



Cultivo de Macambo

Theobroma bicolor (Humb). & Bompl.)

MANUAL

Manual Cultivo de Macambo | 2010

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP

Autores:

Agustin Gonzáles Coral

Guiuseppe Melecio Torres Reyna

Diseño:

Saúl Pinedo Flor

© 2010 - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP

Av. Abelardo Quiñones km. 2.5

Iquitos - Perú

www.iiap.org.pe



Cultivo de Macambo

Theobroma bicolor (Humb.) & Bompl.)

MANUAL



PRESENTACIÓN

El lento avance de la fruticultura nativa amazónica tiene entre muchas razones el aprovechamiento dentro sus hábitats naturales tal es el caso del aguaje, huasaí, camu camu entre otros, que no presta la sustentabilidad requerida para el aprovechamiento sustentable de la especie. Por otra parte existe limitada información de sistemas integrales de producción, donde se incluyen como componentes en sistemas agroforestales, siendo necesario trabajos sistemáticos que permita un mejor conocimiento del proceso productivo de la especie, que conlleve a procesos productivos adecuados al ecosistema amazónico e incluir nuevas especies de la biodiversidad a la economía regional, nacional y en el futuro incursionar en mercados internacionales.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, pone a disposición de las instituciones, técnicos y público en general, una modesta contribución: Manual de producción de *Theobroma bicolor* “macambo”, documento muy didáctico, de fácil manejo, esperando contribuir al desarrollo de la fruticultura nativa amazónica y el desarrollo socioeconómico del poblador amazónico.

LUIS E. CAMPOS BACA
Presidente del IIAP

CONTENIDO

1. Breve descripción de la especie.....	7
2. Condiciones de una planta madre o semillero.....	9
3. Condiciones de un fruto para proveer semilla.....	10
4. Manejo de frutos y semillas.....	12
5. Propagación.....	13
5.1. Propagación Sexual.....	13
5.1.1. Camas almacigueras.....	14
5.1.2. Siembra en bolsas de plástico.....	15
5.1.3. Repique.....	16
5.1.4. Manejo de viveros.....	17
5.1.5. El Tinglado.....	17
5.1.6. Selección de plántulas y plantones.....	18
5.1.7. Riego.....	19
5.2. Propagación asexual.....	20
6. Siembra en campo definitivo.....	21
6.1. Preparación del terreno.....	21
6.1.1. Estaqueo.....	22
6.1.2. Poceado.....	22
6.2. Trasplante al campo definitivo.....	24
6.2.1. Monocultivo.....	24
6.2.2. Asociaciones.....	25
7. Evaluaciones y mantenimiento.....	27
7.1. Evaluación de prendimiento.....	27

7.2. Labores culturales.....	27
7.2.1. Abonamiento.....	27
7.2.2. Control de Malezas.....	28
7.2.3. Podas.....	28
7.2.4. Principales plagas.....	29
7.2.4.1. <i>Stenoma</i> sp. Lepidoptera; Stenomatidae	29
7.2.4.2. Lepidoptera; Tortricidae “pegador de hojas”	30
7.2.4.3. Lepidóptera; Sessidae “barrenador del tronco del macambo”	30
7.2.4.4. Lepidóptera; Pshichidae.....	31
7.2.4.5. Díptero; Cecidomyiidae: “agallero de las hojas” <i>Dasineura</i> sp.....	31
7.2.4.6. Coleóptera, Curculionidae.....	31
7.2.4.7. Coleóptera, Cerambicidae.....	32
7.2.4.8. Orthóptera, Acrididae.....	32
7.3. Evaluación de crecimiento.....	33
7.4. Fenología.....	35
8. Producción y Cosecha.....	36
9. Valor Nutricional.....	38
10. Perspectivas.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

Manual de cultivo de Macambo

Theobroma bicolor (Humb. & Bompl.)

Nombre común : macambo, majambo, bacau, moraco, cacau do Perú

Nombre científico : *Theobroma bicolor* (Humb. & Bompl.)

Familia : Sterculiaceae

1.

Breve descripción de la especie

Es un árbol que al estado natural en el bosque puede alcanzar hasta 25 a 30 m de altura y 20 a 30 cm de diámetro. Cultivado puede tener menores dimensiones, copa oblonga e irregular, conformada por escasos verticilos de tres ramas pendulares que pueden llegar a tocar el suelo. Corteza externa agrietada color beige gris (Ruiz 1993, Flores 1997).

Hojas simples, alternas, con estipulas nerviación palmeada con 5 a 7 nervios conspicuos en el envés; haz blanquecino. Láminas dimorfas en el tronco, ampliamente ovado cordadas, de 12 a 15 cm de largo y de 6 a 10 cm de ancho, en las ramas laterales de forma oblonga a elíptico-ovadas.

En general las láminas son cactáceas, palminervadas, enteras de ápice acuminado y base cordada, envés tomentoso, gris plateado y con nerviación conspicua. Pecíolo de 1,2 a 2,5 cm o de 10 a 38 cm de largo (Flores 1997, Ruiz 1993).

Inflorescencia axilar en ramas jóvenes, flores regulares bisexuales, color rojo purpúreo; cáliz con cinco sépalos, corola con cinco pétalos; cinco estambres unidos con los estaminodios formando un tubo; ovario súpero pentacarpelar (Flores 1997, Ruiz 1993).





El fruto es de forma elipsoidal, es la más grande del género *Theobroma*, de unos 25 a 35 cm de largo por 12 a 15 cm de ancho, peso entre 0,5 y 3,0 kg, la cáscara es leñosa y dura, de 12 mm de espesor, con cinco ó muchas fisuras, de color amarillo cuando maduras. El fruto cae al suelo cuando está maduro (Flores 1997, Ruiz 1993).

Así mismo Burlan & Bressani (1999) describen las características físicas del fruto del macambo con largo del fruto 15,0 cm, peso total 752 g, % peso de pulpa 23,76, % peso de cáscara 62,54, % de peso de semillas 13,70 y número de semillas 38. Semillas son ovales planas de 16 a 30 mm de largo y de 14 mm a 25 mm de ancho, y de 8 a 13 mm de espesor, cubiertas de un arilo grueso, fibroso, succulento de color



2.

Condiciones de una planta madre o semillero



Las plantas matrices, deben ser seleccionadas por los criterios de buena arquitectura, mayor número frutos por planta; de reconocida producción en pulpa y precocidad, grados °brix (% de azúcar). Además se deben hacer pruebas de germinación, tomando varias muestras que sean representativas de la planta o variedad evaluada evitando elegir plantas muy adultas.

La preferencia de elegir un determinado morfotipo como planta madre o semillero va a depender del interés o la demanda por un determinado producto, por ejemplo: Si se requiere una plantación para la producción de pulpa estaremos recomendando el morfotipo rugoso duro grande (640.48 g de pulpa por fruto), por el peso de semillas se estaría recomendando el morfotipo rugoso duro grande (288.16g de semilla por planta).

3. Condiciones de un fruto para proveer semilla



Con base en la caracterización se deberán elegir frutos proveniente de plantas madres con características agronómicas sobresalientes (ver cuadro1). De estas plantas se elegirán frutos sanos, libres de plagas y enfermedades, sin daños físicos, que hayan sido colectados en la época de mayor producción en el año.

Para la siembra de semillas de macambo no es necesario sacar todo el arilo azucarado. Luego de seleccionar los frutos se separa la pulpa de la semilla con agua o con arena blanca, y se deja orear no más de dos días para facilitar la germinación.





Cuadro 1: Principales características de las poblaciones de macambo *T. bicolor*

CARACTERISITICA	POBLACIÓN	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO
PESO BRUTO (g).	1. LMS	1573.02	786.60	3235.00
	1. RDG	1873.87	613.00	3527.00
	1. RDP	523.13	224.00	1142.00
	1. RSG	1912.08	993.00	3051.00
PESO PULPA (g).	1. LMS	495.32	27.24	1477.20
	1. RDG	640.48	63.40	1181.80
	1. RDP	137.12	9.00	300.48
	1. RSG	567.76	185.00	977.40
PESO SEMILLAS (g).	1. LMS	258.76	118.18	456.00
	1. RDG	265.46	72.80	554.40
	1. RDP	86.21	28.80	193.25
	1. RSG	288.12	112.00	514.80

Fuente: Evaluación del banco de germoplasma de *Theobroma bicolor*, Frutales Nativos – IIAP

4. Manejo de frutos y semillas

Los frutos deben haber alcanzado la madurez fisiológica, Las semillas deber obtenerse de frutos recién cosechados y que estén en buen estado. El almacenaje prolongado de frutos puede disminuir el porcentaje de germinación o la muerte de la semilla por pudrición. Las semillas deben ser tratadas antes de sembrarlas debido a que son afectadas por hongos y roedores cuando están en almacigo y la cantidad de semillas a sembrar deberá considerarse de acuerdo al requerimiento de plantación. Se recomienda germinar de 20 a 30% más de lo que se requiere.

Asimismo para evitar pudrición de semillas se recomienda tratar las semillas sumergiéndolas en una solución de CUPRAVIT ó VITAVAX a dosis de 0.1 a 0.3% durante 5 minutos por ser una semilla de tipo recalcitrante.



5. Propagación

5.1. Propagación Sexual

Para la obtención de material de propagación, se rompe el fruto utilizando un machete, luego se separan las semillas de la pulpa, friccionándolas con aserrín o lavándolas y friccionándolas con arena blanca a fin de separar completamente el resto de pulpa. Estas semillas deben ser oreadas por dos días bajo sombra a temperatura del ambiente.

La semilla inmediatamente después de ser sacadas del fruto y separadas de la pulpa, debe sumergirlas en una solución acuosa de CUPRAVIT en dosis de 3% (30 gr/ litro de agua) y posteriormente oreadas. La separación de los restos de pulpa puede conseguirse utilizando aserrín fresco o arena fina en último caso.





5.1.1. Camas almacigueras

Cuando se cuenta con suficientes recursos económicos y mano de obra, las semillas se siembran en camas almacigueras de dimensiones 1.20 m x 6m y distanciamiento de 10 cm entre semillas, esto para cada hectárea de plantación.





5.1.2. Siembra en bolsas de plástico

Consiste en sembrar directamente las semillas en bolsas negras de 2 kg de capacidad, con un sustrato a base de tierra negra, arena y gallinaza completamente descompuesta en proporción 2:1:1, se debe obtener un sustrato suelto y con partículas pequeñas a partir de la mezcla y zarandeo del sustrato.

La semilla se siembra enterrándola a por lo menos dos centímetros de profundidad, en el centro de la bolsa y con la cara más ancha y plana paralela a la superficie del suelo, con la finalidad de facilitar su germinación, prevenir el ataque de insectos y roedores.

El inicio de germinación se considera cuando el 10% del total de semillas sembradas ha germinado, esto ocurre a 14 días después de la siembra y finaliza a los 30 días aproximadamente. La germinación es epigea, por lo que no es recomendable enterrar demasiado a la semilla al sembrarlas.





5.1.3. Repique

Consiste en seleccionar las mejores plántulas cuando estas hayan alcanzado 20 cm de altura, y repicadas a bolsas almacigueras de 5 Kg de capacidad. Las plántulas se mantienen en las bolsas hasta que sean plantones y hayan alcanzado 40 o 50 cm de altura. En este momento se realiza la segunda selección con la finalidad de llevar al campo definitivo los mejores plantones.





5.1.4. Manejo de viveros

Para la producción de 500 plantones se necesita construir un vivero de 5.0 m de largo por 1.20 m de ancho, y el tinglado de 1.50 m para facilitar el manipuleo de los plantones. A medida que los plantones crecen, el espacio entre ellos se reduce, por este motivo se recomienda realizar un raleo de las bolsas ya que las hojas de los plantones se entrecruzan y se dificulta su normal crecimiento

5.1.5. El Tinglado

Es importante para evitar que las semillas y plántulas se expongan directamente a los rayos solares, mantiene la humedad del sustrato. El tinglado debe construir con material disponible en la zona, madera redonda y hojas de palmeras, o de otras palmeras. Cuando los plantones tienen más de dos hojas verdaderas, se deberá regular el ingreso de radiación solar en el vivero (para lo cual se debe raleo el tinglado) por que los plantones requieren realizar la fotosíntesis y de no realizarse esta actividad se obtendrán plantas etioladas, débiles y con un número reducido de hojas verdaderas y por consiguiente no estarán aptas para el trasplante. Los plantones permanecen en el vivero hasta los tres meses aproximadamente, cuando tienen más de cuatro hojas verdaderas y miden de 30 a 40 cm de altura.



5.1.6. Selección de plántulas y plantones

Se deben retirar aquellas plántulas o plantones mal formados con tallos y raíces deformadas, pues representaran un problema al momento del trasplante, se dejarán listas para el trasplante plantas vigorosas, con tallos bien formados, rectos y raíces entera.

La siembra de plantones débiles puede llevar a dos cosas: 1) se dificulta el prendimiento en campo definitivo, retrasa su crecimiento y es susceptible al ataque de plagas y enfermedades y 2) si hay la ocurrencia continua de los días soleados la planta puede llegar a morir.





5.1.7. Riego

El vivero debe contar necesariamente con una fuente de agua cercana. El agua a utilizar para el riego debe ser agua limpia, y en días soleados es preferible realizar esta actividad durante las primeras horas de la mañana o por las tardes con preferencia en las últimas horas.



Es recomendable realizar riegos por lo menos una vez cada tres días cuando hay poca ocurrencia de lluvias.

Esto ayuda a la germinación de las semillas y al crecimiento vigoroso de las plántulas.



5.2. Propagación asexual

La propagación asexual aun es insipiente, en el Proyecto Frutales Nativos del IIAP, (Jarama 2003), realizó un ensayo de injertación, resultando el injerto de parche, con ocho por ciento de prendimiento.

Se utilizó patrones de la misma especie con diámetros entre 0.90 a 1.50 cm, observándose mejor prendimiento en patrones que se aproximan al rango superior. La altura recomendada está entre 20 y 25 cm del suelo, lo que ofrece la ventaja de volver a utilizar el patrón para una nueva injertación. El tiempo de desamarre de las cintas de polietileno es de 10 a 15 días después de la injertación.

En el caso de injerto de parche (sin leño), decapitar el patrón 10 cm por encima del injerto, después de verificar mediante un leve raspado si la yema permanece viva y bien adherido al patrón.



6. Siembra en campo definitivo

Realizarla preferentemente los meses lluviosos, octubre a noviembre. El distanciamiento sugerido en una plantación pura es de 5 m x 5 m, con una densidad de 400 plantas por hectárea, el distanciamiento propuesto para sistemas agroforestales sucesionales es de 10 m x 5 m.

6.1. Preparación del terreno

Se efectúa dependiendo del tipo de bosque, son mejores los suelos de bosque primario, por que poseen abundante materia orgánica. Si es purma deben ser de 5 a 10 años que haya acumulado suficiente materia orgánica, en ambos casos se realiza rozo tumba quema, shunteo y finalmente un destococoneo para completar la limpieza.

Sin embargo se recomienda sembrar en áreas con cultivos anuales con la finalidad de evitar la apertura de otras áreas de bosque y dejar como cobertura las plantas de macambo.





6.1.1. Estaqueo:

Consiste en delimitar el área de siembra ubicando un jalón a cada cinco metros de distancia o dependiendo del distanciamiento. Esta actividad la ubicación de los plantas y los jalones permanecerán después de la siembra, para evitar que se corten las plantas al momento de realizar el deshierbo en las etapa inicial del crecimiento (6 primeros meses). Para esta actividad se requieren jalones de 2.0 ó 2.5 m de altura y 5 cm de diámetro.

6.1.2. Poceo:

se recomienda que en cada jalón ubicado se haga un hoyo de 30 x 30 x 30 cm donde se procurará separar la tierra superficial de color más oscura de la tierra del fondo del hoyo. Es importante que las plantas en campo definitivo sean alineadas de tal forma que haya igual área de aprovechamiento de agua y nutrientes para cada planta, para lo cual es necesario contar con wincha, sogas, estacas, las que irán señalando el lugar donde se hará el hoyo.





Para el transplante las pozas deben ser hechas con las siguientes medidas: largo 20 cm, ancho 20 cm y profundidad 20 cm. Los plantones aptos para el transplante deben medir más de 35 cm, o tener más de 4 hojas verdaderas. Al momento de realizar el hoyo, es preferible separar la tierra superficial (la parte más oscura) de la parte profunda. La parte profunda se mezcla uniformizando con abono orgánico (gallinaza o humus), que irá en la parte superior, y la capa superficial ira al fondo del hoyo. Es importante recordar que cada plantón debe ser llevado al campo definitivo con su bolsa con tierra.





6.2. Trasplante al campo definitivo

6.2.1. Monocultivo

Las plantaciones en monocultivo para macambo se pueden hacer utilizando el sistema tradicional de rozo, tumba, picacheo, shunteo y quema. Asimismo se pueden aprovechar purmas abandonadas después del cultivo de especies anuales y semi perennes o sembrarlas simultáneamente con las especies de corto periodo vegetativo y posteriormente una cobertura como kudzu o centrosema. Se recomienda para ello un distanciamiento de 5m x 5m. Con este arreglo se podrá obtener una densidad de 400 plantas por hectárea.





6.2.2. Asociaciones

El macambo inicia la producción en promedio a los tres años, mientras tanto se puede asociar con maíz, arroz, y caupi, continuando con yuca, plátano y posteriormente una cobertura.

En la Amazonía peruana la actividad agrícola inicia con la elección y preparación del terreno, que consiste en el desbroce de la vegetación mediante las actividades tradicionales (rozo, tumba, picacheo y quema), normalmente se inicia con cultivos de corto período vegetativo como es el caso de maíz, arroz, caupi, etc, continuando con cultivos de mayor período como el caso de plátano y yuca, es en este momento cuando se recomienda instalar la plantación simultánea o secuencialmente.





Es importante que las plantas en campo definitivo estén alineadas de tal forma que haya igual área de aprovechamiento de agua y nutrientes para cada planta, para lo cual es necesario contar con wincha, sogas, estacas, las que irán señalando el lugar donde se hará el hoyo.

Se puede asociar con otras especies de frutales, esta asociación debe ser realizando arreglos con otras especies como copoazú, cacao, o café que requieren de sombra parcial en diferente grado. Asimismo el macambo se puede asociar con otras especies como uvilla, metohuayo, Charichuelo, etc., a un mayor distanciamiento de tal manera que no afecte el crecimiento y desarrollo de las mismas, sin embargo el distanciamiento propuesto para sistemas agroforestales sucesionales, ocupando el estrato medio perenne es de 12 m entre filas x 6 m entre plantas, con 139 plantas por hectárea, para evitar el entrecruzamiento de las ramas cuando las plantas sean adultas.

7.

Evaluaciones y mantenimiento

7.1. Evaluación de prendimiento

Esta actividad se realiza con el objetivo de llevar un control en la plantación del número de plantones que lograron el prendimiento a 15 días después del trasplante. Esto permitirá realizar el recalce de plantas muertas en la plantación.

7.2. Labores culturales

7.2.1. Abonamiento

El macambo tiene ventajas de adaptación a suelos pobres en materia orgánica fuertemente ácidos predominantes en la región; es una planta de rápido crecimiento y poco exigente. El manejo de los residuos de cosecha, las malezas y la implantación de coberturas, contribuyen al mantenimiento del sistema. Sin embargo se recomienda la aplicación de gallinaza en la etapa de crecimiento en dosis de 2 kg por planta cada 6 meses y en la época reproductiva 5 kg por planta después de cada cosecha, para reponer los nutrientes exportados en la cosecha de frutos.



7.2.2. Control de Malezas

En monocultivo, se recomienda instalar una cobertura (centrosema o kudzu) tres meses antes del trasplante. En asociaciones, los dos primeros años se realiza el deshierbo cada tres meses, mientras se aprovecha los cultivos anuales. A partir del tercer año se recomienda instalar una cobertura. Cuando la cobertura ya se ha establecido uniformemente en toda la plantación se realizarán solamente plateos cada tres meses.

7.2.3. Podas

De Producción y mantenimiento. Esta poda se recomienda realizarla después de cada cosecha, donde se eliminan frutos y ramas secas que sirvan de hospederas a plagas que dañan directamente a los frutos del siguiente fructificación. De Renovación. Esta poda se realizará cuando la planta tenga más de 10 años, tiempo en el que decrece la producción. Esta se hará a nivel del suelo y se pueden trabajar con los rebrotes, o la plantación podrá renovarse sembrando nuevos plantones. La biomasa generada por esta actividad servirá de abono para la futura plantación.





7.2.4. Principales plagas

7.2.4.1. *Stenoma* sp. Lepidoptera; Stenomatidae “Barrenador del fruto del macambo”

El adulto es una mariposa nocturna de color cenizo, mide 19 mm .envergadura alar, la larva es marrón claro, mide aproximadamente 15 mm de longitud. El daño es ocasionado por la larva que se alimenta de hojas y frutos, en hojas ocasiona defoliaciones pequeñas, el mayor daño se observa en el fruto.

Durante su alimentación el insecto construye una especie de túnel fabricado con seda y sus excretas, el daño se identifica fácilmente debido a estas galerías que deja en la cáscara; no se ha visto daños en el interior del fruto sin embargo los frutos que sufren el daño de este insecto se secan, se ha contabilizado hasta 11 larvas en un solo fruto. Es la plaga principal del “macambo”.



7.2.4.2. Lepidoptera; Tortricidae “pegador de hojas”

El adulto es una mariposa nocturna de color marrón, el primer par de alas presenta tres manchitas uniformes separadas y ubicadas en el margen costal, mide aproximadamente 18 mm de envergadura alar, la larva es de color verde pálido y su cabeza negra, alcanzando a medir en su último estadio 16 mm de longitud, su pupa es de color marrón claro y mide 8 mm de longitud. El daño es ocasionado por la larva que pega la hoja para esconderse y alimentarse ocasionando raspaduras y perforaciones, el daño se identifica por las hojas que se encuentran pegadas entre sí. El controlador biológico es una avispa de la familia Brachonidae que parasita las larvas de esta plaga.

7.2.4.3. Lepidoptera; Sesiidae “barrenador del tronco del macambo”

Descripción. Las larvas son de color blanco, miden aproximadamente 17 mm. La larva se alimenta de la corteza, provocando una malformación de forma chancrosa de fácil observación.



7.2.4.4. Lepidóptera; Pshichidae

El adulto es una mariposa nocturna conocida comúnmente como “bicho cesto”. La larva vive en el interior de una estructura a manera de cesto que lo sirve de protección, es de color marrón oscuro mide 25 mm de longitud. La larva se alimenta de las hojas ocasionando diversos orificios en ellas.

7.2.4.5. Díptero; Cecidomyiidae: “agallero de las hojas” *Dasineura* sp.

El adulto es una mosquita de color anaranjado sus alas están cubiertas con abundantes pilosidades de color negro, mide 2 mm de longitud. La larva es transparente e hialina muy diminuta mide aproximadamente 0.5 mm de longitud. El daño lo ocasiona la larva y se reconoce por las agallas pronunciadas a manera de verrugas agudas muy abundante en las hojas.

7.2.4.6. Coleóptera, Curculionidae

La larva, mide aproximadamente 10 mm la cabeza es color rojo opaco y el cuerpo cremoso. El daño es ocasionado por la larva su actividad alimentaria es barrenar el tronco se reconoce por el aserrín que deja en la zona del daño.



7.2.4.7. Coleóptera, Cerambycidae

Descripción. La larva es de tipo cerambiforme de color amarilla, mide 26 mm de longitud, la cabeza es de color roja, el cuerpo tiene 12 segmentos, se observa a cada lado 9 espiráculos circulares, la parte dorsal y ventral de la larva presenta estructuras a manera de pseudopatas, la cual facilita un buen desplazamiento en el interior de la corteza. El adulto es de color negro, mide 20 mm de longitud. La larva barrena el tronco por debajo de la corteza ocasionando galerías, se identifica por la secreción gomosa que expide la planta, como respuesta al daño.

7.2.4.8. Orthóptera, Acrididae

El adulto es un grillo de color guinda, alas marrones, mide 30 mm de longitud. Estos insectos solo se encontraron en viveros ocasionando defoliaciones en hojas jóvenes.



7.3. Evaluación de crecimiento

El IIAP ha realizado la evaluación de crecimiento desde la instalación en campo definitivo hasta la floración en el banco de germoplasma de macambo *Theobroma bicolor* y en parcelas diversificadas de productores de comunidades de la zona de influencia de la carretera Iquitos Nauta. Esta actividad se realiza con la finalidad de evaluar el estado de la plantación y se realiza cada 3 meses hasta la floración. Se realizaron mediciones biométricas de altura de planta, diámetro basal (a 20 cm del suelo), altura de la primera ramificación, proyección de la copa y estado fitosanitario. En la etapa productiva se realizaron evaluaciones de características morfológicas y agronómicas de las poblaciones instaladas en el banco de germoplasma del IIAP.



Cuadro 2: Principales características morfo agronómicas de cuatro poblaciones de *Theobroma bicolor* a siete años después del trasplante.

CARACTERISITICA	POBLACIÓN			
	LISO SUAVE MEDIANO	RUGOSO DURO GRANDE	RUGOSO DURO PEQUEÑO	RUGOSO SUAVE GRANDE
FRUTOS/PLANTA	12,15	7,00	6,06	5,62
PESO FRUTO (g)	1631,67	1938,76	541,56	1961,86
PESO CÁSCARA (g)	860,33	996,05	302,44	1060,91
PESO PULPA (g)	510,00	668,90	153,13	602,08
PESO SEMILLAS (g)	261,33	270,29	85,99	298,88
Nº SEMILLAS	38,89	39,84	35,39	37,11
ºBRIX	13,32	15,26	17,42	14,39
% DE CÁSCARA	52,73	51,38	55,85	54,08
% DE PULPA	31,26	34,50	28,28	30,69
% DE SEMILLA	16,02	13,94	15,88	15,23

Fuente: Evaluación del banco de germoplasma de *Theobroma bicolor*, Frutales Nativos – IIAP



7.4. Fenología

La floración en las poblaciones de macambo es diferente, algunos tipos precoces de porte bajo inician la floración entre los 16 y 21 meses después del trasplante. Sin embargo el tipo tardío de porte alto puede iniciar la floración entre los 30-32 meses después del trasplante. La fructificación en el macambo finaliza de 3 o 4 meses desde la floración, cuando los frutos se desprenden de la planta. La fructificación ocurre entre los meses de enero y abril.



Flor de Macambo



Fructificación de planta precoz



Frutos desarrollados de macambo

8. Producción y Cosecha

Observaciones en el Centro de Investigaciones Allpahuayo del IIAP, informa de una producción promedio de siete frutos por árbol. La productividad por área estará definida por el distanciamiento de plantación. Para una densidad de 400 plantas por ha, se estima una cosecha de 2,800 frutos, con peso promedio de pulpa de 2,447 kg y 396 kg de semilla fresca. La producción de frutos se inició a partir del tercer año, producciones variables dependiendo de las poblaciones evaluadas.

La producción y rendimiento de las poblaciones de macambo, a los siete años de edad es aproximadamente los siguientes:

Para liso mediano suave el promedio de número de frutos por planta es de 11.46, con peso de 1.619 kg, rendimiento de pulpa de 507.21 g, peso de semillas 264.56 g.

Para rugoso duro grande el promedio de número de frutos por planta es de 7.27, con peso de 2.025 kg, rendimiento de pulpa de 699.73 g, peso de semillas 287.10 g.

Para rugoso suave grande el promedio de número de frutos por planta es de 7.23, con peso de 1.961 kg, rendimiento de pulpa de 600.40 g, peso de semillas 297.95 g.

Para rugoso duro pequeño el promedio de número de frutos por planta es de 7.41, con peso de 0.530 kg, rendimiento de pulpa de 146.80 g, peso de semillas 86.92 g.



La cosecha o recolección de frutos debe ser inmediata, para lo cual se recomienda recorrer diariamente la plantación. La permanencia de frutos en el suelo puede ocasionar pudrición, los ecotipos de cascara suave son más susceptibles al daño.

Los frutos recolectados no deben almacenarse por mucho tiempo, sin embargo, este puede prolongarse si se cosecha dos días antes que el fruto se desprenda de las ramas.



9. Valor Nutricional

Vásquez 1989, reporta como especie cultivado y que los frutos son comestibles. La pulpa que cubre a las semillas se lo consume crudo al natural y tiene un sabor agridulce; se emplea en la fabricación de bebidas refrescantes, helados y chocolates, las semillas cocidas a la brasa son muy agradables y tienen un gusto harinoso agradable, similar al de las habas cocidas. Es muy común en Iquitos, Perú, la venta de las semillas, ensartadas en alambres (brochette) asadas a la brasa (Ruiz 1993). En América Central se le cultiva por las semillas, que al mezclar con azúcar y achiote se preparan dulces, también se consume en bebidas frías y calientes (León 1987).



Semillas peladas de macambo



Pulpa refinada de macambo



Brochetas de semillas de macambo



La composición química (en base seca) de las semillas de macambo, expresadas en porcentajes reportan los siguientes valores: Humedad 5,57 %, ceniza 4,14 %, proteína 24,42 %, grasa 25,48 %, fibra cruda 30,86 % y carbohidratos 15,10%, Burlan & Bressani (1999).



Semillas torradas con sal



Néctar de pulpa de macambo



Mermelada de macambo



García, et al (2002) realizó la caracterización química y evaluación de la actividad antioxidante del macambo, reportando que el valor nutricional de este fruto está considerado con el tenor de lípidos 32,95 %, proteínas 13,30 % y fibras (fibras alimenticias insolubles y solubles FAI-FAS) 9,90 % y 2,30 % respectivamente, complejos muy importantes por que ejercen efectos fisiológicos directos a través del tracto intestinal.

Entre los tenores de ácidos grasos saturados (57,94 %) de fracción lipídica, destaca el ácido esteárico, mientras que los ácidos grasos insaturados (42,03 %) presenta elevado tenor de ácido oléico 39,9 %, ácido linolénico 2,2% y ácido linolénico 0,2%.

La presencia de elevados tenores de ácidos grasos insaturados, sugiere mecanismos de protección de estos en la prevención de procesos oxidativos en presencia de compuestos que poseen actividad antioxidante.

10.

Perspectivas

El IIAP cuenta el paquete tecnológico para el cultivo de macambo así como Información básica para posteriores trabajos de mejoramiento genético de la especie.

El macambo presenta un gran potencial para la agroindustria, ya que la parte aprovechable representa el 50% del fruto (pulpa mas semilla). En el caso de los macambos con cascara suave, se puede el 100% del fruto para la alimentación de animales domésticos como cerdos, ganado vacuno y otros.

El macambo en monocultivo se puede asociar con cultivos anuales como maíz, yuca, plátano, que se pueden aprovechar en dos primeros años de establecimiento de la plantación. El macambo es un componente de gran potencial para los sistemas producción diversificando con otras especies perennes de frutales amazónicos como copoazú, anona, zapote, caimito, casho, aguaje, huasaí etc.

Asimismo se puede considerar dentro de las especies con potencial de producción de biomasa y secuestro de carbono. Según Armas & Gonzales (2008) el macambo produce aproximadamente 71.87 Toneladas de biomasa total por hectárea y puede capturar 32.34 Toneladas de carbono por hectárea.



El macambo puede ser vendido como fruto entero o solamente las semillas. En Iquitos, las semillas se venden azadas en palitos (brochetas) o fritas en aceite vegetal y envasado en bolsas que son ofertados en los mercados, esquinas, bodegas, minimarkets etc.

Sin embargo existe una creciente demanda en el mercado nacional y la posibilidad de industrializar la pulpa para la elaboración de mermeladas, néctares y licores, así como para alimentación de peces en piscigranjas, animales menores silvestres y doméstico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERO, D. L. E. 1979. Principales plantas útiles de la Amazonia Colombiana. Proyecto Radargramétrico del Amazonas. Bogotá Colombia. 263 p.

ALAN, D. J; VASQUEZ, M. R. 1994. Amazonia Ethnobotanical Dictionary. CRC. Boca Raton. USA. p. 82.

BRACK, E. W. 1987. Especies Frutales Nativas y Vegetación Melífera en la Selva Central. San Ramón. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. INIAA. 50 p.

BRAKO, L. y J. L. ZARUCHI. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden. St. Louis, Missouri, EE.UU. 1 286 p.

CALZADA, B. J. 1985. Algunos frutales nativos de la selva amazónica de Interés para la industria. Publicaciones misceláneas N° 602. ISSN-0534-5391. Lima. Perú. 25 p.

CAVALCANTE, P. B. 1991. Frutas comestíveis da Amazônia. 5a ed. Edições CEJUP, Museo Paraense E. Goeldi, Belém. 279 p.

CAVALCANTE, P. B. 1988. Frutas comestíveis da amazonía. 4ta.ed. rev. ampl. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi; Companhia Souza Cruz industria e comércio pp. 65-66,93.

DELGADO, V. O. 1996. Estudio Germinativo de Quince (15) Especies de Frutales Amazónicos no Tradicionales. UNAP. Agronomía. Iquitos. Perú. 112 p.

DUKE, J. A. y R. VASQUEZ. 1994 Amazonian ethnobotanical dictionary. CRC Press. Boca Raton, Florida. 215 p.

FALCAO, M. de A. 1979. Aspecto fenológicos. ecológicos e de productividade de algumas fruteiras cultivadas na Amazõnia. Manaus. FUA/INPA. Vol. I 201 .

FLORES, P. S. 1997. Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima. 307 p.

GUTIÉRREZ, R. A. 1969. Especies Frutales Nativas de la Selva del Perú. Estudio botánico y de propagación por semillas. U. N. A. La Molina. Lima, Perú. p. 35-41.

LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica. p. 402

RUIZ, J. 1993 Alimentos del bosque amazónico: Una alternativa para la protección de los bosques tropicales UNESCO/ORCYT. Montevideo. 226 p.

VASQUEZ, M. R. 1996. Catálogo de los frutales comestibles de la amazonía peruana. In Press. 20 p.

VASQUEZ, M. R. 1989. Plantas Útiles de la Amazonía Peruana. Mimiografiado. p. 162

VILLACHICA, H. 1996. Frutales y Hortalizas Promisorias de la Amazonia. TCA. Lima. 367 p.