amigable con el medio ambiente

Gracias a que el cacao es un cultivo típicamente umbrófilo, el área de siembra se puede aprovecharse al máximo estableciendo otros cultivos y árboles de sombra que ayuden a mejorar tanto las condiciones del suelo y del cultivo, como la economía familiar, especialmente antes que el cacao comience a producir.

Se usan diferentes tipos de sombra: temporal y permanente; las especies más usadas como sombra temporal son las musáceas (se recomiendan los plátanos y bananos híbridos resistentes a Sigatoka y a Mal de Panamá, enfermedades que actúan y proliferan en condiciones de alta humedad y temperatura); como sombras permanentes se acostumbra usar leguminosas como poró (*Erythrina* spp) y guabas (*Inga* spp.), aunque, para mayor provecho del productor, se pueden utilizar árboles maderables y frutales que se adapten bien a las condiciones edafoclimáticas que privan en el sitio donde se cultiva el cacao. Lo anterior nos indica que el cacao debe sembrarse en sistemas agroforestales y últimamente el uso de especies frutales y maderables ha tomado mucho impulso debido a los excelentes precios de las maderas y los múltiples usos que pueden

dársele a este material, además del aprovechamiento de las frutas para el consumo familiar y para los mercados locales.

Los sistemas agroforestales en el cultivo del cacao tienen como objetivo implementar tecnologías dirigidas a pequeños y medianos productores, principalmente los que están establecidos en terrenos de laderas del trópico húmedo, para el uso de especies maderables y de frutas tropicales sembradas en asocio con el cultivo de cacao, con el propósito de proporcionarle a éste la sombra requerida para su eficiente desarrollo y producción, y para que los productores obtengan ingresos adicionales por la venta de frutas y la cosecha eventual de madera, lo cual es de mayor beneficio comparado con la siembra de cacao con sombra tradicional. Los resultados obtenidos con la producción de cacao en sistemas agroforestales han demostrado las bondades económicas y ambientales de estos sistemas de producción. Para un buen éxito del sistema se utilizan diferentes arreglos espaciales que incluyen la siembra en asocio y la modalidad de árboles en línea, en los bordes de caminos y en otras divisiones de la finca. En este sistema se debe prestar a los árboles el manejo silvicultural básico: manejo del vivero, siembra, podas de formación y saneamiento, raleos, etc.

Propiedades del grano de cacao

El cacao, conocido por nuestros aborígenes como «manjar de los dioses», no solo es una excelente fuente de energía y estimulante hormonal (actúa sobre la dopamina gracias a la acción de una sustancia llamada feniletilamina, relacionada con las anfetaminas), sino que también es considerado como excelente tónico para el corazón y por fortalecer el sistema inmunológico, el circulatorio y aumentar la resistencia; se dice que estimula el apetito y el cerebro, reduce la depresión y la ansiedad. Se le atribuyen propiedades antibacterianas, así como alcaloides (como la cafeína) ya que contiene teobromina que es un estimulante del sistema nervioso, permitiendo que las personas estén más listas y alertas. Además de su poder energizante, aporta, en menor grado, proteínas, magnesio, potasio y fósforo. La gran cantidad de calorías contenidas en un pedazo pequeño de chocolate en barra, proviene de los demás ingredientes que se agregan a la mezcla: azúcares, harinas, leche, que pueden llegar hasta el 50%, de ahí la recomendación de consumirlo en forma pura, además de que sus propiedades y más de 30 compuestos altamente antioxidantes se ven reducidos por efecto de la leche. Se recomienda su consumo en forma controlada, aunque la sensación y el placer que produce sean casi adictivos.

Potencial de producción del cacao en Nicaragua

El cacao es un cultivo establecido en Nicaragua desde antes de la conquista española; era famoso en la región del Pacífico el cacao de Rivas, pero las plantaciones que podrían catalogarse como comerciales se encuentran todas en la región de trópico húmedo, distinguiéndose entre ellas los cultivos de Waslala, Nueva Guinea, Muelle de los Bueyes, La Cruz de Río Grande, aunque todos son de pequeñas extensiones.

En un estudio muy completo llevado a cabo por E. Sequeira (42) en 1980 sobre selección de áreas específicas para la instalación de 3000 manzanas de cacao en la región Atlántica, se identificaron diferentes áreas utilizando varios criterios de clasificación tales como:

- Factores climáticos: precipitación, temperatura y altitud.
- Factores edáficos: fertilidad del suelo, pendiente y drenaje.

Con anterioridad se habían fijado los requerimientos ecofisiológicos óptimos bajo los cuales se pueden obtener resultados satisfactorios. Los resultados se muestran en la Figura 8 y pueden resumirse así:



Mapa 8. Selección de áreas específicas para el cultivo del cacao. Fuente: (42)

Se seleccionaron tres áreas específicas con una extensión de 5000 hectáreas cada una a las que les denominó «Áreas Empresariales», ubicadas en Nueva Guinea, Siuna y San Pedro del Norte.

También se seleccionaron ocho áreas más, con extensiones de 200 hectáreas o menos cada una, denominadas «Áreas para Pequeños o Medianos Productores», ubicadas en diferentes partes de la región del trópico húmedo o en sus límites (ver Mapa 8).

De este estudio podemos concluir que en la zona de trópico húmedo se encuentran unas 16,600 hectáreas (23,240 manzanas) con condiciones óptimas para cacao, sin considerar otras áreas marginales. Conclusión: Nicaragua podría

ser una potencia cacaotera a nivel mundial si implementara su cultivo en la región atlántica de manera científica, ordenada y dentro de un sistema lo más amigable con el medio ambiente.

La industrialización del cacao. Hasta el momento la producción de cacao de calidad se dedica a la exportación en grano o almendras; a lo más que se ha llegado para dar mayor valor agregado al producto es la producción de cacao orgánico. A nivel local el cacao se utiliza en la elaboración de bebidas en las que se incluye como ingrediente y alguna fábrica de chocolates. No obstante, su industrialización presenta un futuro halagador, ya que se incrementarían las áreas de siembra, se crearían nuevos puestos de trabajo y se obtendrían más divisas para el país. En la Figura 7 se observa un diagrama, muy resumido, en el que se muestran solo las operaciones tradicionales en la transformación de las almendras de cacao.

La manteca de cacao, su importancia

Una manera de iniciar la transformación local del cacao y proporcionarle un alto valor agregado, sería la elaboración de la manteca de cacao; para llegar a ella se requiere realizar las siguientes operaciones:

- Limpieza y clasificación de los granos.
- Secado (debe pasar de 55% a 6-7% de humedad).
- Tostación; es la operación en la que se alcanza el aroma característico del cacao.
- Molienda: ya limpios y tostados, los granos se muelen hasta conseguir una pasta densa, o pasta de cacao.
- Prensado: la pasta se prensa para separar el cacao en polvo y la manteca de cacao.

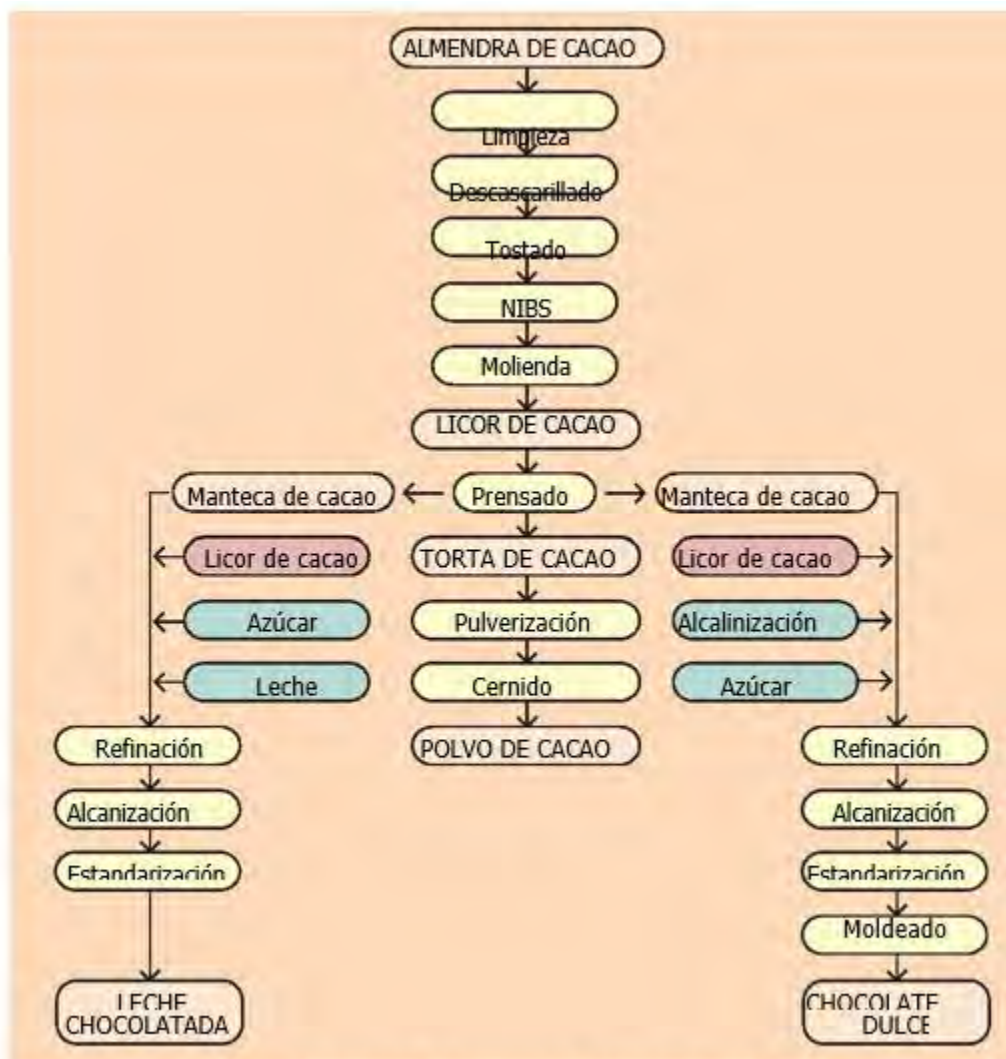


Figura 7. Procesos de transformación del cacao. Fuente: (39)

¿Qué es en realidad la manteca de cacao? Según la definición del Comité de Codex Alimentarium en Cacao y Productos de Chocolate «es la grasa producida de una o más de las siguientes fuentes: granos de cacao, licor de cacao (masa de cacao), torta de cacao y aquella extraída mediante procesos mecánicos y/o por la vía de solventes permitidos, de la torta o polvo de cacao fino».

La manteca o grasa de cacao ha sido históricamente la grasa más importante y más utilizada en la confitería en general y en producción de chocolate en particular, no sólo por ser un constituyente natural del chocolate, sino también por disfrutar de la calificación de estándar de referencia que por muchos años se ha tratado de imitar. Pero la principal razón de su uso es por su inapreciable característica de fusión. A temperatura normal, por debajo de 26° C, es dura y brillante, funde rápidamente y por completo a la temperatura corporal. El espectro de rangos de fusión que cubre la manteca de cacao es muy amplio: la

fusión incipiente está comprendido entre 31.2-32.7° C y la completa entre 32-34° C. Esto se debe a las características y posición que ocupan los ácidos grasos en la molécula de triglicéridos en la grasa del cacao, que produce como resultado una combinación compleja de puntos de fusión. Su rango de plasticidad es muy estrecho comparándola con otras grasas alimenticias. Asimismo, sus propiedades de fusión están íntimamente asociadas con la percepción que tiene el público sobre la calidad de un buen chocolate.

Como se puede deducir, la manteca de cacao es uno de los componentes claves en la elaboración de chocolates y podría ser un primer paso para lograr un mayor valor agregado a esa valiosa materia prima que son las semillas o almendras de cacao.



Foto 18. Mazorca de cacao

Subproductos de la cosecha del cacao

El más importante y voluminoso es la cáscara que protege a las semillas o almendras de cacao. La cáscara es gruesa, de consistencia coriácea y no debe considerarse un desperdicio ya que puede utilizarse como abono orgánico o en la alimentación de animales. Para este último uso debe conocerse su composición química:

Cuadro 33. Análisis químico proximal de cáscaras frescas de la mazorca de cacao (%)					
M. seca	Cenizas	F. cruda	E. etéreo	Proteína	ELN
87.7	9.2	22.5	2.8	8.8	56.7

Las cáscaras se pueden suministrar al ganado en forma fresca, troceadas, mezclada con melaza, o como componente de un ensilaje.

Estrategia sobre igualdad de género en el cultivo del cacao

obtener el producto final, en este caso la semilla seca y lista para el proceso, es un cultivo que se presta a hacer partícipes a las mujeres en todas las etapas de producción. La igualdad de género, como eje transversal del cultivo del cacao se puede establecer con facilidad, pero se debe contar con una estrategia que puede desarrollarse mediante acciones de sensibilización, capacitación y coordinación a todo nivel, especialmente a lo interno de cada proyecto cacaotero que se impulse o realice, así como también con organizaciones e instituciones sociales, que estén presentes en las zonas de cultivo (ONG, instituciones financieras, prestadoras de asistencia técnica, etc.).

Cómo mejorar la calidad del cacao nacional

El fortalecimiento del sector cacaotero en nuestro país requiere incrementar la producción y la productividad y trabajar intensamente en el mejoramiento de la calidad de este importante grano, con el fin de lograr un mejor posicionamiento en el mercado internacional, especialmente en el mercado de cacao gourmet o fino que tiene precios preferenciales. Hay varios tipos de calidades a atender, ya que tanto el productor como el exportador, el procesador y el consumidor de chocolates tienen requerimientos de calidad específicos que deben ser plenamente satisfechos, para que todos los integrantes de la cadena de valor de cacao obtengan los beneficios que a cada uno corresponden.

Los grandes componentes de la calidad del cacao son el genético, el bioquímico y el sensorial. Para tratar de dar respuesta a cada uno de los aspectos fundamentales, se debe trabajar en generar nuevos materiales genéticos resistentes a las principales enfermedades que afectan a este cultivo, que tengan buen comportamiento productivo y que además generen cacao de buena calidad. Lograr este objetivo no es fácil porque son muchos los factores genéticos que tienen relación con estas características. Se requiere por tanto atender como prioritarias las acciones siguientes:

- * Definición de políticas específicas para el sector cacaotero.
- * Incrementar la participación del gobierno.
- * Fortalecer el apoyo financiero para el rubro cacao.
- * Identificar, caracterizar y validar los materiales genéticos disponibles en el país para cacao fino.
- * Posicionarse en el mercado internacional como un país productor de cacao de calidad.
- * Estandarizar el proceso pos cosecha.
- * Mejorar las vías de acceso a las zonas productoras.

- * Capacitación a todas las familias productoras de cacao.
- * Fortalecer los servicios de asistencia técnica.
- * Fortalecer la organización de los productores. ■