



TÉCNICAS PARA LA COLECTA DE POLEN Y POLINIZACIÓN CONTROLADA EN AGUAJE

(*Mauritia flexuosa* L. f.)

Autores:

Luis Freitas Alvarado

Kémber Mejía Carhuanca

Joel Vásquez Bardales

Juan Luis Alvarado Alvarado

Dennis del Castillo Torres





TÉCNICAS PARA LA COLECTA DE POLEN Y POLINIZACIÓN CONTROLADA EN AGUAJE

(*Mauritia flexuosa* L. f.)

Autores:

Luis Freitas Alvarado

Kémber Mejía Carhuanca

Joel Vásquez Bardales

Juan Luis Alvarado Alvarado

Dennis del Castillo Torres

Iquitos, agosto 2010

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA - IIAP

INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD PARA EL AGRO PERUANO - INCAGRO

Autores:

Luis Freitas Alvarado

KéMBER Mejía Carhuanca

Joel Vásquez Bardales

Juan Luis Alvarado Alvarado

Dennis del Castillo Torres

Manual técnico:

Técnicas para la colecta de polen y polinización controlada en aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.)

Impresión:

Servicios Generales Imagen Amazonía / William Dennis Angulo Tello

Av. José Abelardo Quiñones km. 2, Iquitos

Corrección de textos: Julio Bartra Lozano

Diseño y diagramación: Angel G. Pinedo Flor

Primera edición, Octubre 2010

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: 2010-13632

ISBN: 978-9972-667-77-0

© 2010, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

Av. José Abelardo Quiñones km 2.5, Iquitos, Perú.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra sea cual fuere el medio, electrónico o mecánico, sin el consentimiento por escrito de los editores.

Impreso en Perú / Printed in Peru

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Presentación | 5 |
| Introducción | 6 |
| Características generales de la especie | 7 |
| a. Descripción botánica | 7 |
| b. Descripción de la flor pistilada | 7 |
| c. Descripción de la flor estaminada | 8 |
| Ecología y diversidad | 8 |
| Polinización | 11 |
| Etapas del desarrollo floral | 11 |
| Aspectos básicos a considerar en la polinización controlada | 12 |
| Pasos en la aplicación de la técnica de polinización controlada | 13 |
| a. Selección de plantas pistiladas y estaminadas | 13 |
| b. Proceso de recolección del polen | 13 |

| | |
|--|----|
| c. Características de las bolsas aislantes | 14 |
| d. Aislamiento de raquillas | 15 |
| e. Colecta de polen | 16 |
| f. Producción de polen | 16 |
| g. Tamizado y envasado en crioviales | 17 |
| h. Viabilidad del polen | 18 |
| i. Preparación de la carga polínica | 19 |
| j. Aplicación de la técnica de polinización controlada | 20 |
| k. Desembolsado | 21 |
| l. Eficacia de la polinización controlada | 22 |
| Referencias bibliográficas | 24 |
| Glosario | 25 |
| Agradecimientos | 27 |

PRESENTACIÓN

Este documento, ha sido elaborado con el propósito de hacer accesible las técnicas desarrolladas sobre polinización controlada del aguaje, para los diferentes actores de la actividad agrícola, principalmente estudiantes y profesionales, de tal manera que constituya una herramienta de investigación y de mejoramiento genético de este importante frutal nativo, así como para el aprendizaje y adopción de tecnologías, como un aporte al proceso de desarrollo tecnológico agropecuario de la región Loreto.

La importancia del aguaje, radica fundamentalmente en sus propiedades nutritivas; sus frutos contienen alrededor de treinta miligramos de carotenos por cien gramos de pulpa, o sea veinte veces más que la zanahoria. El aceite tiene cinco veces más carotenos que el aceite de la palma aceitera. Estas bondades hacen del aguaje una alternativa para la seguridad alimentaria en la región, asimismo, el incremento del mercado interno de los frutos y el aceite ofrecen buenas oportunidades para el desarrollo de este cultivo.

Este manual es parte del resultado de la cooperación interinstitucional entre el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Proyecto de Investigación y Extensión Agrícola para la Innovación y Competitividad del Agro Peruano (PIEA-INCAGRO), perteneciente al Ministerio de Agricultura, efectuado en el marco del proyecto “Mejoramiento genético, caracterización molecular y tecnologías de alto valor agregado del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en la Amazonía peruana”.

Luis Esequiel Campos Baca
Presidente del IIAP



INTRODUCCIÓN

El aguaje *Mauritia flexuosa* L. f., es una palmera que está en proceso de domesticación; la parte más usada de la planta son los frutos cuyo mesocarpo es rico en beta carotenos. Una de las ventajas que ofrece la especie, es su gran variabilidad genética, encontrándose en la naturaleza fenotipos enanos y precoces, comunes y dísticos; diferentes tamaños y formas de fruto, colores y sabores de pulpa especiales como el tipo “shambo”, “amarillo” y “color”. Esta variabilidad debe ser aprovechada como base para un programa de domesticación y mejoramiento genético de la especie, que conlleve a mejorar los sistemas productivos.

La cosecha del aguaje en poblaciones naturales se realiza mayormente usando métodos destructivos, derribando la planta. Esta práctica ocasiona una fuerte erosión genética de la especie, reduciendo el número de plantas femeninas en las poblaciones naturales, disminuyendo así la producción y la calidad de los frutos.

Para desarrollar un programa de domesticación y mejoramiento genético de la especie, es necesario contar con técnicas y herramientas efectivas y de fácil aplicación. En este contexto la polinización controlada ofrece una alternativa para realizar cruzamientos entre diferentes fenotipos, a la par que se desarrollan las técnicas y protocolos para una posible propagación asexual. De igual manera se necesita la caracterización molecular, que permita acortar el tiempo para lograr fijar los caracteres de interés, mediante ensayos de estabilidad fenotípica y estimar la heredabilidad de los caracteres deseados.

Para la elaboración de este manual, se han adaptado las técnicas de colecta de polen y polinización controlada desarrolladas para *Elaeis guineensis* y *Bactris gasipaes* (Mora, 1980); a fin de ser utilizadas en *Mauritia flexuosa*. La aplicación de estas técnicas facilita el trabajo de mejoramiento genético de la especie.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE *Mauritia flexuosa* L. f. (AGUAJE)

a. Descripción botánica

El “aguaje”, es una palmera dioica, monocaule. Estípite recto y cilíndrico de hasta 35 m de altura y 50 cm de diámetro aproximadamente, con espacios internodales mayores a 10 cm. Hoja compuesta, costapalmada, conformada por 120 a 236 segmentos foliares; pecíolo de 1,6 a 4 m de largo, 8 a 10 inflorescencias interfoliares de 2 a 3 m de largo. Fruto elipsoide-oval, de 5 a 7 cm de largo por 4 a 5 cm de diámetro, cubierto por escamas córneas de color rojo vinoso o rojo oscuro.

b. Descripción de la flor pistilada (femenina)

La flor femenina madura mide aproximadamente 1,7 x 1,2 cm, consta de un cáliz conformado por tres sépalos de color anaranjado, connados, con los extremos libres formando tres lóbulos, de apariencia petaloide (tépalos) y una corola tubular conformada por tres pétalos (tépalos) anaranjados, unidos en la base y libres en el ápice. Los siguientes dos verticilios están conformados por seis estaminodios, tres de ellos ocultos al interior de la corola y tres observables fuera del mismo, éstos tienen los filamentos engrosados, aplanados y connados desde la

base hasta la mitad inferior, además de adnatos a la corola tubular. Gineceo con un pistilo engrosado, estigma sésil, papilado, con mucilago y de forma cónica. Estilo corto, engrosado con tricomas en forma de placas (figura 1). El ovario está cubierto de escamas, es súpero, tricarpelar, unilocular, triovular con un óvulo por lóculo (Storti, 1993).

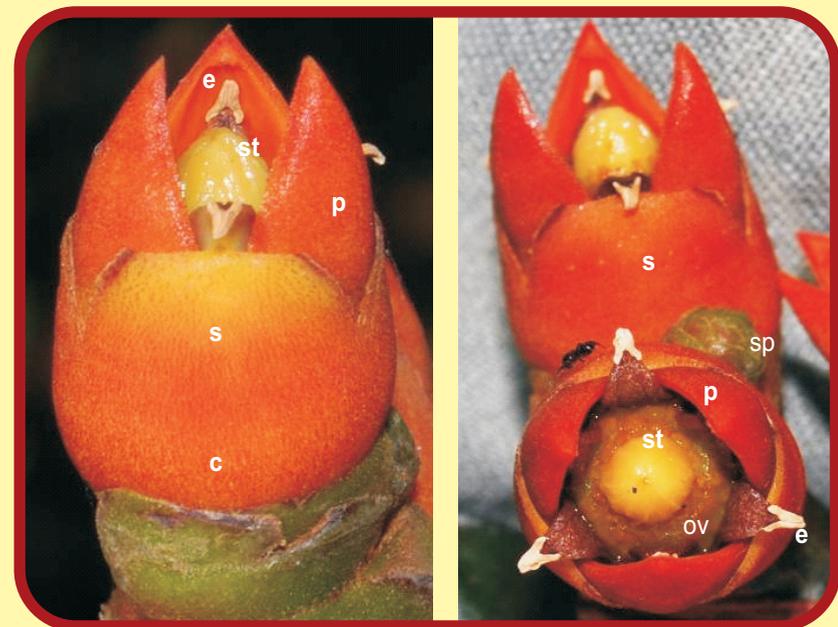


Figura 1: Partes de la flor femenina de *Mauritia flexuosa* L. f. e: estaminodio; c: cáliz; s: sépalo; ov: ovario; p: pétalo; st: estigma.

c. Descripción de la flor estaminada (masculina)

El cáliz es corto, tubular, con tres sépalos connados formando una copa de color anaranjado pero con apariencia diferente a la corola, la cual está formada por tres pétalos alargados, coriáceos anaranjados, unidos en su base en un tercio de su longitud y libres en los dos tercios superiores. Seis estambres, con los filamentos alargados, aplanados, anchos, anteras basifijas con dehiscencia longitudinal, con dos tecas largas y cada una con dos esporangios (figura 2). No es posible observar a simple vista el verticilio interno correspondiente a los carpelos, estando éstos presentes como estructuras vestigiales (León, 2009).

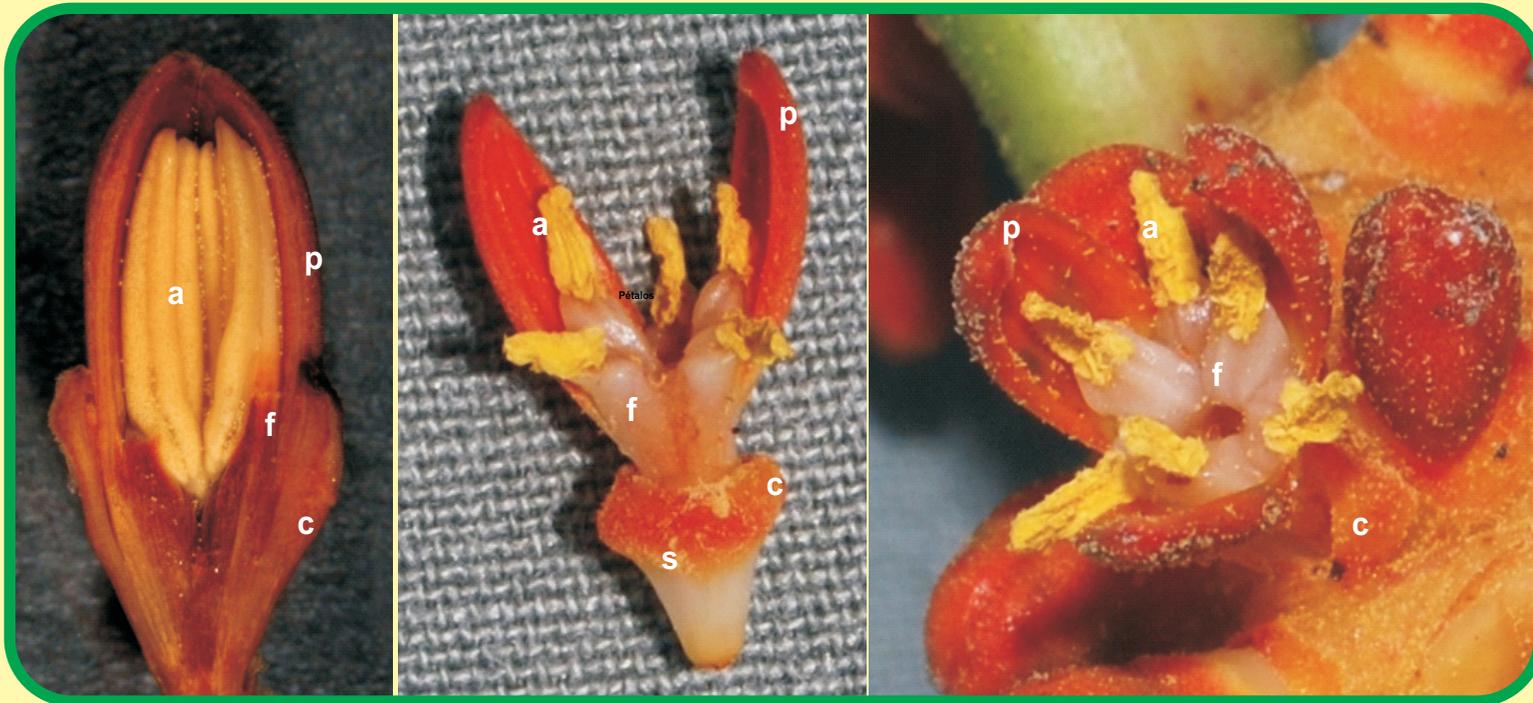


Figura 2: Detalles de la flor masculina cerrada (izquierda) y en antesis (centro y derecha).
a: antera; c: cáliz; f: filamento; p: pétalos; s: sépalos.

Ecología y diversidad

Mauritia flexuosa, conocida comúnmente como “aguaje” en la Amazonía peruana, es una palmera que está estrechamente vinculada a la vida y cultura de los pueblos amazónicos. La especie se desarrolla en ecosistemas denominados “aguajales”, los cuales constituyen humedales que juegan un rol importante desde el punto de vista económico, social y ambiental en la Amazonía (Del Castillo et al., 2006).

Se adapta también a terrenos no inundables con buen drenaje o drenaje deficiente. El aguaje es la palmera de más amplia plasticidad ecológica. En la Amazonía peruana existen aproximadamente 5,64 millones de hectáreas de “aguajales” (Mejía, 2000).

La especie muestra una alta variabilidad, se han identificado plantas con diferente tamaño de frutos, altura de la palma,

producción y edad a la primera cosecha. Los recolectores reconocen hasta tres tipos de aguaje por el color de la pulpa de los frutos: “amarillo o posheco” cuando todo el mesocarpo es de color amarillo; “color” cuando la parte externa del mesocarpo es rojizo y el resto es amarillo, y “shambo” cuando todo el mesocarpo es rojo (figura 3). Por la arquitectura de la planta se han encontrado aguajes dísticos, cuando las hojas están en dos hileras en sentido contrario, dando la apariencia a un abanico (figura 6). Por la altura de la planta, el “aguaje enano” (Figura 4), cuya característica más saltante son sus entrenudos foliares de aproximadamente 6 cm y precocidad, primera floración entre los 5 a 6 años (Freitas, 2007). Y, se conoce el aguaje común, que son aquellas palmeras que están más frecuentes en las poblaciones naturales de aguaje, con estípites rectos que pueden alcanzar hasta 35 m, entrenudos foliares mayores que 10 cm, y el inicio de la producción a partir de los 10 años (figura 5).



Figura 3: Tipos de aguaje por el color de la pulpa: amarillo (posheco), rojizo (color) y rojo (shambo).



Figura 4. Ejemplar adulto de aguaje “enano” (porte bajo).

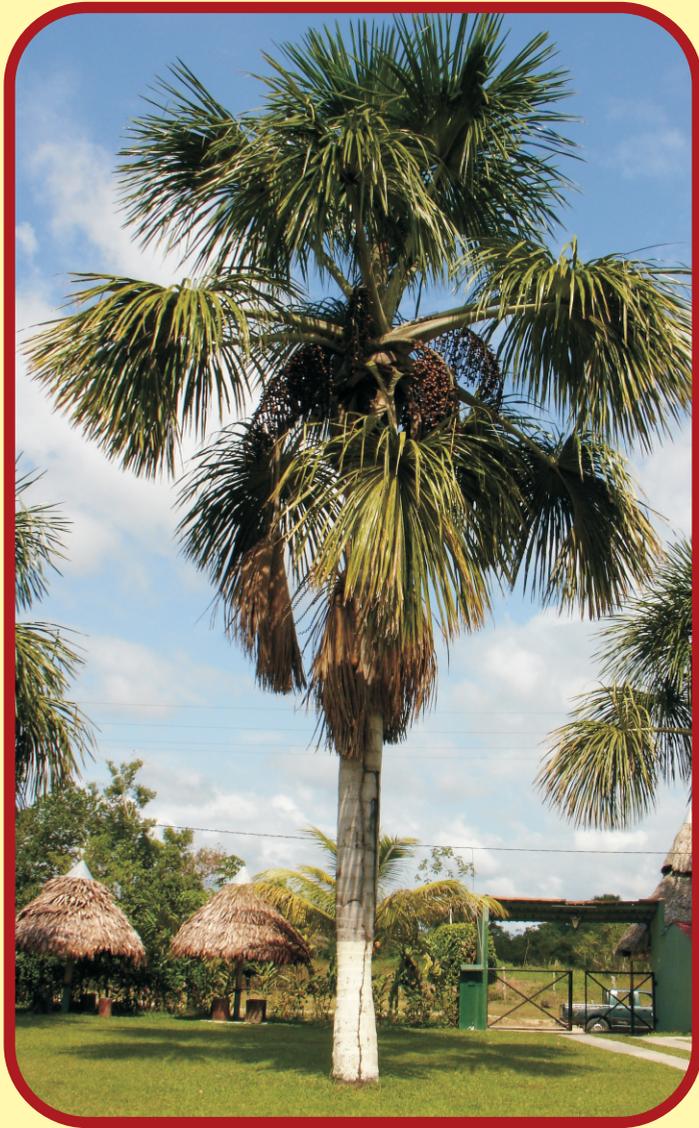


Figura 5. Aguaje "común".

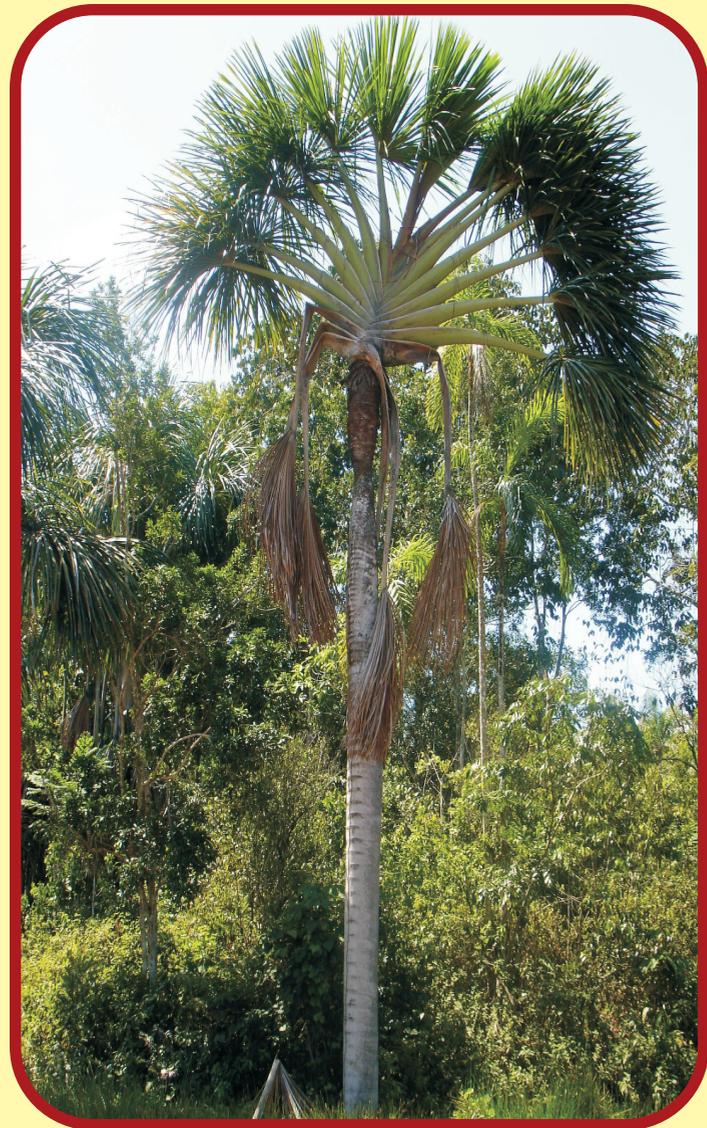


Figura 6. Aguaje dístico.

Polinización

En su condición de planta dioica, la polinización del aguaje ocurre mediante la transferencia del polen proveniente de la antera de una planta masculina, al estigma de la flor de una planta femenina. En condiciones naturales, ello ocurre por la acción de insectos polinizadores. Luego se produce la germinación del tubo polínico, el cual crece hasta llegar al óvulo, lugar donde se va a efectuar la fecundación. La polinización puede ser natural o artificial. En esta especie la polinización natural es cruzada, porque el polen es transportado a los órganos femeninos de otra planta, en cambio la polinización artificial, controlada, asistida o manual se realiza mediante intervención directa del hombre, controlando todo el proceso reproductivo. Para ello se seleccionan las plantas masculinas y femeninas, las flores pistiladas se aíslan. Para evitar que llegue al ovario el polen de otras plantas, se colecta el polen de las anteras de plantas deseadas y se transporta hasta el estigma de la flor pistilada.

Etapas del desarrollo floral

Uno de los aspectos más importantes para planificar la colecta del polen y la aplicación de la polinización controlada, es el conocimiento de la biología floral de la especie.

Un esquema de la duración de los principales eventos fenológicos del aguaje se presenta en la figura 7. Las raquillas emergen entre la quinta y sexta semana después de la aparición de la inflorescencia; los botones florales aparecen entre la segunda y tercera semana después de las raquillas; la antesis se produce entre la quinta y sexta semana después de la aparición de los botones florales y dura entre 5 y 6 días.

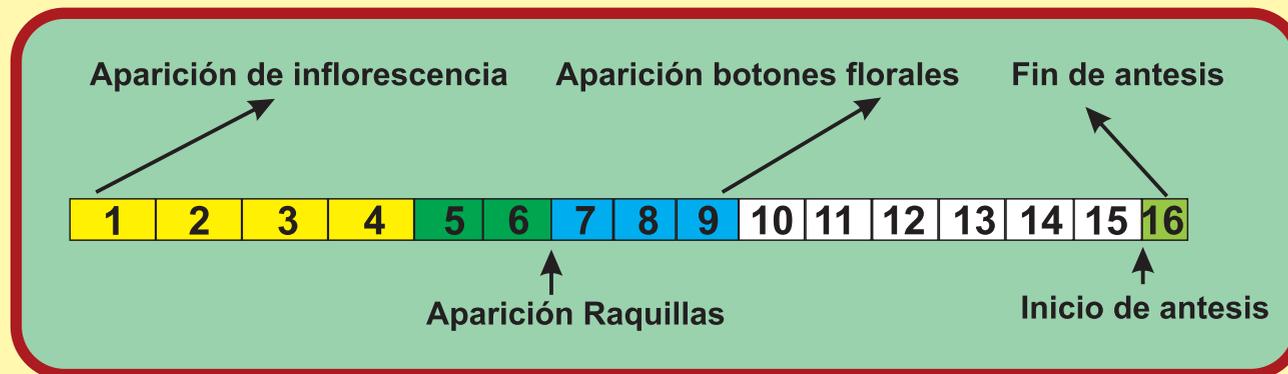


Figura 7. Duración de las etapas de la floración del aguaje, en semanas.

ASPECTOS BÁSICOS A CONSIDERAR EN LA POLINIZACIÓN CONTROLADA DEL AGUAJE

1. El aguaje es una planta dioica, es decir; que existen plantas de sexo masculino (plantas con flores estaminadas) y sexo femenino (plantas con flores pistiladas) en forma separada.
2. El sistema de reproducción del aguaje es xenogámico, es decir que el sistema de polinización es cruzada entre individuos distintos, con polinización entomófila. La polinización por el viento (anemofilia) no ocurre en esta especie (Storti, 1993).
3. La antesis masculina y femenina no ocurre en todas las flores de una inflorescencia al mismo tiempo.
4. La antesis femenina se reconoce por la apertura de las brácteas florales. La zona del estigma se presenta húmeda con una mucosidad interna; en este momento el estigma es considerado receptivo y es el momento oportuno para la polinización. Tiene una duración de 4-5 días.
5. La antesis masculina se reconoce por la apertura de las brácteas florales y rompimiento del saco polínico. En esta etapa las flores exhalan un olor que atrae gran cantidad de insectos. Tiene una duración de 5-6 días.
6. La aparición de las inflorescencias tanto en plantas femeninas y masculinas puede darse en el primer y segundo semestre del año, con una mayor frecuencia durante los meses de julio a agosto.
7. El tiempo que toma la formación de una inflorescencia femenina hasta el inicio de la antesis es de aproximadamente tres meses. La madurez de frutos hasta cuando éstas comienzan a desprenderse del raquis, varía de 9 a 12 meses.
8. El periodo de formación de una inflorescencia masculina hasta el inicio de la antesis es de aproximadamente tres meses.
9. El polen germina muy bien en un medio de cultivo líquido, compuesto por sacarosa, ácido bórico y nitrato de calcio.

Pasos en la aplicación de la técnica de polinización controlada del aguaje

a) Selección de plantas masculinas y femeninas

Los progenitores deben ser seleccionados sobre la base de sus características fenotípicas y su potencial genético. Las experiencias que se presentan en este manual provienen de trabajos realizados con progenitores estaminados y pistilados precoces y de porte bajo ("aguaje enano"); estas características facilitan las actividades de colecta y la aplicación de polinización controlada.

Asimismo, los individuos pistilados a seleccionarse deben cumplir con las características de una planta ideal (ideotipo) para el desarrollo del cultivo acorde con la fruticultura moderna y para su uso agroindustrial, como son: plantas precoces, inicio de floración al quinto año del cultivo; estípote corto, menor de 2 m a la primera emisión de la inflorescencia; alta producción (más de

5 racimos por año), rendimiento de frutos mayor a 50 kg por racimo, longitud del fruto mayor de 5 cm, peso del fruto mayor de 70 g y plantas libres de ataques de plagas y enfermedades.

b) Proceso de colecta del polen

Se inicia con el aislamiento de la inflorescencia, cosecha de flores estaminadas, preparación y acondicionamiento del polen y control de calidad del mismo. Los materiales y equipo utilizados en este proceso son los siguientes: bolsas de tela jean para aislar raquillas, cinta masking tape, algodón, envases de vidrio, balanza, refrigeradora, silicagel y papel de aluminio.

c) Preparación de las bolsas aislantes

Las bolsas a usarse en el aislamiento de raquillas deben confeccionarse con tela doble (tipo jean), la longitud debe ser del tamaño proporcional al de las raquillas, generalmente de 1 a 1,5 m, y el ancho de 30 cm, resistente a la lluvia, y principalmente que impidan el paso al interior de insectos pequeños. Es conveniente que tenga un "mirador", confeccionado de material plástico transparente que permita observar las inflorescencias especialmente el inicio de la antesis, que es el momento oportuno para la colecta del polen y la aplicación de la polinización controlada (figura 8).

Las bolsas deben tener unas soguillas en la parte de la entrada ("boca de la bolsa"), las cuales servirán para sujetarlas fijamente a la base de la inflorescencia.



Figura 8. Bolsas para la cosecha de polen.

d) Aislamiento de raquillas

El aislamiento de raquillas (embolsado) deberá efectuarse al inicio del cambio de coloración de las espiguetas de color verde a un color amarillento, este evento sucede generalmente antes de los 10 días de inicio de la antesis floral (Freitas, 2006).

Deberá realizarse una limpieza previa de las flores, retirando insectos o plagas que acompañan muchas veces a las inflorescencias y que posteriormente pueden causar daños. La bolsa colectora debe colocarse teniendo mucho cuidado en no

dañar las espiguetas, la base de la raquilla que será aislada deberá limpiarse para insertar la “boca” de la bolsa, la cual deberá ser fijada sobre ella utilizando como empaque algodón y luego debe ser sellada con cinta masking tape para evitar la fuga de polen y el ingreso de insectos y de humedad (figura 9).

Deberá anotarse la fecha de embolsado, la cual puede hacerse con marcador de tinta indeleble sobre la superficie de la bolsa y aparte en formatos diseñados para tal fin.



Figura 9. Raquillas aisladas.

e) Colecta de polen

La colecta de polen debe hacerse de preferencia entre el tercer y cuarto día de antesis cuando por lo menos 2/3 de las flores en las espiguetas se hayan abierto, en este estado las flores emiten un olor agradable y numerosos insectos cubren las espiguetas de las raquillas no aisladas. En el momento de la antesis el polen se desprende fácilmente de las bolsas polínicas. Esta operación debe hacerse de preferencia en horas cálidas del día para evitar que el polen se adhiera a las paredes de las bolsas.



Figura 10. Corte de raquillas.

La cosecha consiste en el corte de las raquillas embolsadas (figura 10), estas se transportan a un lugar cerrado, se extraen de las bolsas, se seccionan en pedazos de 20 a 30 cm y son batidas sobre la superficie de una mesa en papel kraft (figura 11).



Figura 11. Batido de flores.

f) Producción de polen

Una raquilla con 50 espiguetas produce entre 1 y 3 g de polen, se calcula que un racimo con un promedio de 40 raquillas puede producir de 40 a 120 g de polen, mientras que una planta con 7 racimos podría producir de 280 g a 840 g. Se puede inducir la apertura de las flores cerradas de las espiguetas que quedan luego del batido, mediante un secado a 30 °C durante 8 horas; esto permite aumentar la producción de polen en aproximadamente 20% a 25%.



Figura 12. Tamizado del polen.

g) Tamizado y envasado en crioviales

El polen bruto obtenido debe ser cribado en tamices finos de 8 a 10 mm² (figura 12). Después de colectar el polen, este debe acondicionarse en envases de vidrio transparente, para facilitar el pesado y calcular la producción. El polen obtenido se coloca en un recipiente de vidrio, luego se envasa en cantidades de 0,5 g en crioviales de vidrio debidamente etiquetados indicando la identidad del polen y la fecha de colecta para su almacenamiento, para luego acondicionarlos en envases oscuros de rollos fotográficos, poniendo en su interior silicagel (figuras 13, 14 y 15).



Figura 13. Polen en crioviales.



Figura 14. Polen en frasco de vidrio.



Figura 15. Crioviales con polen guardado en envases de plástico.

h) Medición de viabilidad del polen

El porcentaje de viabilidad inicial del polen fresco varía entre 68,6% y 77,4%. El efecto de las pruebas en la conservación del polen bajo dos temperaturas, no presenta una diferencia estadística significativa. Las pruebas de conservación a 8 °C son ligeramente superiores a los conservados a -8 °C, sin embargo en ambos casos a los 30 días estos mantienen niveles aceptables de viabilidad superiores a 40%. Si apartir de los 45 días este valor queda por debajo de 40% de viabilidad, se considera de mala calidad, debiendo eliminarse (figura 16).

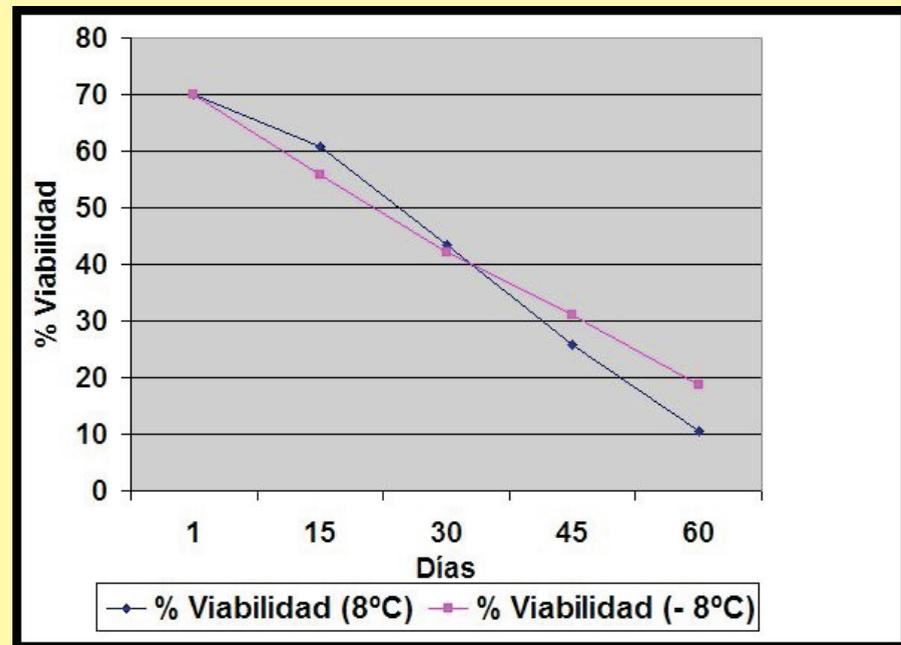


Figura 16. Porcentaje de viabilidad del polen en un periodo de 60 días.

El porcentaje de germinación del polen es analizado in vitro, utilizando una solución compuesta de 10% de azúcar, 0,01 g de ácido bórico, 0,03 g de nitrato de calcio en 100 ml de agua destilada. Se homogeniza el medio de cultivo utilizando un agitador magnético; con una pipeta se vierte de 2 a 3 gotas del medio de cultivo en la superficie de un portaobjeto.

Los portaobjetos son introducidos en el interior de una placa petri (cuya tapa contiene papel secante humedecido), la cual se transporta a la sala de incubación que debe tener condiciones de buena iluminación.

Los granos de polen se siembran en la superficie del portaobjeto, después de dos horas se obtiene el porcentaje de germinación. Con la ayuda de un microscopio en una muestra de 500 granos, con tres réplicas por cada muestra colectada, se cuentan y registran la cantidad de granos que logran formar tubo polínico y granos que no logran formarlo.

El porcentaje de germinación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{granos germinados}}{\text{granos totales}} \times 100$$

i) Preparación de la carga polínica

La carga polínica consiste en la mezcla de polen y talco blanco inerte en la proporción de 1:2, (0,5 g de polen por 1 g de talco), para obtener mayor dispersión. La muestra de polen es pesada en el laboratorio y acondicionada para su transporte en crioviales de 1,5 ml, para luego ser vertida junto con el talco al envase pulverizador de plástico transparente; la mezcla debe ser agitada para uniformizarla quedando la carga lista para su utilización (figuras 17 y 18).



Figura 17. Vaciado de polen en el pulverizador.



Figura 18. Pulverizador con la carga polínica lista.

j) Aplicación del polen (polinización)

De igual modo que en las inflorescencias masculinas, el proceso para la aplicación de la polinización controlada, se inicia con el aislamiento de las raquillas. Las bolsas aislantes tienen las mismas características que las usadas para la cosecha de polen, las cuales son atadas del mismo modo en las raquillas de las plantas femeninas.

La aplicación de la polinización consiste en el espolvoreado del polen a las inflorescencias femeninas receptoras en estado de antesis. La antesis de flores pistiladas se reconoce fácilmente, las brácteas florales están abiertas totalmente, son de color amarillento, emiten un olor agradable y la zona del estigma se presenta húmeda con una mucosidad superficial (figura 19). La aplicación es conveniente en horas de sol o cuando la bolsa este seca para evitar que la carga polínica se adhiera en las paredes de la bolsa.



Figura 19. Flores pistiladas en antesis.

Para la aplicación del polen, es necesario perforar la mica de las bolsas mediante una pequeña incisión con la ayuda de una navaja; seguidamente se introduce la punta del pulverizador, que contiene la carga polínica; se presiona repetidamente, rociando a las flores de arriba hacia abajo, luego se mueve la bolsa y se dan suaves golpes en las paredes para soltar el polen que queda adherido a la bolsa; finalmente se cierran los agujeros con cinta adhesiva (figuras 20, 21 y 22).

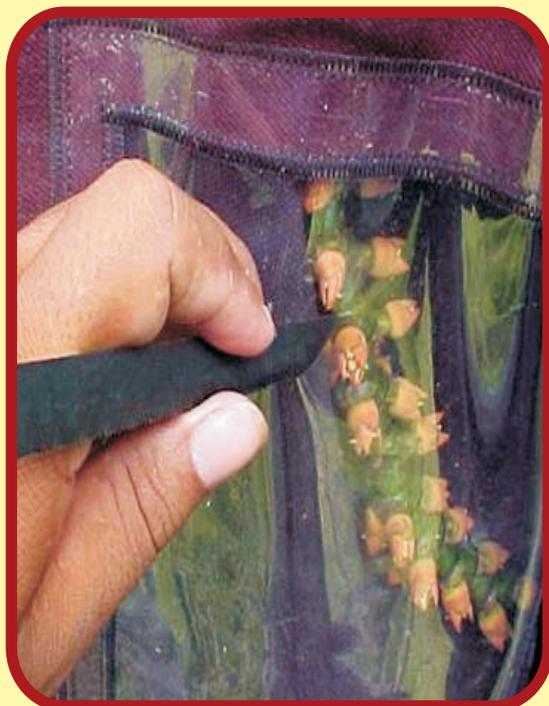


Figura 20. Incisión de la mica.



Figura 21. Aplicación de polen.



Figura 22. Cierre de agujero.

k) Desembolsado

Se deben retirar las bolsas aislantes preferentemente a los 10 días de haber realizado la polinización controlada. El retiro de las bolsas debe hacerse con mucho cuidado para evitar la caída de frutos polinizados (figuras 23 y 24).

Se ha observado que los frutos obtenidos mediante polinización controlada que siguen embolsados, después de los 20 días tienden a volverse amarillentos y a caer posteriormente.



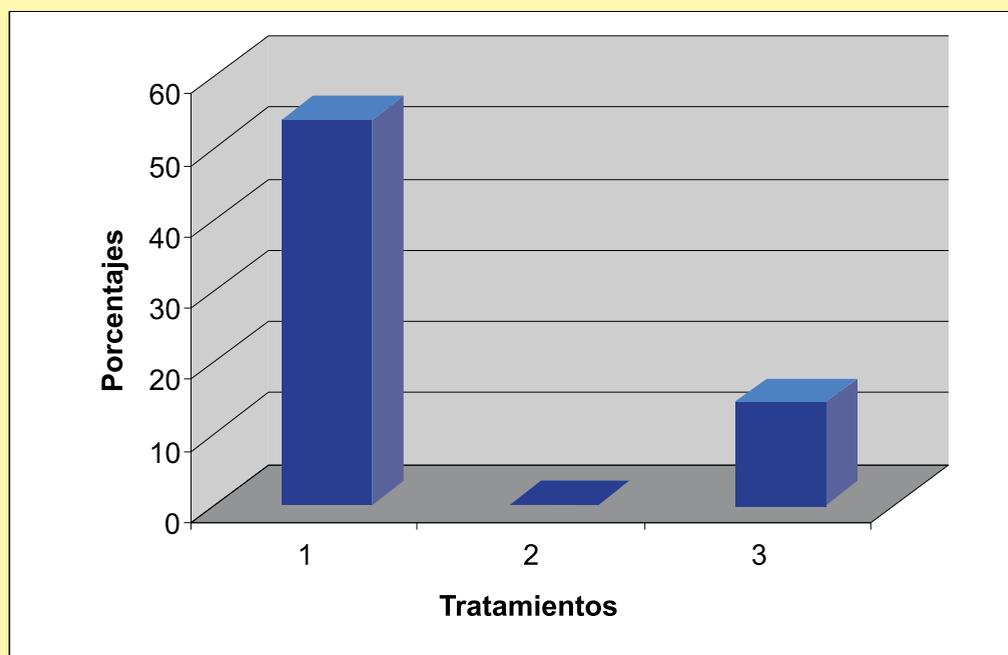
Figuras 23 y 24. Raquillas desembolsadas.

I) Medición de la eficacia de la polinización controlada

Para evaluar la eficacia de la polinización controlada, en comparación con la polinización libre o natural, se presentan los resultados de un experimento que consistió en la aplicación de tres tratamientos: 1) Se aislaron raquillas y se aplicó polinización controlada; 2) Para determinar si *Mauritia flexuosa* es capaz de fructificar en ausencia de polen, se realizó la prueba de agamospermia, para ello se aislaron raquillas, y no se aplicó polinización controlada y 3) Prueba de eficiencia reproductiva

natural, se evaluó la producción de frutos en raquillas sin aislamiento ni polinización controlada (polinización natural).

En términos porcentuales en la prueba de polinización controlada, se obtienen el 54% y 27,6% de frutos iniciales y finales respectivamente con relación al número de botones florales aislados; mientras que en la polinización natural esta relación es del 14,5% de frutos iniciales y 9,38% de frutos finales; es decir, se obtiene cerca de cuatro veces más frutos iniciales aplicando la polinización controlada (figura 25).



Las flores de la prueba de agamospermia no fructificaron, demostrando que *Mauritia flexuosa* es una especie que no es capaz de fructificar en ausencia de polen.

Figura 25. Porcentaje de frutos iniciales obtenidos en *Mauritia flexuosa*, mediante la aplicación de tres tratamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Del Castillo D, Otárola E, Freitas L. 2006. Aguaje, la maravillosa palmera de la Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 51 pp.
- Freitas L. 2007. Caracterización del morfotipo “aguaje enano” (*Mauritia flexuosa* L. f.) de acuerdo a estructuras vegetativas y reproductivas en la región Loreto, Amazonía peruana. Tesis para obtener el grado de magister en Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, UNAP.
- FREITAS L, PINEDO M, LINARES C, DEL CASTILLO D. 2006. Descriptores para el aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.). Documento Técnico N° 30. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos Perú. 33 pp.
- León M. 2009. Estudio morfológico-histológico de la determinación del sexo de *Mauritia flexuosa* L. f. en estadios tempranos del desarrollo. Informe del trabajo de investigación realizado para optar la diploma de Estudios Avanzados. Programa de Doctorado: Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales. Instituto Agroforestal Mediterráneo. Departamento de Ecosistemas Agroforestales. Universidad Politécnica de Valencia.
- Mejía K. 2000. Palmerales de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Informe final. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 38 pp.
- Mora J. 1980. Consideraciones preliminares sobre el desarrollo de una técnica de polinización controlada en pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Agron. Costarr. 4(1): 119-121.
- Storti, E. 1993. Biología Floral de *Mauritia flexuosa* L. f. na Regiao de Manaus, AM, Brasil. Acta Amazónica 23 (4): 371-381.

GLOSARIO

Agamospermia: formación de semillas sin fecundación, por lo que se denominan falsas semillas.

Alógama: especie que se reproduce por fecundación cruzada, aun cuando pueda ocurrir en ella la autofecundación.

Dioico: dicho de una especie que tiene las flores de cada sexo en pies separados. Es aquél en que los gametos masculinos y femeninos son portados por individuos distintos.

Antesis: tiempo de apertura de una flor durante el cual ocurre la polinización.

Apomixia: reproducción por medio de semillas formadas sin fertilización.

Espiguetas: espiga pequeña, correspondiente al tercer eje de crecimiento de la inflorescencia del aguaje, sobre la cual crecen las flores masculinas. Se trata de una inflorescencia del tipo amento.

Fenotipo: es la característica visible de un árbol. El fenotipo es determinado por la interacción del genotipo con el ambiente en que éste crece.

Ideotipo: es el tipo ideal o espécimen perfecto. Es una descripción o ilustración de cual es la meta final del mejoramiento genético de una especie.

Inflorescencia: arreglo de las flores cuando no son solitarias.

Monocaula: que produce sólo un tallo y no tiene crecimientos laterales (brotes o hijuelos).

Monoico: plantas con flores estaminadas y pistiladas (masculinas y femeninas) en un mismo pie.

In vitro: literalmente en el vidrio, en el tubo de ensayos del laboratorio, investigado y manipulado fuera del organismo vivo. Investigación que se realiza fuera del organismo, en el vidrio de un tubo de ensayo (fecundación in vitro).

Polen: es el nombre colectivo de los microgametofitos (granos de polen) de las plantas con semilla (espermatofitos). El grano de polen tiene una cubierta resistente que facilita su viabilidad mientras es transportado de la planta que la ha originado a otra (proceso de polinización).

Polinización: llegada del polen a la parte receptiva (estigma) de la flor femenina.

Polinización libre: polinización debida al viento o insectos.

Polinización controlada: es una polinización dirigida de las flores femeninas de un árbol, usando polen de una fuente conocida, usualmente de un árbol conocido.

Progenitores: plantas utilizadas como padre y madre, para la producción de uno o más individuos.

Raquillas: pequeño eje prolongado arriba de la inserción de las glumas, que sostiene cada antecio en las espiguillas de las gramíneas.

Viabilidad: capacidad de vivir, crecer y desarrollarse.

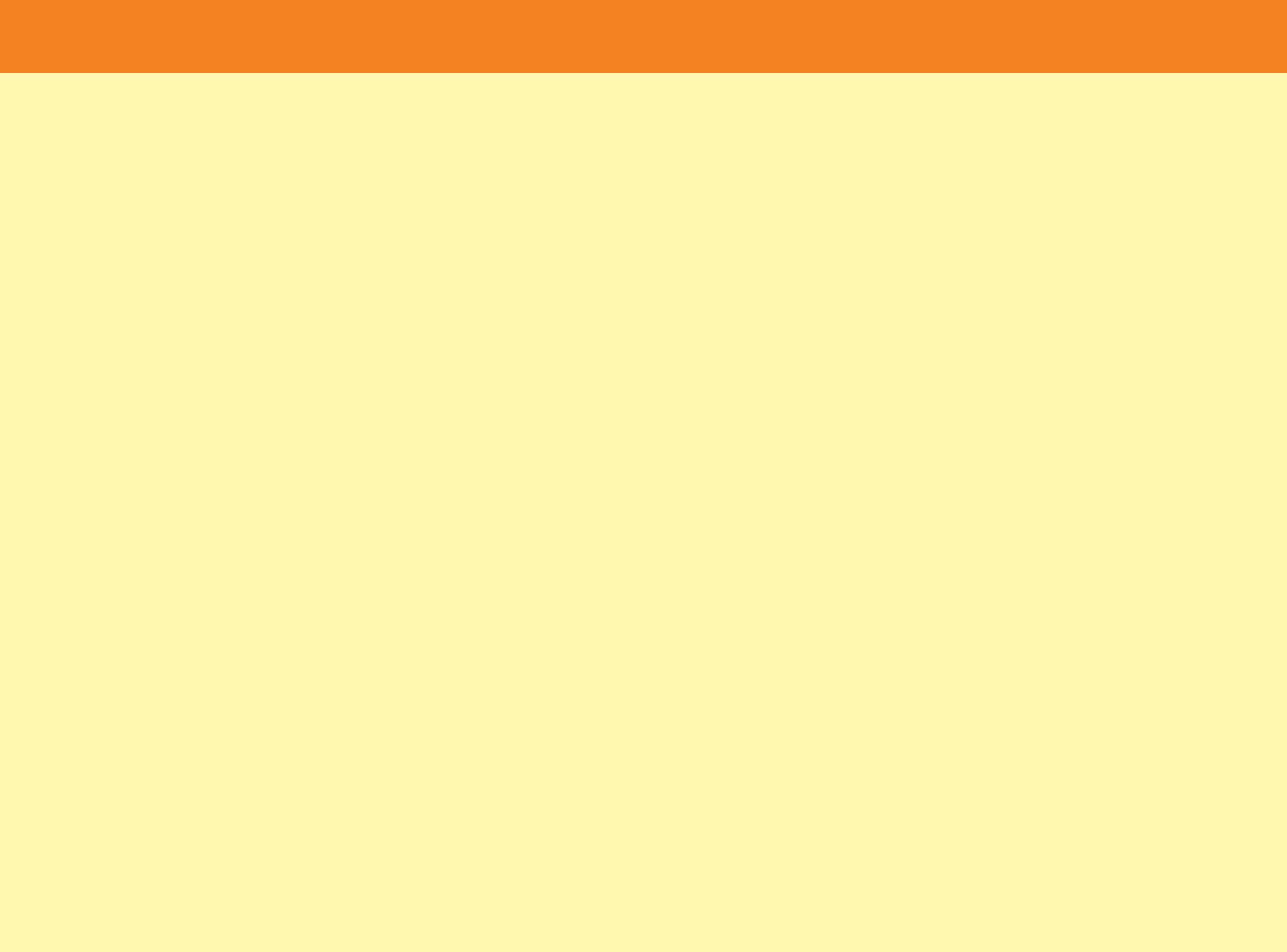
Xenogamia: polinización cruzada entre individuos distintos. Polinización con polen proveniente de otros individuos.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto de Investigación y Extensión Agrícola para la Innovación y Competitividad del Agro Peruano (PIEA-INCAGRO), del Ministerio de Agricultura, por el apoyo financiero para la ejecución de los trabajos de campo y publicación del documento.

Al biólogo Marco León, investigador del Instituto Investigación Biológica de las Cordilleras Orientales (INIBICO); a los ingenieros Sixto Imán Correa, investigador del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Mario Pinedo Panduro, investigador del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, y Roberto Rojas Ruiz, profesor de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por la revisión del documento.

A los productores y propietarios de plantas de aguaje, que permitieron y apoyaron la ejecución de los experimentos en sus predios, así como en la colecta y evaluación del material estudiado.





INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE
LA AMAZONIA PERUANA



INCAGRO
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INCAGRO

**PROYECTO = DOMESTICACION Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL
AGUAJE (*Mauritia flexuosa Lf*) EN LA AMAZONIA PERUANA**

ENSAYO DE PROGENIES CON GERMOPLASMA DE AGUAJE ENANO
PRODUCIDO POR POLINIZACION CONTROLADA

DISTANCIAMIENTO = 6M X 6M Y UNO EN EL CENTRO
FECHA DE INSTALACION = 14_20/03_2005