



PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL AGUAJE

Periodo 2010-2020



PROYECTO: "Mejoramiento genético, caracterización molecular y tecnologías de alto valor agregado del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en la Amazonía peruana"

PROYECTO: “Mejoramiento genético, caracterización molecular y tecnologías de alto valor agregado del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en la Amazonía peruana”

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL AGUAJE

Periodo 2010-2020

EQUIPO TÉCNICO:

Dennis del Castillo Torres (coordinador general)
Luis Freitas Alvarado (coordinador técnico)
Carmen García Dávila
Víctor Sotero Solís
Dora García de Sotero
Sixto Imán Correa
Roberto Rojas Ruiz
Kémber Mejía Carhuanca
Agustín Gonzales Coral

Iquitos, Agosto 2010



INCAGRO
Innovación y Competitividad para el Agro Peruano

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA - IIAP

INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD PARA EL AGRO PERUANO - INCAGRO

Equipo Técnico:

Dennis del Castillo Torres (coordinador general)

Luis Freitas Alvarado (coordinador técnico)

Carmen García Dávila

Víctor Sotero Solís

Dora García de Sotero

Sixto Imán Correa

Roberto Rojas Ruiz

Kémber Mejía Carhuanca

Agustín Gonzales Coral

Programa de mejoramiento genético del aguaje, periodo 2010-2020

PROYECTO: "Mejoramiento genético, caracterización molecular y tecnologías de alto valor agregado del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en la Amazonía peruana"

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: 2010-13630

ISBN: 978-9972-667-76-3

© 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

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	LÍNEA BASE	7
2.1.	DISPONIBILIDAD DE GERMOPLASMA	8
2.1.1	Banco de germoplasma Allpahuayo	8
2.1.2	Parcela de progenies de medios hermanos del aguaje fenotipo “enano”, ecotipo varillal, año 2002	8
2.1.3.	Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo “enano”, año 2005	8
2.1.4	Parcela de progenies de medios hermanos de aguaje fenotipo “enano” polinización libre, año 2006.	8
2.1.5	Parcela de progenies de medios hermanos de polinización libre de aguaje fenotipo “común”, ecotipo “aucayo”, año 2008	9
2.1.6	Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje “enano” por aguaje “común”, ecotipo “aucayo”, año 2009	9
2.1.7	Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo “enano” por aguaje fenotipo “común” tipo shambo, ecotipo “aucayo”, año 2010	9
2.1.8	Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo “enano” por aguaje fenotipo “común” tipo color, ecotipo “aucayo”, año 2010	9
2.1.9	Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo “enano” por aguaje fenotipo “común” tipo amarillo, ecotipo “aucayo”, año 2010	9
2.1.10	Análisis y evaluación de la disponibilidad de germoplasma de aguaje en la región Loreto	9
2.2	AVANCES EN MEJORAMIENTO GENÉTICO	12
2.2.1	Desarrollo de un protocolo para la polinización controlada	12
2.2.2	Parcelas de evaluación de progenies de medios hermanos	12
2.2.3	Mejoramiento por cruces de matrices de aguaje fenotipos “enano” con polinización controlada	12
2.2.4	Análisis del mejoramiento con colectas del fenotipo “enano”	12
2.2.5	Análisis del mejoramiento con cruces del fenotipo “enano”	14
2.3	INVESTIGACIONES EN MICROPROPAGACIÓN	14
2.4	CARACTERIZACIÓN MOLECULAR	14
2.4.1	Caracterización molecular de los fenotipos: “común”, “dístico” y “enano” mediante la técnica de DALP (2009)	14
2.4.2	Caracterización molecular de fenotipos de aguaje en base al color de la pulpa	14

2.5	CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA	15
2.5.1	Caracterización de ácidos grasos b caroteno, tocoferol y estabilidad oxidativa de los aceites de tres tipos de <i>Mauritia flexuosa</i> mediante cromatografía de gases, HPLC RANCIMAT	15
2.5.2	Estabilidad de la pro vitamina A en la pulpa madura liofilizada de tres tipos de aguaje.	15
3. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO GENETICO		18
3.1.	IDEOTIPO DE PLANTA	18
3.2	CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA	20
3.3	PROGENIES DE MEDIOS HERMANOS ECOTIPO "VARILLAL", 2002	20
3.4	PROGENIES DE POLINIZACIÓN CONTROLADA DEL FENOTIPO "ENANO", 2005	20
3.5	PROGENIES DE MEDIOS HERMANOS DEL FENOTIPO "ENANO", 2006	20
3.6	PROGENIES DE MEDIOS HERMANOS DE AGUAJE "COMÚN", ECOTIPO "AUCAYO", 2008	21
3.7	PROGENIES DE HERMANOS COMPLETOS DE POLINIZACIÓN CONTROLADA DE AGUAJE "ENANO" POR AGUAJE "COMÚN" ECOTIPO "AUCAYO", 2010	21
3.8	RESUMEN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE AGUAJE ENANO	22
3.9	BIOTECNOLOGÍA	24
3.10	DISEÑOS ESTADÍSTICOS	27
3.11	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		29
GLOSARIO		31
ANEXOS		33

Capítulo 1.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del mejoramiento genético de una especie, es aprovechar su variabilidad natural en beneficio de la humanidad, para lo cual los fitomejoradores y genetistas seleccionan los mejores atributos o características de la especie mediante herramientas genéticas y estadísticas; luego, en una segunda etapa, aplican técnicas de recombinación y multiplicación de plantas elites o superiores para suministro a los productores.

Cualquier programa de mejoramiento genético de plantas tiene que estar enfocado en el incremento de la productividad, calidad y manejo de la uniformidad de los productos agrícolas.

El aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) es una palmera amazónica de gran relevancia social y económica en la Amazonía peruana, y el frutal nativo de mayor demanda. Se estima un consumo de veinte toneladas diarias en la ciudad de Iquitos que involucra a unas cinco mil personas en la cadena de valor (García y Pinto, 2002); esto equivale a la producción de unas docientas palmeras, las que se cosechan mayormente del medio natural. La palmera es una especie dioica o de sexos separados que prospera en suelos hidromórficos localmente denominados aguajales, donde alcanza alturas superiores a los veinte metros. Soporta una fuerte presión de deforestación selectiva, en la que una práctica común es la cosecha de frutos mediante la tala de los individuos de sexo femenino. Se estima que en el Perú, se pierden no menos de 1400 hectáreas de aguajales cada año.

Se hace evidente la necesidad de enfatizar la domesticación de la especie y adaptar su cultivo a condiciones de suelos inundables y no inundables de la Amazonía, desarrollando cultivares que permitan su aprovechamiento rentable y sostenible. En las últimas décadas, se han desplegado esfuerzos para coleccionar material genético y desarrollar el mejoramiento genético y agronómico para el aprovechamiento sostenible de la especie.

El presente documento, es una propuesta para fortalecer los trabajos de mejoramiento genético mediante un plan concertado que armonice los avances hasta hoy logrados, para obtener una semilla mejorada confiable.

La propuesta da a conocer una línea base del estado del conocimiento de los trabajos de investigación que se han realizado hasta la fecha. Se efectúa una evaluación de las dificultades presentadas y de las perspectivas futuras, para lo cual se revisó la documentación técnica generada sobre la especie y se consultó a investigadores del país y del exterior a fin de enriquecer el contenido de este programa. Respecto a su vigencia, se planteó la necesidad de fijar un plan perentorio de un tiempo prudencial, sobre lo cual se iría periódicamente reorientándolo tras el cumplimiento de los objetivos generales y específicos correspondientes. El presente documento presenta el plan de mejoramiento genético concertado para los próximos diez años.

Capítulo 2.

LÍNEA BASE

2. LÍNEA BASE

El establecimiento de una línea base del estado del mejoramiento genético del aguaje es necesario para identificar las estrategias y líneas de investigación a seguir, para el fortalecimiento y desarrollo de las capacidades de las entidades dedicadas a la generación de tecnología en esta especie. Se busca el uso más eficiente y efectivo de este recurso genético de gran importancia e impacto en la economía regional, viabilizando el desarrollo de su cultivo en forma sostenible, contribuyendo así con el desarrollo agroindustrial y la conservación de la especie.

2.1. DISPONIBILIDAD DE GERMOPLASMA

En la Amazonía peruana, existen más de cinco millones de hectáreas de rodales naturales de aguaje localizados en áreas mal drenadas (aguajales); la palmera está adaptada a esas condiciones de suelos hidromórficos pantanosos (Mejía, 2000).

La especie no ocurre en forma natural en tierra firme, no existen plantaciones en monocultivo, pero es común encontrarla en los huertos caseros familiares, piscigranjas, purmas o pasturas abandonadas, donde el hombre desecha las semillas, lo que dio origen a un proceso de adaptación a condiciones muy diferentes, fuera de su hábitat natural.

En 1972, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) estableció una parcela de observación de doscientos individuos en la Estación Experimental San Roque (Iquitos). En este grupo de plantas se efectuaron observaciones de crecimiento y desarrollo, fenológicas con evaluaciones de fructificación y cosecha. Este trabajo concluyó con la muerte gradual de las palmeras luego de unos veinte años de observación.

En la actualidad, existen en Loreto las siguientes colecciones de germoplasma en evaluación:

2.1.1. Banco de germoplasma Allpahuayo

Entre los años 1999-2001, el IIAP inició un programa de mejoramiento genético del aguaje mediante la colecta de germoplasma y su instalación en el Centro de Investigación Allpahuayo, km 25,5 de la carretera Iquitos-Nauta (Gonzales et al., 2008).

El Banco cuenta con treinta matrices colectadas en ventidos localidades de las provincias de Maynas, Loreto, Requena y Alto Amazonas. Se instalaron 33 palmeras por cada matriz, con un total de 990 plantas en un área de tres hectáreas (anexo 1). Se tienen datos de pasaporte y de la caracterización de las matrices al momento de la colección. Dos matrices en el año 2008 y tres matrices en el año 2009 han presentado la diferenciación del racimo floral; se cuentan con los registros de caracterización vegetativa de las plantas.

2.1.2. Parcela de progenies de medios hermanos del fenotipo "enano", ecotipo "varillal", año 2002

En el año 2001, se localizó una palmera con baja estatura en el predio del señor Italo Lavy, localidad del Varillal, km 13 de la carretera Iquitos-Nauta, distrito de San Juan Bautista, en la provincia de Maynas. Los frutos de esta planta fueron colectados, caracterizados y evaluados con fines de mejoramiento. Pasaron a formar parte del plantel de matrices del Banco de germoplasma de aguaje con el nombre de "varillal". El 20 de noviembre del 2002, este material fue instalado en el Centro de Investigación Jenaro Herrera (CIJH), distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, donde se tienen dos subparcelas de progenies de medios hermanos. La subparcela A cuenta con 85 palmeras con un marco de plantación de 8 m x 8 m, más una al centro, 312 palmeras/ha; la subparcela B cuenta con 56 palmeras en un marco de plantación de 7 m x 7 m, 204 palmeras/ha (IIAP-INCAGRO, 2006).

2.1.3. Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo "enano", año 2005

En el año 2004, basándose en características predeterminadas para el aguaje fenotipo "Enano", se realizó una prospección para identificar material genético en las provincias de Maynas, Loreto y Requena a fin de realizar cruzas entre aguajes de este fenotipo mediante la polinización controlada. Se seleccionaron 15 palmeras femeninas y 5 masculinas con las cuales se realizaron las cruzas y se obtuvo material para instalar una parcela de progenie de 9 hermanos completos con polinización controlada en el CIJH. (anexo 2). La parcela, con una superficie de una hectárea fue establecida en el mes de marzo de 2005, se instalaron 360 palmeras en un marco de plantación quinconce 8 m x 8 m, más una al centro, y cada progenie con 15 individuos (IIAP-INCAGRO, 2006).

2.1.4. Parcela de progenies de medios hermanos de aguaje fenotipo "enano" de polinización libre, año 2006

Durante los años 2005 y 2006, se realizó una prospección para identificar y recolectar germoplasma del fenotipo "enano", colectándose un total de 31 matrices o plantas madres con la siguiente distribución: 24 matrices en la

provincia de Maynas, 5 matrices en la provincia de Requena y 2 matrices en la provincia de Loreto (anexo 3). El material colectado fue sembrado en el CIJH en un área de 2,25 ha, con 10 palmeras por progenie con un distanciamiento de 8 m x 8 m. No se ha observado aún la diferenciación de yemas florales en los 310 individuos instalados (IIAP-INCAGRO, 2006).

2.1.5. Parcela de progenies de medios hermanos de polinización libre de aguaje fenotipo “común”, ecotipo “aucayo”, año 2008

En el año 2007, en la zona de Aucayo se realizó la prospección para identificar y seleccionar 60 plantas de aguaje fenotipo “común” con los siguientes tipos: pulpa roja (shambo), pulpa rojiza y pulpa amarilla (posheco). Fueron seleccionadas 20 matrices de cada tipo o color de pulpa (20 x 3 tipos = 60 individuos).

En el año 2008, del grupo de los 60 individuos se colectaron un total de 28 matrices de los siguientes tipos: 6 matrices del tipo shambo, 8 matrices del tipo color y 14 matrices del tipo posheco (anexo 4). El material colectado fue instalado en una parcela de tres hectáreas con 10 palmeras por progenie con un distanciamiento de 8 m x 8 m. Cada matriz está contenida en una subparcela de medios hermanos en dos filas y 5 palmeras por fila. En el año 2009, esta parcela fue ampliada con la inclusión de 13 matrices de los siguientes tipos: 5 tipo shambo, 4 tipo color y 4 tipo posheco (IIAP-INCAGRO, 2008).

2.1.6. Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo “enano” por aguaje fenotipo “común”, ecotipo “aucayo”, año 2009.

De las 60 plantas seleccionadas in situ basándose en el color y tamaño de fruto de aguaje “común” del ecotipo “aucayo” en el año 2007, se realizaron 8 cruces de polinización controlada con aguaje “enano” (anexo 5), instalándose una parcela con estas 8 progenies recombinadas en el CIJH el año 2009. El material colectado fue instalado en una parcela de una hectárea con 10 palmeras por progenie con un distanciamiento de 8 m x 8 m. Cada matriz está contenida en una subparcela de medios hermanos en dos filas y 5 palmeras por fila (IIAP-INCAGRO, 2009).

2.1.7. Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo “enano” por aguaje fenotipo “común” tipo shambo, ecotipo “aucayo” 2010

En el año 2008, de las 60 plantas seleccionadas in situ basándose en el color y tamaño de fruto de aguaje “común” del ecotipo “aucayo”, se realizaron 43 cruces de polinización controlada con aguaje “enano”. De este grupo se seleccionaron y colectaron 10 matrices (anexo 6) del tipo rojo (shambo). El material colectado fue instalado en el CIJH el año 2010 en una parcela de una hectárea

mediante un diseño de bloques completos aleatorios, con tres bloques, considerando en cada bloque una parcela de 5 plantas (hermanos completos).

2.1.8. Parcela de progenies hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo “enano” por aguaje fenotipo “común” tipo color, ecotipo “aucayo”, año 2010

En el año 2008, de las 60 plantas seleccionadas in situ basándose en el color y tamaño de fruto de aguaje “común” del ecotipo “aucayo”, se realizaron 43 cruces de polinización controlada con aguaje “enano”. De este grupo se seleccionaron y colectaron 10 matrices (anexo 7) del tipo rojizo (color). El material colectado fue instalado en el CIJH el año 2010 en una parcela de una hectárea mediante un diseño de bloques completos aleatorios, con tres bloques, considerando en cada bloque una parcela de 5 plantas (hermanos completos).

2.1.9. Parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje fenotipo “enano” por aguaje fenotipo “común” tipo amarillo, ecotipo “aucayo”, año 2010

En el año 2008, de las 60 plantas seleccionadas in situ basándose en el color y tamaño de fruto de aguaje “común” del ecotipo “aucayo”, se realizaron 43 cruces de polinización controlada con aguaje “enano”. De este grupo se seleccionaron y colectaron 10 matrices del tipo amarillo (anexo 8). El material colectado fue instalado en el CIJH el año 2010 en una parcela de una hectárea mediante un diseño de bloques completos aleatorios, con tres bloques, considerando en cada bloque una parcela de 5 plantas (hermanos completos).

2.1.10. Análisis y evaluación de la disponibilidad de germoplasma de aguaje en la Región Loreto

La disponibilidad de material genético de aguaje colectada en la Región Loreto se resume en la tabla 1, donde se aprecia que a la fecha se tienen colectadas y bajo evaluación 150 matrices, plantas madres o familias, en una muestra de 2526 individuos, sobre una extensión de 13,25 hectáreas, 71 matrices de aguaje común, 32 matrices de aguaje enano y 47 matrices híbridas, que han sido colectadas en 4 provincias y 50 localidades. Ninguna de las colecciones ha iniciado aún la producción comercial de frutos.

Con este trabajo de colección y evaluación, se aplicaron dos estrategias sobre el manejo y la utilización de los recursos genéticos en el mejoramiento de plantas. El concepto tradicional del establecimiento de bancos de germoplasma o conservación ex situ para tener un pool de genes con alta variabilidad genética a partir del cual se inicia el mejoramiento. El concepto de prospección y uso del material elite de acuerdo a la demanda del mercado mediante la conservación in situ, para mantener la

variabilidad genética de una población en aproximadamente las mismas condiciones geográficas y ecológicas.

Ambas alternativas tienen sus ventajas y desventajas que necesitan ser evaluadas antes de iniciar un programa de mejoramiento.

Investigadores opinaron a favor de ampliar la base genética del germoplasma disponible, teniendo en consideración que la identificación del ideotipo sobre la base de las 150 introducciones existentes, probablemente terminaría reduciendo la base genética del germoplasma (Delgado, H.; Vásquez, A.; León, M.; Arévalo, G.-Taller 2010).

Contrariamente se opinó que no era prioritario ampliar la base genética, que había que continuar evaluando lo existente. La ampliación puede ser un trabajo paralelo con la evaluación (Chumbimune, R.; Freitas, L.-Taller 2010).

La evaluación de las plantas madres colectadas en el Banco de germoplasma Allpahuayo evidenció la alta variabilidad genética de la especie. En la tabla 2, se presenta un resumen de las características mayormente

utilizadas en planes de mejoramiento que buscan incrementar rendimientos, calidad y mayor eficiencia y rentabilidad del cultivo, y se comparan con las características de la matriz del fenotipo “enano” que ha merecido la atención para ser utilizado en un programa de mejoramiento genético del aguaje.

La caracterización y evaluación de las plantas madres colectadas del fenotipo “enano” en la colección de progenies del año 2006 instalada en el CIJH, confirma la alta variabilidad genética de la especie, observada en la caracterización del Banco de germoplasma. En la tabla 3 se muestra un resumen de las características utilizadas en planes de mejoramiento.

La caracterización de las plantas madres de aguaje “común” ecotipo “aucayo” colectadas el año 2008 e instaladas en el CIJH, confirma la variabilidad genética de la especie, observada en la caracterización del Banco de germoplasma y en la parcela de progenies 2006. Aun cuando los criterios de prospección se han ajustado a la identificación de tipos basándose en el color de pulpa y tamaño de fruto, la variabilidad de la población colectada continúa siendo alta. En la tabla 4, se presenta un resumen de los estadísticos determinados y en el anexo 9 se detallan los estadísticos por color de pulpa.

Tabla 1. Colecciones de ecotipos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.), disponibles en la región Loreto, 2010.

NOMBRE DE LA COLECCIÓN	UBICACIÓN	ÁREA ha	Nº DE PROVINCIA	Nº DE LOCALIDAD	Nº MATRIZ COLECTADA	Nº PALMAS	OBSERVACIONES
Banco de germoplasma 1999	CIAM - IIAP	3,0	4	22	30	990	Colecta al azar
Progenie 2002	CIJH - IIAP	0,50	1	1	1	141	Fenotipo “enano”
Progenie “hibrida” 2005	CIJH - IIAP	1,0	3	6	9	135	Cruces dirigidos del fenotipo “enano”
Progenie 2006	CIJH - IIAP	2,25	3	19	31	310	Fenotipo “enano”
Progenie 2008 ecotipo “aucayo”	CIJH - IIAP	3,0	1	2	41	420	Fenotipo “común” por color de pulpa
Progenie “hibrida” 2009 ecotipo “aucayo”	CIJH - IIAP	0,5	1	3	8	80	Cruces dirigidos fenotipo “común” x fenotipo “enano”
Progenie “hibrida” 2010 ecotipo “aucayo”	CIJH - IIAP (en vivero)	1	1	3	10	150	Cruces dirigidos fenotipo común tipo “amarillo” x fenotipo “enano”
Progenie “hibrida” 2010 ecotipo “aucayo”	CIJH - IIAP (en vivero)	1	1	3	10	150	Cruces dirigidos fenotipo “común” tipo color x fenotipo “enano”
Progenie “hibrida” 2010 ecotipo “aucayo”	CIJH - IIAP (en vivero)	1	1	3	10	150	Cruces dirigidos fenotipo “común” tipo “shambo” x fenotipo “enano”
		13,25	4	50	150	2526	TOTAL

Tabla 2. Evaluación de 30 matrices en el Banco de germoplasma de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) Allpahuayo y su contraste con el fenotipo “enano”.

ESTADÍSTICO	Racimo /planta	Longitud raquis cm.	N° de frutos x racimo	Kg frutos x racimo	Kg pulpa x racimo	Largo fruto cm	Ancho fruto cm	Peso de frutos g	Peso de pulpa g	(%) pulpa
Máximo	8	280	1640	86,92	23,42	7,32	4,88	93,628	29,916	31,95
Promedio	4,38	188	576,62	30,56	8,23	5,37	3,9	58,07	15,55	26,41
Mínimo	3	154	216	11,45	3,08	3,68	2,53	29,184	6,62	18,38
Desv. Est.	1,56	37,41	417,92	22,15	5,97	0,94	0,48	19,71	6,14	3,46
Coef. Var.	35,5	19,9	72,48	72,48	72,48	17,4	12,29	33,94	39,47	13,08
Varillal	3	162	360	19,08	5,14	7,32	3,73	62,66	17,61	23,03

Fuente: Gonzales et al., 2008

Tabla 3. Evaluación de 31 matrices de aguaje fenotipo “enano” de polinización libre y su contraste con la matriz “varillal”.

ESTADÍSTICO	ALTURA ENTRENADO cm	NÚMERO RACIMOS	ANCHO FRUTO cm	LARGO FRUTO cm	PESO FRUTO g	PESO PULPA g	< PESO SEMILLA g	% RDTO. PULPA
Máximo	10,00	9,00	4,64	6,33	79,00	23,00	43,00	31,40
Promedio	6,41	5,11	3,68	5,01	42,40	11,63	22,16	27,43
Mínimo	4,00	1,00	3,05	6,79	23,00	6,50	12,50	22,70
Desv. Est.	1,38	2,18	0,37	0,70	12,19	3,95	6,49	2,25
% C. V.	21,53	42,66	10,05	13,97	28,75	33,96	29,29	8,20
Varillal	6	7	3,05	6,13	36	10	18	27,8

Fuente: Freitas, 2007.

Tabla 4. Evaluación de 28 matrices en la parcela de progenies de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) fenotipo “común” de polinización libre de la zona de Aucayo en el CIJH, 2008.

ESTADÍSTICO	ALTURA ENTRENADO	FRUTOS X RACIMO	NÚMERO RACIMOS	ANCHO FRUTO (cm)	LARGO FRUTO (cm)	PESO FRUTO (g)	PESO PULPA (g)	PESO SEMILLA (g)	% RDTO. PULPA
Promedio	19,7	737,703	5,76	2,39	4,18	48,96	12,63	24,42	25,701
Máximo	28	1711,00	10,00	3,14	5,73	85,94	20,45	45,10	32,21
Mínimo	5	189,00	2,00	1,61	2,95	26,04	6,88	12,68	18,15
Desv. Est.	5	390,97	2,25	0,34	0,63	12,52	3,33	7,16	3,12
% C. V.	26,40	53,00	39,03	14,22	15,19	25,37	26,34	29,30	12,13

2.2. AVANCES EN MEJORAMIENTO GENÉTICO

2.2.1. Desarrollo de un protocolo para la polinización controlada

Los trabajos de mejoramiento genético realizados hasta la fecha han permitido conocer parcialmente los sistemas de reproducción del aguaje, habiéndose evaluado y definido la fenología de algunas poblaciones y desarrollado un procedimiento para la colecta de polen y la polinización controlada (anexo 10). El conocimiento desarrollado sobre los mecanismos cromosómicos es aún insuficiente, pero esta información no es crítica para el suceso de un programa de mejora. El número de cromosomas de aguaje es $2n = 30$, con peso de 4C DNA de 18,9 pg (Röser, 1999).

Un factor limitante en la polinización controlada es la baja tasa de cuajado de frutos que se viene obteniendo. En el ensayo de evaluación, se observó que el porcentaje de cuajado de frutos fue de 28,75%, con un rango de 0 a 81,2%, una desviación estándar de 17,62%. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los niveles de aplicación de polen ni con la matriz empleada, optándose por recomendar en el protocolo el uso de 1 a 2 gramos de polen mezclado en proporción 1:2 con talco. En el futuro, cuando se tengan caracterizados y seleccionados los progenitores masculinos, puede ser un limitante la disponibilidad de polen para los cruzamientos, de ahí que se requiere afinar y mejorar la eficiencia del cuajado.

En el ensayo se indica también que inicialmente se había logrado la fertilización y diferenciación de frutos de 86,14% con un rango de 17,84 a 98,16%, una desviación estándar de 14,57%, que difiere de lo cosechado. Con esto se demuestra que no es la receptividad del estigma en la polinización y que más bien es en el desarrollo del fruto donde existe una alta tasa de abortos, lo cual es controlado por un balance hormonal entre el ácido absísico producido por la planta y los ácidos ANA y AIA producidos por la semilla que compiten por mantener el flujo de fotosintatos. Se hace así evidente que es necesario determinar el nivel óptimo de uso de polen.

2.2.2. Parcelas de evaluación de progenies de medios hermanos

Se colectó e instaló una parcela de evaluación de progenies de medios hermanos del fenotipo "enano" con 31 matrices y una parcela de evaluación de progenies de medios hermanos del fenotipo "común" basándose en el color de pulpa con 41 matrices. Estas deben ser estudiadas en el mediano plazo en un periodo no menor de diez años, para evaluación del rendimiento, calidad de pulpa y otras características de interés como porcentaje

de grasa, porcentaje beta caroteno, etc., que permitirán determinar los grados de heredabilidad correspondientes.

2.2.3. Mejoramiento por cruces de matrices de aguaje fenotipo "enano" con polinización controlada

Desarrollada la técnica de la polinización controlada, se han realizado algunos cruces con progenitores seleccionados basándose en criterios subjetivos cualitativos, habiéndose instalado en el CIJH una parcela con nueve cruces con polinización controlada en el año 2005, con lo cual se han generado nueve genotipos que están siendo caracterizados.

Se han realizado 51 cruces con polinización controlada con plantas madres hembras de Aguaje "Común" procedentes de la zona de Aucayo, categorizados sobre la base del color de la pulpa. En 2009 y 2010, ocho y treinta matrices correspondientemente han sido instaladas en parcelas de progenies. En el anexo 11 se presentan las plantas madres empleadas. Como progenitores masculinos se utilizaron plantas procedentes de la zona de Iquitos, con el único criterio distinguible de tener un fenotipo de porte bajo.

2.2.4. Análisis del mejoramiento con colectas del fenotipo "enano"

Sobre la precocidad del "enano" se informó que tanto en Loreto como en Pucallpa, en el 8% de las plantas la floración se inició en 5 años y 8 meses (Freitas, L.¹), sin embargo con el mismo material, en Allpahuayo no se inició la floración a los 8 años (Gonzales, A.¹)

Se debatió en torno a que si el carácter enano era heredable y si valdría la pena considerar esta característica como principal en el programa de mejoramiento. Al respecto, se definió que debemos partir del ideotipo, si es que estamos trabajando bien sobre la base del germoplasma o material que tenemos disponible.

Algunos investigadores opinaron que se trata de un carácter gobernado posiblemente por varios genes y que puede ser recesivo (Delgado, C.; Chumbimune, R.¹). Se propuso la necesidad de evaluar de manera sistemática la influencia del factor ambiental sobre esta característica (establecer plantas hermanas de aguaje enano en el bosque y a campo abierto) a fin de profundizar este análisis. Se opinó que debemos recurrir a las pruebas de ADN para confirmar la naturaleza genética del carácter y otros caracteres, así como otros estudios básicos como cariólogía y ploidía (Vásquez A; Arévalo, G.¹).

La instalación de la parcela de evaluación de progenies de medios hermanos seleccionados por colecta selectiva de matrices de baja estatura "enano", es una selección fenotípica y sólo acorta un ciclo de la selección genotípica

¹ Comunicación personal: Taller sobre mejoramiento del aguaje, 2010. IIAP, Iquitos.

del método convencional, debiéndose continuar seleccionando matrices superiores para incrementar las frecuencias génicas de las características deseadas. Mediante la prueba de progenies sólo controlamos a las plantas madres, reduciéndose la heredabilidad estimada a la mitad; la selección por prueba de progenie que se está realizando tiene como finalidad evaluar a la planta madre en cada ciclo o generación, con la desventaja de que la polinización es abierta y el tiempo para fijar un carácter será mayor, a no ser que se realice cruzamientos entre medio hermanos.

El mejoramiento en especies alógamas se basa en dos factores determinantes. Uno es la selección del material elite, para ello se debe tener definido el ideotipo. El denominado fenotipo "enano" responde a la necesidad de contar con palmeras de baja estatura que faciliten la cosecha. Sin embargo, para hacer atractivo su cultivo, adicionalmente debe tener una adecuada producción y calidad de frutos, ser precoz para iniciar la producción comercial, debe mantener su performance en el tiempo, es decir no presentar la alternancia de la producción, la tolerancia o resistencia a plagas o enfermedades si las hubiera, por eso no basta un carácter fenotípico, cuanto más eficiente sea la selección de las matrices más rápido se podrán fijar los caracteres.

El segundo factor determinante lo constituye la forma de reproducción de las matrices seleccionadas, es decir como se van a cruzar los genotipos para generar el nuevo genotipo. Aparentemente en las pruebas de progenies que se vienen evaluando (2006 y 2008) se ha optado por

la polinización abierta entre los genotipos seleccionados.

Otra alternativa la constituye la polinización controlada, sin embargo no se tiene progenitores masculinos identificados que contengan el genotipo de las características que tratamos de mejorar, siendo más conveniente por el momento dejar la polinización abierta entre los medios hermanos de las matrices que constituyen la población en evaluación. Sin embargo, el grado de heterosis que presenta la especie enmascara la presencia de genes desfavorables a los caracteres que tratamos de fijar. Es así que en los 31 genotipos de aguaje "enano" evaluados en la progenie 2006 se va a tener genes de características no deseables enmascarados en los machos que tienen que ser identificados y eliminados antes de la floración. Esta identificación puede ser indirecta a través de las matrices femeninas de las progenies en evaluación, para lo cual se debe esperar los primeros resultados de la caracterización de las matrices. Así, aquellas que presenten una característica que esté por debajo del promedio de la matriz original y de la nueva población generada (segregación), no tendrá interés para que sus medios hermanos machos permanezcan dentro de la progenie y transfieran sus genes al resto del plantel.

Si se identifica una matriz excepcional, tenemos la alternativa que mediante la polinización controlada con su medio hermano se puede acelerar la endocria. En la figura 1, se muestra la alternativa para el manejo de las progenies para lograr incrementar la homocigosis de los caracteres.

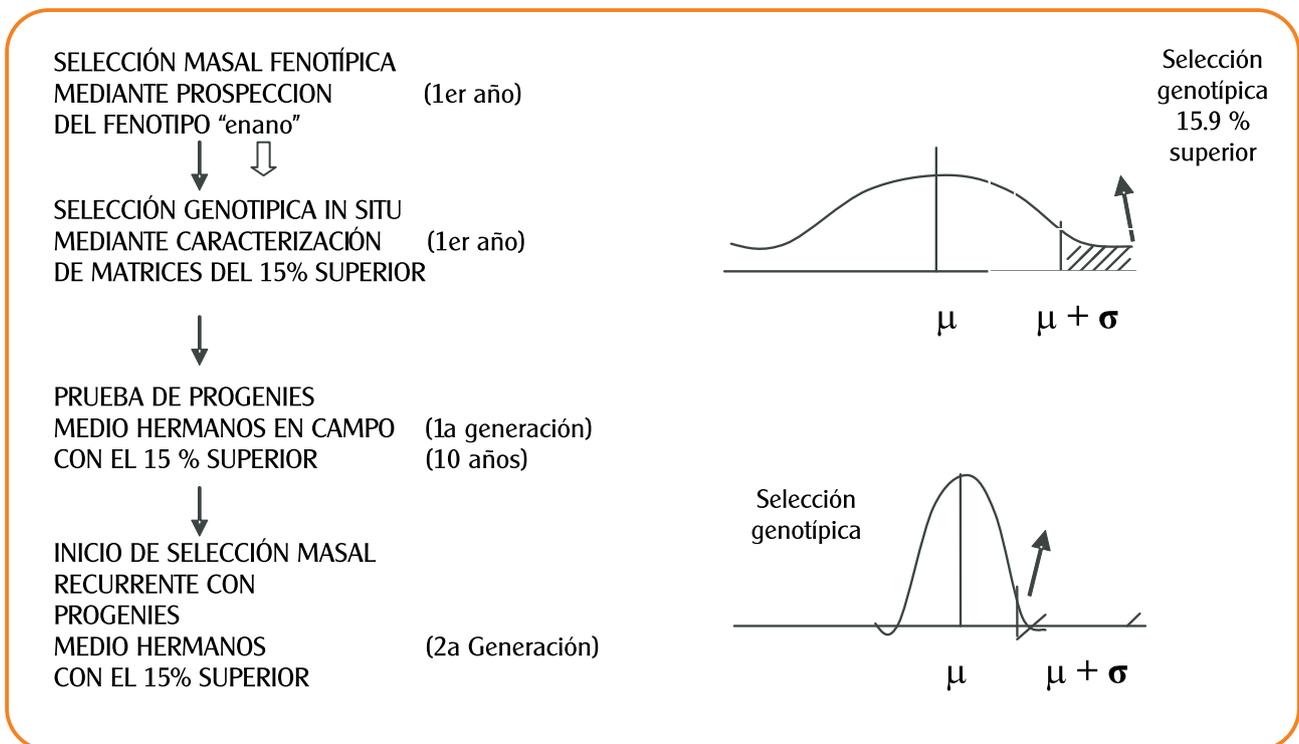


Figura 1. Flujograma de selección y mejoramiento del aguaje mediante prueba de progenies.

2.2.5 Análisis del mejoramiento con cruces del fenotipo “enano”

Los criterios de selección del fenotipo “enano” se han basado en el tamaño de planta de porte bajo, con escaso crecimiento del estípote, entrenudos cortos, tamaño de fruto y un alto porcentaje de la pulpa o mesocarpio (Freitas, 2007). Sólo se ha caracterizado a la matriz o planta madre semillera puntualmente al momento de la colecta, debiéndose completar la información de las características de producción con al menos tres años para poder correlacionarlos con los que se van a obtener en su descendencia para determinar la heredabilidad. Los progenitores masculinos deben de contar también con datos de caracterización vegetativa como altura entrenudos, altura estípote a la primera floración, así como caracteres de la floración como tamaño de racimo, número de raquillas para que se puedan correlacionar con su descendencia.

Al igual que en las pruebas de progenies de polinización abierta, para los cruzamientos o hibridaciones realizadas con los genotipos del ecotipo “aucayo”, se tienen que utilizar las mejores matrices hembras seleccionadas, siendo necesario realizar una valoración de las 60 plantas madres identificadas. El progenitor masculino también tiene que ser caracterizado de acuerdo a descriptores visibles como son longitud de entrenudos, longitud del racimo floral, número de raquillas, etc. y determinarse el grado de heredabilidad.

2.3. INVESTIGACIONES EN MICROPROPAGACIÓN

Esta es una técnica de gran utilidad en programas de mejoramiento genético, toda vez que la reproducción asexual ocurre por división mitótica en la que se replican los cromosomas y se mantiene el genotipo de la planta madre original (Roca, 1991). El propágulo en medio de cultivo suplementado con hormonas, al dividirse puede dar dos tipos de respuesta: i) una de diferenciación celular con crecimiento de células desorganizadas denominados “callos”, que bajo condiciones controladas con uso de reguladores de crecimiento son capaces de formar órganos o embriones somáticos; ii) una respuesta morfogenética en la cual se forman directamente órganos o embriones

Los resultados de los trabajos de investigación realizados aun son incipientes y no muy claros, sólo se ha definido el protocolo de conservación de explantes en la colecta aunque con limitaciones por la contaminación por microorganismos. La desinfección y esterilización de propágulos para la siembra sólo se han logrado con secciones de hojas y con embrión cigótico. La oxidación rápida en propágulos florales y la alta tasa de contaminación en raíces y neumatóforos limitan el uso de esas vías. La diferenciación celular o formación de callo se ha logrado en raíces y neumatóforos pero no prosperaron secándose o reabsorbiéndose. Con

embriones zigóticos inmaduros los resultados no son muy claros y requieren ser validados; los resultados obtenidos indican que basta con el medio de cultivo para la formación de callo y por el contrario la fitohormona (Thidiazuron) tiene efecto fitotóxico (Vásquez, 2009). En el anexo 12 se da un resumen de las experiencias logradas.

2.4. CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

El mejoramiento vegetal ha tenido un mayor desarrollo con la aplicación de técnicas de ingeniería genética, siendo los marcadores moleculares los que han contribuido a expandir nuestras posibilidades de evaluar la biodiversidad, reconstruir relaciones filogenéticas, acortando los tiempos que conlleva el mejoramiento de las especies perennes. Los marcadores moleculares están siendo utilizados extensivamente en los programas de mejoramiento para facilitar la transferencia y acumulación de genes deseables en líneas superiores. Los marcadores moleculares son biomoléculas que se pueden relacionar con un rasgo genético. Las biomoléculas que pueden ser marcadores moleculares son las proteínas (antígenos e isoenzimas) y el ADN, genes conocidos o fragmentos de secuencia y función desconocida (Azofeifa y Delgado, 2006; FAO/IAEA, 2002; Monteiro et al., 2000; Ohashi y Tokunaga, 2003). Las investigaciones desarrolladas en aguaje se describen a continuación.

2.4.1. Caracterización molecular de los fenotipos: “común”, “dístico” y “enano” mediante la técnica de DALP (2009)

El objetivo de la investigación fue el de caracterizar tres fenotipos de aguaje basados en su arquitectura de planta, para lo cual se utilizaron tejidos foliares de 29 individuos: 12 “comunes”, 12 “enanos” y 5 “dísticos”. Los resultados obtenidos indican que no se observaron bandas de diagnóstico entre los fenotipos. Genéticamente sólo se puede diferenciar al fenotipo “dístico”; los fenotipos “enano” y “común” están sobrepuestos siendo su diferenciación moderada (Rodríguez del Castillo, 2009). El dendrograma estimado no muestra estructuración o diferenciación entre los fenotipos, mostrándose estos totalmente mezclados, el dendrograma obtenido mediante el método UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages) a partir de las distancias genéticas solo mostró dos grupos, el primero conformado por los fenotipos “común” y “enano” y el segundo por el fenotipo “dístico”, en el anexo 13 se presenta un resumen de los resultados alcanzados.

2.4.2. Caracterización molecular de tipos de aguaje basándose en el color de la pulpa

Mediante el uso de marcadores DALP06 y DALP07, se caracterizaron tres tipos de aguaje basándose en el color de la pulpa, estableciendo la relación entre la variación fenotípica y genotípica mediante marcadores

moleculares; las relaciones filogeográficas entre las diferentes poblaciones de aguaje amarillo. Se colectaron cincuenta muestras de hojas adultas de los tipos: amarillo, color y shambo de los agujales naturales y de las comunidades: Parinari en el río Marañón; Aucayo en el río Amazonas y Jenaro Herrera río Ucayali. Treinta muestras de Aucayo se utilizaron para la caracterización de los tipos amarillo, color y shambo, empleándose diez muestras por tipo. Los resultados obtenidos para los tipos por color de pulpa, indican que no se observaron bandas de diagnóstico que diferencien los tipos; los perfiles genéticos encontrados fueron totalmente diferentes entre los tres tipos de color, y ninguno es compartido. La variación genética es individual e independiente de la variación entre los fenotipos de color. En el análisis factorial de correspondencia no se pueden diferenciar genéticamente los tipos, no existiendo discriminación genética entre ellos. En el análisis del índice de fijación (F_{st}) se demuestra que no existe estructuración definida entre los tipos de color, los índices son bajos, lo cual indica que la diferencia genética entre los tipos es pequeña (Aspajo, 2010).

Los resultados de la evaluación filogeográfica entre las poblaciones naturales de aguaje amarillo de Aucayo, Parinari y Jenaro Herrera indican que existe polimorfismo en las tres poblaciones estudiadas tanto a nivel interpoblacional como intrapoblacional. Se generaron veinte bandas polimórficas informativas de las cuales dos fueron bandas diagnósticas para la población de Aucayo. Los perfiles genéticos encontrados fueron 25 totalmente diferentes entre las poblaciones, la diversidad intrapoblacional encontrada fue mayor para la población de Aucayo con 9 perfiles, seguido de Jenaro Herrera con 7 perfiles y Parinari también con 7; ninguno es compartido, la variación genética es individual e independiente de la variación entre los tipos de color. El análisis factorial de correspondencia muestra tres poblaciones genéticamente independientes, siendo la población de Aucayo la que se demostró más distante. Las distancias genéticas estimadas muestran que las poblaciones de Aucayo y Parinari son las más distantes genéticamente, mientras que las poblaciones de Parinari y J. Herrera fueron las menos distantes genéticamente. El dendrograma estimado muestra una estructuración o diferenciación entre las poblaciones formándose un grupo con las poblaciones J. Herrera y Parinari, y un segundo grupo únicamente con la población de Aucayo. En el anexo 14 se presenta un resumen de los resultados alcanzados.

2.5. CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA

Las tendencias mundiales en el mercado de alimentos están orientadas al crecimiento por la demanda de alimentos funcionales, de origen orgánico, alimentos que no sólo tengan adecuadas propiedades nutracéuticas sino que tengan un plus que les permita el cuidado de la salud. Alimentos que no presentan estas características vienen siendo suplementados con extractos o

compuestos para hacerlos atractivos, desarrollándose así la línea de probióticos. El aguaje como frutal tiene estas propiedades, su alto contenido de aceite y beta carotenos le dan una ventaja competitiva que tiene que desarrollarse, siendo necesaria la caracterización fitoquímica de las procedencias con fines de selección y mejoramiento para desarrollar variedades de alta calidad nutracéutica.

Se han desarrollado los siguientes trabajos de caracterización fitoquímica:

- 2.5.1. Caracterización de ácidos grasos, betacaroteno, tocoferol y estabilidad oxidativa de los aceites de tres tipos de *Mauritia flexuosa* mediante cromatografía de gases, HPLC RANCIMAT

El objetivo de la investigación fue el de evaluar la composición centesimal de los micro y macronutrientes, así como la composición en ácidos grasos de la pulpa de aguaje de tres tipos de color de pulpa (Vásquez, 2008). Un resumen de los resultados se muestra en el anexo 15. Los contenidos de aceite determinados están por encima de los promedios reportados anteriormente, siendo el tipo shambo el de mayor contenido con 25,2%, seguido del tipo amarillo con 22,80% y el color con 21,30%.

En cuanto al tipo de aceite, los valores hallados están en el rango de los obtenidos siendo los siguientes: tipo amarillo, ácido palmítico 19,61% y ácido oleico 75,63%; color, ácido palmítico 20,26% y ácido oleico 75,02%; shambo, ácido palmítico de 21,67 % y ácido oleico 71,67%. Los valores determinados de beta caroteno están por debajo del rango obtenido y fueron: amarillo 324,42 µg/g; shambo 283,57 µg/g y color 264,60 µg/g.

Los valores determinados de tocoferol están por encima de los obtenidos anteriormente siendo los siguientes: amarillo 683,35 mg/L; color 683,8 mg/L; shambo 677,5 mg/L

- 2.5.2. Estabilidad de la pro vitamina A en la pulpa madura liofilizada de tres tipos de aguaje

El objetivo de la investigación fue el de evaluar la estabilidad de la pro vitamina A bajo la presentación de pulpa liofilizada de tres fenotipos de aguaje. Los resultados fueron:

- El rendimiento del liofilizado en pulpa de aguaje fue de 25% en promedio, no existiendo diferencias entre los tipos.
- Las muestras encapsuladas de pulpa de aguaje liofilizadas son inestables en cuanto a contenidos de humedad, aceite y proteínas.
- Existe degradación de la pro vitamina A durante el almacenamiento a temperatura de 30 °C.

En el anexo 16 se presenta un resumen de los resultados alcanzados.

Capítulo 3.

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

3. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

El programa de mejoramiento genético del aguaje se sustenta en estrategias y tecnologías que permitan acortar las vías para lograr la disponibilidad de genotipos con las características deseables para satisfacer las necesidades del mercado. Los caracteres relacionados a la producción y calidad de fruto deberán de tener prioridad en el corto plazo y en el mediano a largo plazo se deberá desarrollar variedades con mejores propiedades de alimento funcional como son los contenidos de beta caroteno, aceites, tocoferoles entre otros.

El primer paso es definir el ideotipo de la planta que se aspira lograr, para poder identificar matrices que presenten las características deseadas. Así se debe enfatizar en una primera etapa en explotar al máximo la variancia genética aditiva, lo cual se logra con la selección, debiéndose determinar y estimarla conjuntamente con la heredabilidad de cada una de las matrices ya seleccionadas. Luego, se debe explotar al máximo la variancia genética no aditiva de las matrices ya seleccionadas, que se logra mediante el cruzamiento o hibridación entre dos genotipos, seguido de una selección recurrente para acumular las características positivas.

La heredabilidad se debe estimar correlacionando la media de la característica de cada progenie sobre el progenitor materno o por covarianzas en familias de medios hermanos, de ahí la necesidad de caracterizar a las matrices o plantas madres por un periodo adecuado por cuanto es de nuestro interés destacar características de producción.

Mientras no se desarrollen protocolos de clonación, o propagación asexual mediante la biotecnología se deberá seguir con el mejoramiento tradicional utilizado para plantas alogamas. Para ello se aplicará selección e identificación masal in situ de material promisorio, selección del tercio superior de la población identificada y su caracterización por cinco años en campo de las características de interés (producción, tolerancia a plagas etc.).

Paralelamente, se deben instalar parcelas de progenes para continuar con la selección masal recurrente propiciando la endocria de los caracteres de interés; con las parcelas de progenie instaladas se puede ir obteniendo semilla sintética para su distribución entre los interesados a fin de validar su comportamiento. Se

denomina variedad sintética a la generación avanzada que procede de semilla obtenida por polinización libre entre varios genotipos de una especie vegetal. Estos genotipos pueden ser líneas consanguíneas, clones o poblaciones seleccionadas por diferentes procesos de mejora. Con los resultados de las evaluaciones de progenes y mediante la hibridación de las mejores líneas elites o policruza de las características de nuestro interés, se restituye la heterosis de la posible depresión endogámica que podría ocurrir por la selección masal recurrente utilizada para fijar un carácter deseable. En la figura 2 se presenta el flujograma de la disponibilidad de semilla para su distribución.

Los estudios de caracterización molecular van a jugar un rol preponderante, sin embargo es necesario priorizar las líneas de investigación. La eficiencia del muestreo es fundamental, se pueden aprovechar las plantas medio hermanas que están iniciando su diferenciación floral tanto del Banco de germoplasma como de la progenie varillal de 2002. Es necesario determinar cebadores específicos mediante un ensayo de comparación de marcadores (AFLP, DALP, ISRR, RAPD) con material del Banco de germoplasma para determinar la eficiencia de cada uno.

3.1. IDEOTIPO DE PLANTA

Se tiene que visionar el desarrollo de una planta ideal de aguaje. Esta visión tiene que basarse en las necesidades presentes del mercado así como en las potencialidades de la especie para la agroindustria, para la diversificación del uso y aprovechamiento de las propiedades fitoquímicas intrínsecas en ella. Esta visión tiene que ser participativa, compartida y asumida por los investigadores y entidades que vienen desarrollando las diferentes líneas de investigación en este nuevo cultivo.

El ideotipo desarrollado, considera en el corto plazo satisfacer las necesidades del mercado regional para consumo de fruta fresca y su transformación industrial, seleccionándose sobre la base a la demanda del mercado con indicadores de calidad visible fijados por el consumidor, como son color de la pulpa (roja), rendimiento potencial de pulpa (> 28%), tamaño del fruto (> 6 cm). Se consideran también indicadores de productividad que hagan atractivo, rentable y sostenible la inversión en plantaciones. En el mediano plazo se podrán desarrollar líneas específicas para las

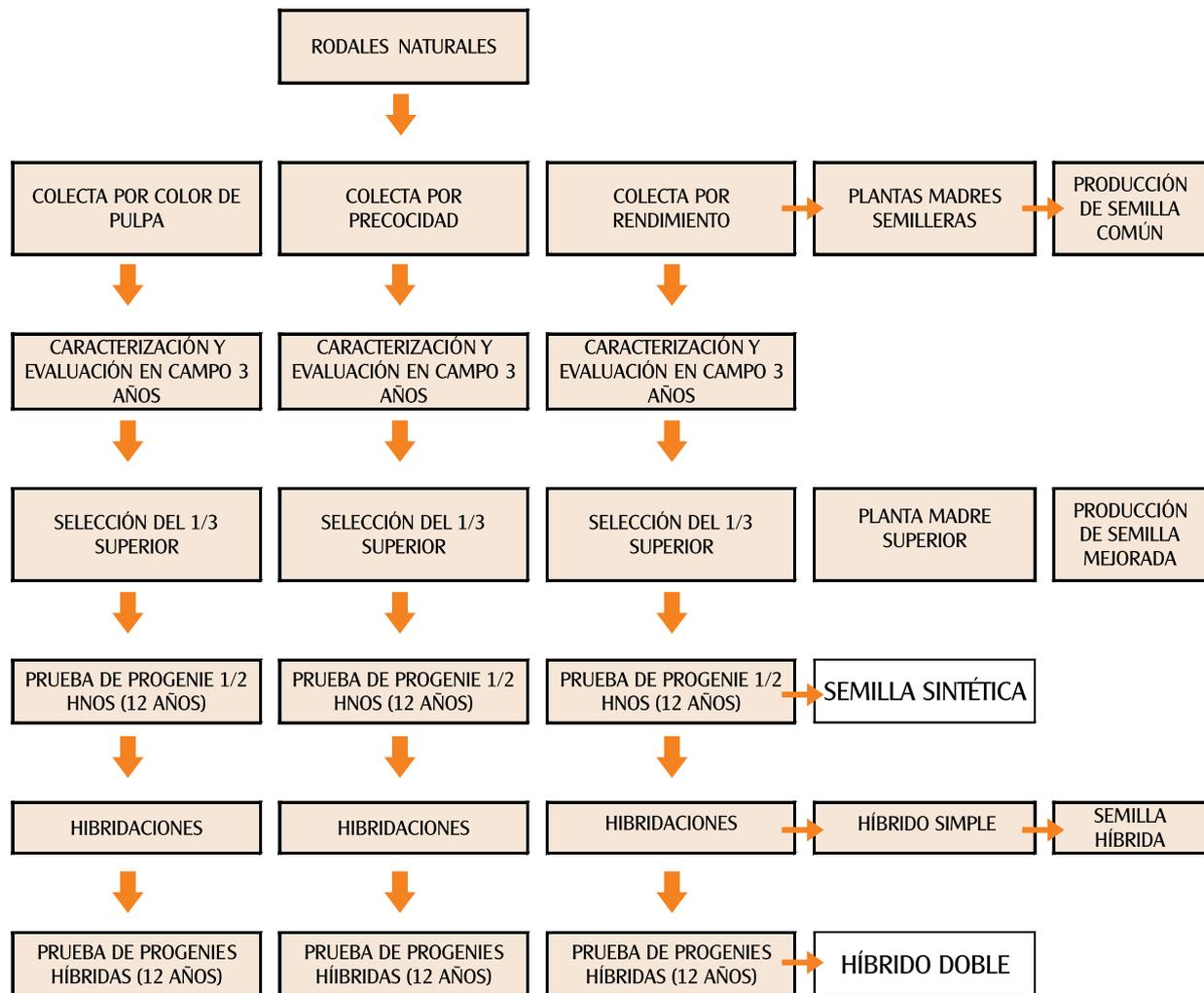


Figura 2. Flujograma de la disponibilidad de semilla mejorada de aguaje mediante la prospección, colecta y selección participativa de matrices superiores.

propiedades fitoquímicas de interés para la cosmética o de uso como alimento funcional. Merecen especial atención los frutos de pulpa roja localmente conocidos como “shambo”, que se hallan sometidos a un proceso de erosión genética severo por las prácticas destructivas para la colecta de frutos de los rodales naturales.

Sobre la base de la revisión de los trabajos realizados y entrevistas con los investigadores, proponemos que una planta ideal de aguaje para el desarrollo del cultivo acorde con la fruticultura moderna y para su uso agroindustrial, debería tener las siguientes características:

- a) Precocidad. Inicio de la floración al séptimo año de cultivo, e inicio de producción comercial al décimo año de instalada la plantación.

- b) Estípite. El estípite deberá ser recto, presentar una altura menor de dos metros a la primera emisión de la inflorescencia.
- c) Entrenudo: < 7 cm
- d) Producción de racimos/año: > 5
- e) Longitud de racimo: > 2 m (sin pedúnculo)
- f) Rendimiento de frutos: > 50 kg/racimo
- g) Rendimiento potencial de pulpa: > 28%
- h) Color de la pulpa: Rojo y amarillo
- i) Contenido de beta caroteno en pulpa: > 325 µg/g
- j) Contenido de aceite en pulpa: > 25%

3.2. CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA

El Banco de germoplasma de aguaje del Centro de Investigación Allpahuayo, está próximo a iniciar la producción de frutos. El marco de plantación es en tresbolillo con tres palmeras por punto de siembra, con fines de asegurar la presencia de una palmera femenina tiene una ventaja que debe ser aprovechada.

Las matrices hembras que presenten caracteres excepcionales en rendimiento o calidad de fruta que correlacionen con la matriz original, denotarán la dominancia del carácter, siendo de esperarse que su medio hermano o matriz masculina porte los mismos genes de dominancia, lo cual se puede determinar por análisis de similitud de caracteres específicos mediante la homogeneidad de variancia y corroborado por caracterización molecular. Así será posible utilizar como progenitores probados con buena aptitud combinatoria general para el carácter específico en cruzamientos o hibridaciones para transmitir su genotipo.

De los registros de caracterización de las plantas madres, se observa que existen matrices excepcionales como la de Santo Tomás con una producción de 1640 frutos y con un peso de 87 kg por racimo, la de Lagunas con pesos de 93,6 g por fruto y con rendimiento de pulpa de 32% que de corroborarse en la descendencia deberían utilizarse en las hibridaciones a realizar o multiplicarse por la vía asexual.

Considerando el problema de erosión genética del tipo "shambo", es recomendable que se realice una prospección y colecta de material de poblaciones silvestres de al menos seis ecotipos aislados geográficamente. Las 30 matrices tienen 33 plantas cada una; el valor esperado de palmeras femeninas es de al menos uno por golpe y diez por matriz; es de esperarse la ocurrencia de los mismos valores para las palmeras masculinas, lo cual da oportunidad para caracterizar los machos y compararlos con sus media hermanas hembras, determinándose sus estadísticos, específicamente su variabilidad y la heredabilidad de cada accesión. En la figura 3, se presenta el flujograma para la utilización del material genético del Banco.

3.3. PROGENIES DE MEDIOS HERMANOS ECOTIPO "VARILLAL", 2002

Uno de los factores limitantes en las determinaciones de la variancia genética es el de poder estimar el aporte de la variancia ambiental. Con el fenotipo "enano" varillal instalado en el CIJH el año 2002, se podrá realizar esta estimación por cuanto la plantación proviene de la matriz del Varillal. Estos medios hermanos, se han instalado en diferentes parcelas con diferente densidad, así se pueden estimar las variancias para los caracteres de interés entre parcelas y dentro de parcelas.

La diferencia de variancias entre parcelas estima la variancia ambiental, pues al ser materiales muy homogéneos se han desarrollado en condiciones ambientales muy diferentes. La mayor o menor densidad determina una mayor o menor competencia por agua, luz y nutrientes. Asimismo, la fisiografía y las propiedades físicas y químicas del suelo pueden haber sido también diferentes, lo que hace que todos estos efectos determinen la variancia ambiental.

La caracterización incluye tanto a las progenies como a los progenitores masculinos y femeninos con fines de selección para su uso en cruces controlados.

3.4. PROGENIES DE POLINIZACIÓN CONTROLADA DEL FENOTIPO "ENANO", 2005

Las nueve progenies provenientes de polinización controlada del año 2005 entre individuos del fenotipo "enano", tienen que ser caracterizadas y evaluadas; y de ser seleccionadas, entrarían al programa de la vía endogámica a iniciarse el 2012. Esta parcela debe ser utilizada para determinar el gen ligado al sexo; la única diferencia genotípica entre los hermanos completos por ser híbridos va a ser el gen que determina el sexo. Esta determinación se efectuaría mediante caracterización molecular por progenie de machos y hembras. Debe servir también para validar y mejorar las estimaciones de la variancia ambiental.

3.5. PROGENIES DE MEDIOS HERMANOS DEL FENOTIPO "ENANO", 2006

Las 31 matrices de la prueba de progenies de medio hermanos de polinización abierta de fenotipo "enano", tienen que ser caracterizadas y analizadas mediante la aplicación de procedimientos de genética cuantitativa, determinándose la heredabilidad de los principales caracteres, la variancia genética aditiva, correlación fenotípica, correlación genética, la ganancia por selección, la habilidad combinatoria general, para que puedan ser utilizadas en los cruzamientos con matrices selectas de aguaje común.

En el anexo 17, se ha realizado una valoración del material genético seleccionado con los datos de caracterización relacionados con la producción de frutos, generando una escala de valoración genética. Mediante un cuadro de méritos es posible identificar aquellas matrices elites superiores con una presión de selección igual al promedio de la población de matrices inicialmente seleccionado más una desviación estándar del carácter deseado, con lo cual se genera una nueva población de matrices elites con genotipos del 15% superior de la población inicialmente seleccionada.

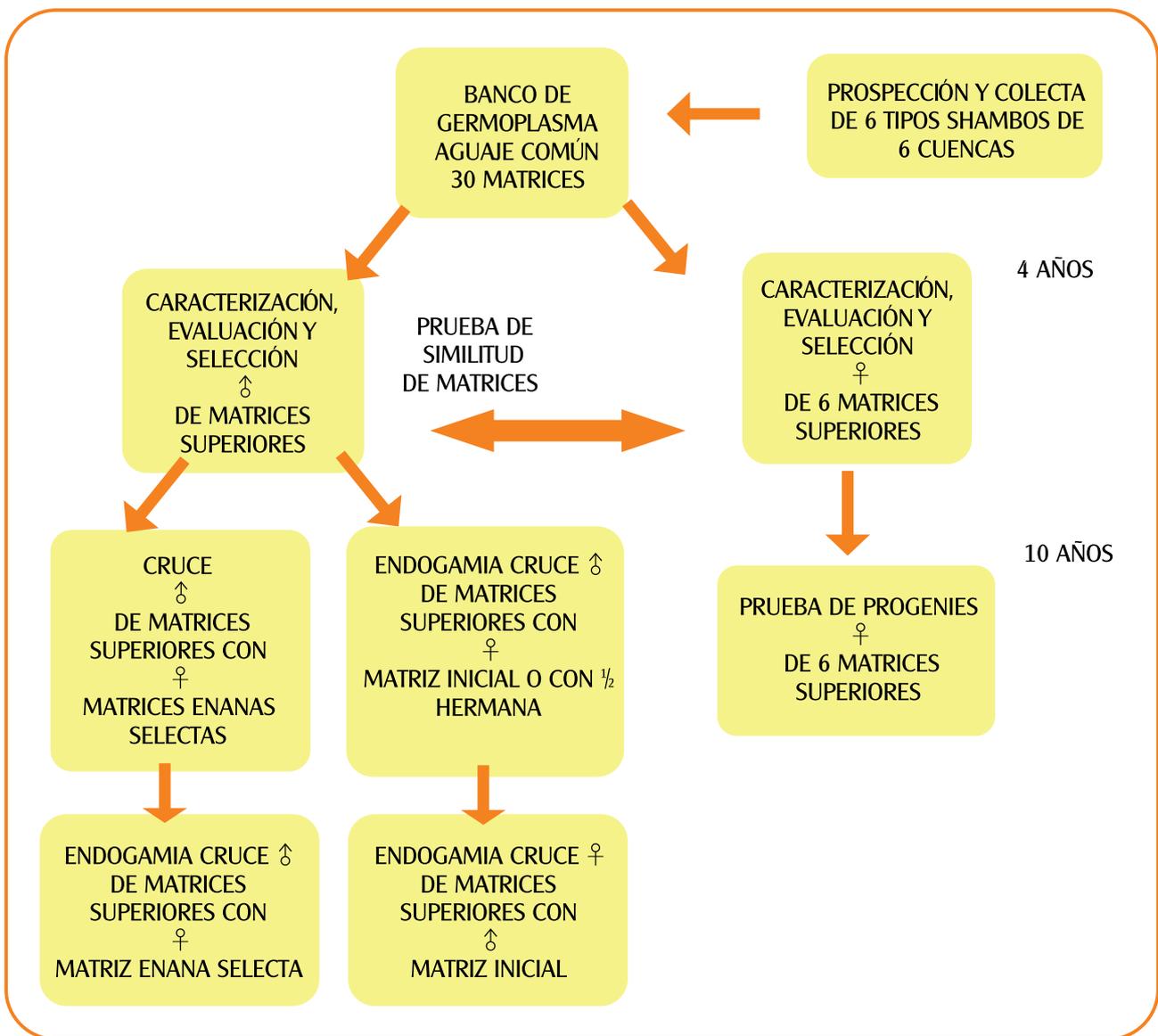


Figura 3. Flujograma para la utilización del material genético del Banco de germoplasma de aguaje del Centro de Investigación Allpahuayo.

3.6. PROGENIES DE MEDIOS HERMANOS DE AGUAJE “COMÚN”, ECOTIPO “AUCAYO”, 2008

Las 41 matrices de aguaje común caracterizadas, evaluadas y seleccionadas en la localidad de Aucayo sobre la base del color de pulpa e instaladas en el CIJH sólo van a servir para caracterizar a las plantas madres; las futuras generaciones de las progenies se van a cruzar entre sí no pudiéndose discernir ni garantizar el tipo basándose al color de pulpa por estar en una sola parcela bajo polinización libre; excepcionalmente matrices que demostraran una alta correlación con la planta madre de alguna característica deseable, podrían ser utilizadas para realizar polinización controlada.

3.7. PROGENIES DE HERMANOS COMPLETOS DE POLINIZACIÓN CONTROLADA DE AGUAJE “ENANO” POR AGUAJE “COMÚN” ECOTIPO “AUCAYO”, 2010

Las matrices seleccionadas y caracterizadas en la localidad de Aucayo, basándose en la coloración de pulpa antes de la polinización controlada, fueron evaluadas sobre la base de las características deseadas en el ideotipo, y se seleccionaron 12 matrices por cada color de pulpa que se ubicaron dentro del tercio superior, generando así tres progenies basándose en el color; cada progenie debe ser instalada en parcelas aisladas de polinización abierta para evitar en su descendencia el

cruzamiento entre fenotipos de diferente color; en el futuro deberán evaluarse las características vegetativas. Por ser procedencias de aguaje común se espera que el inicio de la producción demore no menos de diez años.

En la instalación de las parcelas se deberá utilizar un diseño experimental completo al azar (DCA) con tres repeticiones y cinco palmeras por unidad experimental (véase diseño en el anexo 21). La evaluación de los genotipos a través de sus progenies permite discernir y jerarquizar las mejores familias para un carácter determinado; el arreglo experimental DCA permite discernir y separar el aporte genético y ambiental al fenotipo, mediante análisis bivariados entre dos características de interés; utilizando las variancias iniciales y con el empleo de programas estadísticos (como Selegen) se determinan los componentes de la variancia fenotípica como son variancia genética aditiva, heredabilidad, correlación fenotípica, correlación genotípica y la ganancia por selección. Si la variancia genética es significativa se pueden continuar seleccionando las mejores familias, si no lo es será necesario cambiar de método a cruzamientos mediante polinización controlada, si la correlación genética entre los caracteres no es significativa es posible mejorar cada carácter independientemente.

En los anexos 18, 19 y 20 se da la valoración por orden de mérito de las doce mejores matrices seleccionadas de la prospección y selección inicial in situ de 60 plantas madres por color de pulpa, basándose en los caracteres de interés para mejorar la producción de frutos. La selección inicial se realizó identificando las mejores matrices por cada carácter que se encontraba por encima del promedio + una desviación estándar si el carácter de interés era positivo, lo cual representa una intensidad de selección del 16,67% superior; si el carácter deseado era negativo el criterio fue del promedio menos una desviación estándar, por ejemplo si nuestro interés son plantas de porte bajo para el tipo shambo, el promedio es 13,9 m y su desviación estándar es 3,2 luego se seleccionan plantas con altura menor a 10,8 m.

La valoración se realiza clasificando por orden de mérito a las matrices seleccionadas por cada carácter, expresándose mediante una fracción donde el numerador representa la suma de los órdenes de mérito alcanzado por cada matriz y el denominador el número de caracteres deseables que contiene la matriz; el material seleccionado será más valioso cuanto mayor sea el número de caracteres deseables que contenga, en matrices con igual número de caracteres el valor lo determina el numerador, a menor número le corresponde un mayor valor genético.

Esta selección previa, basándose en la valoración genética de las plantas madres in situ, tiene la ventaja de ahorrar el tiempo que toma en desarrollar una generación, tiende a decrecer la variabilidad genética y mejora la eficiencia de selección, adicionalmente nos

permite ahorrar en los costos de instalación y el manejo de las progenies.

Cada ensayo de evaluación de progenies de polinización abierta al estar aislado, va a permitir el cruzamiento entre los fenotipos superiores de un determinado color, lo cual constituye un núcleo de recombinación genética entre matrices superiores, es de esperarse que las semillas a obtener demostrarán características superiores constituyendo un sintético que puede ser distribuido a productores bajo esa categoría.

Determinada la heredabilidad de cada matriz, las cuatro matrices superiores para una característica en especial pueden ser utilizadas para cruzamientos con polinización controlada para generar un nuevo genotipo híbrido S1; los machos deberán ser seleccionados y probados de tener una alta habilidad combinatoria general para transmitir el carácter "enano". Esta progenie deberá ser evaluada y caracterizada seleccionándose las cuatro superiores para volver a hibridarlas con los machos probados a fin de incrementar la homocigosis, y generar una generación S2 de ser necesario se continúa con el retrocruzamiento hasta lograr la endogamia. En la figura 4, se presenta el flujograma de mejoramiento.

3.8. RESUMEN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DEL AGUAJE "ENANO"

La propuesta del Programa de mejoramiento genético, parte de los trabajos ya realizados con la colecta de genotipos que se encuentran instalados en campo definitivo. Busca mejorar la eficiencia del uso de los genotipos utilizando como herramienta la genética cuantitativa, mientras que no se desarrollen los protocolos para la propagación asexual y caracterización molecular que permitan acortar el tiempo para lograr fijar los caracteres de interés mediante la endogamia.

Los caracteres cuantitativos de las poblaciones de aguaje siguen una distribución normal, cada gen que controla un fenotipo tiene un efecto sobre él, su análisis es complicado por que se desconoce el número de genes que lo controla; una sola característica puede ser controlada con 20, 50 o más de 1000 locus, así la expresión génica de cada alelo también es desconocida.

Es la segregación simultánea de muchos genes en muchos locus y la acción del medio ambiente lo que produce la distribución normal; para estudiar la variación continua de una población es necesario analizar y dividir su variancia a fin de entender y aprovecharla desde el punto de vista productivo en el mejoramiento de la palmera (Valdés et ál., 1993).

La variancia fenotípica (V_f) de un carácter cuantitativo es la suma de: la variancia genética (V_G), la variancia ambiental (V_A) y la interacción existente entre ambos componentes de variancia o covarianza fenotipo-

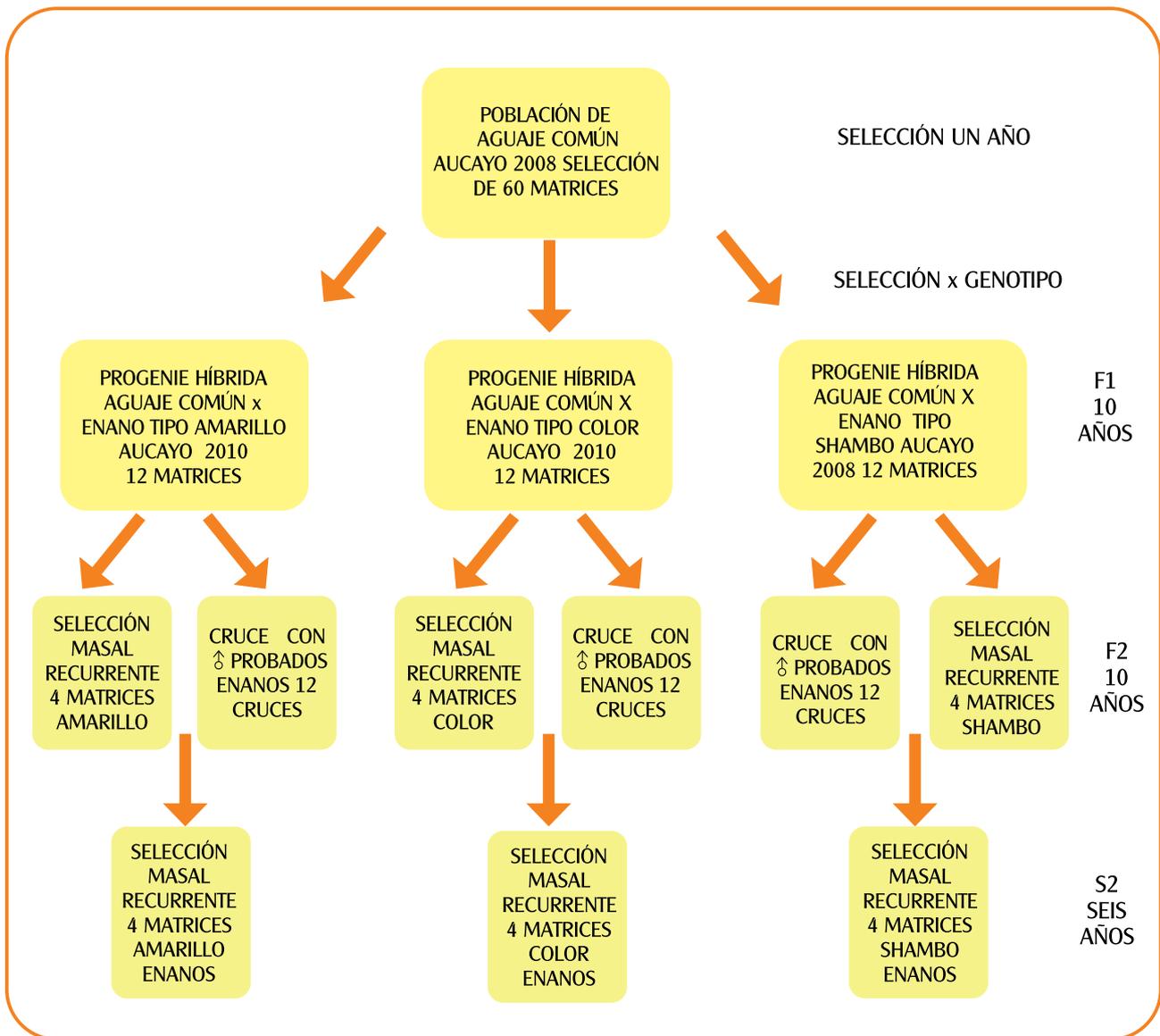


Figura 4. Flujograma de mejoramiento de matrices de aguaje común por color de pulpa hibridados por aguaje “enano”.

ambiente ($2 COV_{GA}$); al considerarse que los componentes genético y ambiental son independientes entre sí, la interacción no existe o tiende a cero.

$$V_F = V_G + V_A$$

Para mejorar la productividad de las poblaciones de aguaje es necesario cambiar la estructura genética de la población, por lo que el mayor interés del Programa de mejoramiento debe estar centrado en el estudio de la varianza genética (V_G). Para aprovecharla se la tiene que subdividir en sus otros componentes. La varianza genética (V_G) es la suma de la varianza genética aditiva (V_{AD}), la varianza genética dominante (V_D) y su interacción (V_I) o varianza genética epistática.

$$V_G = V_{AD} + V_D + V_I$$

La varianza genética aditiva (V_{AD}) es el componente que se debe al efecto aditivo de los genes. Es la suma del efecto de todos los alelos en todos los locos, es decir, la varianza genética aditiva es la suma del efecto de cada uno de los alelos que ayudan a producir el fenotipo y no depende de las combinaciones específicas de los alelos, sino de cada alelo en sí. Por lo tanto V_{AD} no es afectada por la meiosis; de este modo, la varianza genética aditiva es transmitida desde los padres a la progenie en cada generación.

La varianza genética dominante (V_D) es la variación debido a la interacción de los alelos dentro de cada locus, varianza intralocus. Esta varianza es una función del estado diploide o genotipo y por esta razón no se hereda de una generación a otra, sino que es creada o reconstituida en cada generación. La varianza epistática (V_I) es producto de la interacción de los alelos entre dos o más loci, es decir, es una varianza interloci, y también es

una función del estado diploide y tampoco se hereda de una generación a otra.

Se tiene que considerar que en la reproducción se transfieren gametos haploides y no genotipos diploides, por lo cual las varianzas genética dominante y de interacción no son heredables y si lo es la varianza genética aditiva, siendo ésta la de mayor interés en el corto plazo pues se puede lograr incrementos significativos de producción con la selección de matrices como se ha venido realizando pero mejorando la distribución de las progenies en arreglos o diseños estadísticos que permitan dividir las variancias.

La varianza fenotípica (V_F) de un carácter cuantitativo tendrá los siguientes componentes:

$$V_F = V_{AD} + V_D + V_I + V_A + V_{GA}$$

El interés del Programa de mejoramiento del aguaje, es determinar la varianza genética aditiva con fines de estimar la heredabilidad de los caracteres de interés, definiéndose como heredabilidad (h^2) la fracción de la varianza fenotípica que está bajo control de la varianza genética aditiva:

$$h^2 = \frac{V_{AD}}{V_F}$$

Para el año 2012, cuando se tenga ya caracterizada y determinada la heredabilidad del material genético que se viene evaluando en las diferentes pruebas de progenie, se pueden iniciar los cruzamientos con polinización controlada para generar nuevos genotipos y que vía endogamia se logre la creación de líneas casi puras con fines de hibridación.

En la figura 5 se presenta el flujograma de todo el proceso de mejoramiento del cultivo de aguaje del fenotipo "enano" propuesto. En la figura 6 se da el resumen del plan de mejoramiento a partir del germoplasma colectado.

En la tabla 5 se presentan las medidas de tendencia central como es el promedio y los rangos observados de todo el material genético colectado y disponible en 150 matrices que se encuentran bajo evaluación y se contrastan con las características fijadas para el ideotipo de aguaje a mejorar.

Tabla 5. Promedio y rangos de características a mejorar del material genético contenido en las colecciones de aguaje en 150 matrices.

ESTADÍSTICO	ALTURA ENTRENUDO (cm)	NÚMERO RACIMOS	ANCHO FRUTO (cm)	LARGO FRUTO (cm)	PESO FRUTO (g)	PESO PULPA (g)	PESO SEMILLA (g)	% RDTO. PULPA
PROMEDIO	18,51	4,36	3,437	5,358	52,95	13,20	25,00	25,65
MÁXIMO	35	10	4,88	7,32	93,62	29,9	49	31,4
MÍNIMO	4	1	1,61	2,95	23	6,5	12,5	16,68
IDEOTIPO	< 7	> 6	> 4	> 6	> 70	> 20	< 20	> 28

3.9. BIOTECNOLOGÍA

Dentro del amplio rango de biotecnologías aplicables al mejoramiento genético del aguaje, consideramos como viables a las siguientes:

- Caracterización molecular (ADN) del germoplasma para aplicaciones filogenéticas (análisis de proximidad genética de poblaciones) o ajustes en la selección de plantas superiores (análisis a nivel individual).
- Sexaje precoz mediante análisis de ADN en plantas en estado embrional o estados incipientes de crecimiento (plántulas o plantones).
- Cultivo de anteras para la obtención rápida de líneas puras, como labor previa a la recombinación genética (hibridación).

- Micropropagación vía morfogénesis o embriogénesis somática que permitiría clonar el material selecto.

La posibilidad de caracterizar a nivel molecular, permitirá respaldar y facilitar la evaluación convencional de germoplasma mediante evaluación de parámetros macro o fitoquímicos.

El sexaje precoz de plantas de aguaje, permitiría simplificar el manejo de plantaciones y lograr sembrar mayor cantidad de plantas femeninas.

El cultivo de anteras es una técnica que permite la obtención de haploide o plantas diploides que son de gran utilidad en el mejoramiento de plantas, permitiendo reducir el tiempo de selección después del cruzamiento, mediante la aceleración de la introgresión de características deseables de la población en

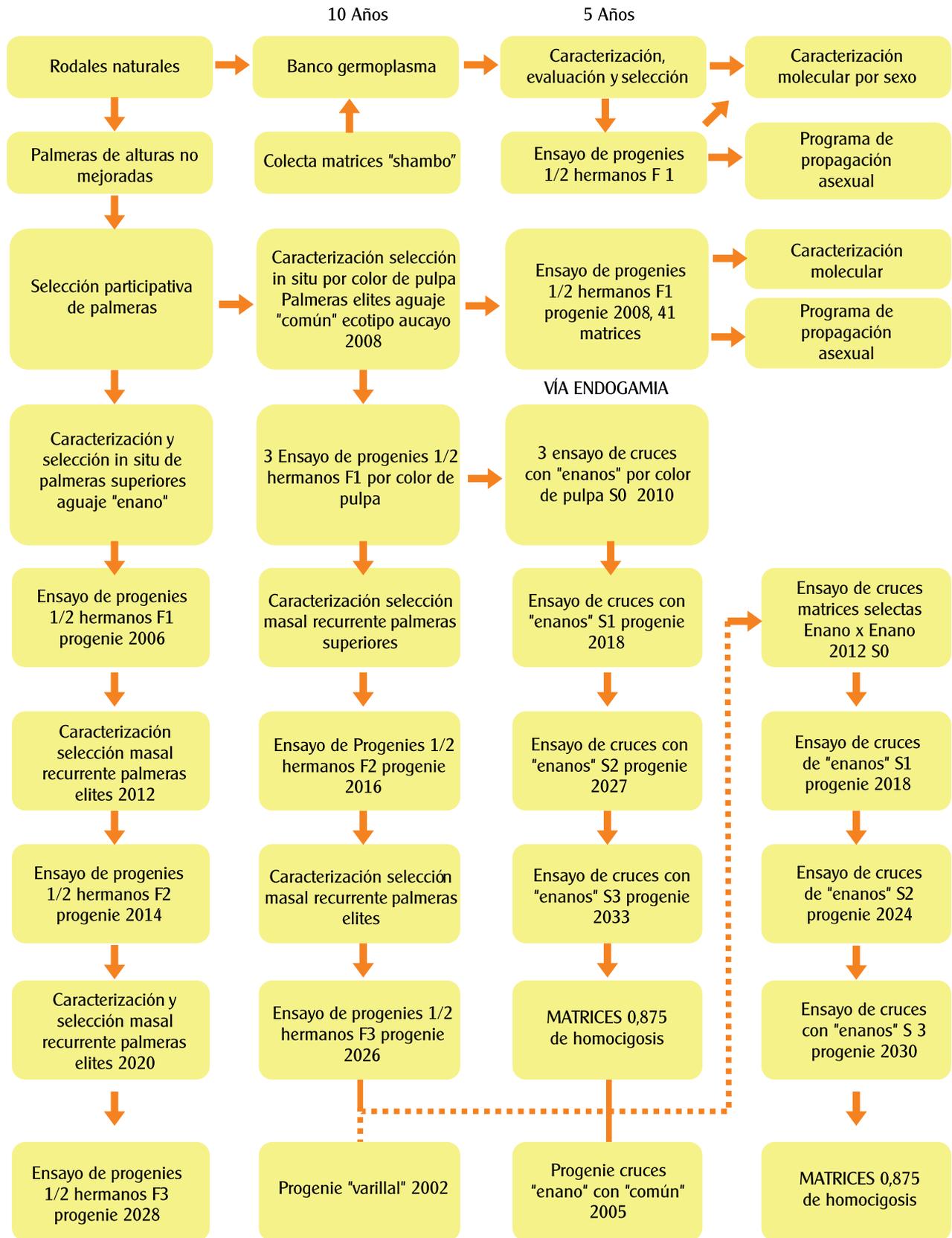


Figura 5. Flujo de mejoramiento del aguaje fenotipo "enano".

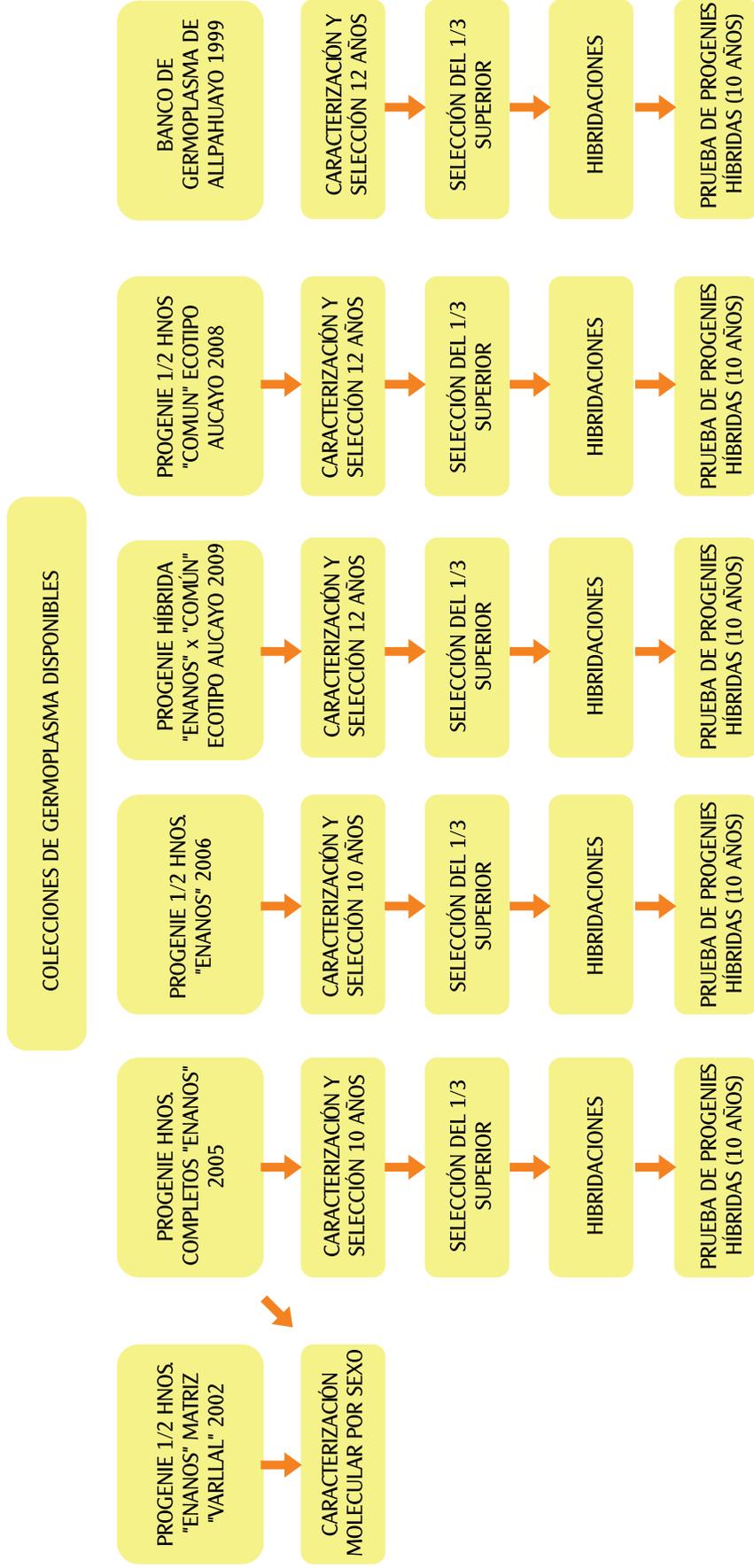


Figura 6. Flujiograma resumen de plan de mejoramiento del aguaje con el germoplasma disponible.

mejoramiento. Se utiliza mucho en el mejoramiento de plantas autóгамas para la identificación y selección de mutantes recesivos así como para la obtención de líneas homocigotas mediante la inducción de haploides en híbridos seguido del doblamiento cromosómico con lo que permite reducir el número de autofecundaciones; esta es una técnica que podría ser utilizada.

La micropropagación que incluye el cultivo de segmentos foliares o florales inmaduros, así como también el cultivo de embriones. La línea principal sería la inducción de embrioides o embriones somáticos vía callogénesis.

3.10. DISEÑOS ESTADÍSTICOS

Se coincidió que debe aplicarse un diseño. Con los avances de la estadística aplicada al mejoramiento genético, especialmente de perennes, se podrían simplificar el trabajo y los costos (Vásquez, A. Taller 2010). Los diseños de bloques son más eficaces para dilucidar efectos del suelo, pero en el campo se encuentran problemas para arreglar los bloques y eso es casi incontrolable cuando se tiene mucho material.

Se bloquea para controlar el error experimental, si se bloquea innecesariamente, le quitamos valor al material experimental (Mathews, P.; Pinedo, M.; Chumbimune, R. Taller 2010).

3.11. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las líneas de investigación y su priorización deberán ser consensuadas por investigadores, productores, empresarios y demás involucrados en la cadena de valor. Se consideran prioritarios a los siguientes temas de investigación:

- Mejoramiento genético: que tendría como objetivo central la obtención de semilla mejorada que fortalezca los sistemas productivos.
- Biotecnología (caracterización, sexaje, líneas puras): que respaldaría el trabajo de selección de plantas superiores realizada por métodos convencionales (botánicos, agrónomos, químicos).
- Micropropagación in vitro (cultivo de tejidos, cultivo de células, cocultivo, etc.): Se considera importante la aplicación de técnicas para la clonación de la especie mediante el cultivo de tejidos y células.
- Citología y biología floral: daría fundamento a la taxonomía del aguaje y especies afines, así como a los trabajos de polinización asistida y recombinación.
- Estudio de especies afines: *M. carana* (aguajillo), *Mauritiella aculiata*, *Mauritiella armata*
- Caracterización fotoquímica: Orientada hacia la cuantificación de metabolitos nutracéuticos o cosméticos y a continuar con análisis más profundos sobre la composición de la pulpa de la fruta y aceites de la pulpa y del endospermo.
- Valor agregado: dedicado a diversificar los productos derivados de la pulpa y del aceite, definir tipos de empaques o envases así como nuevas presentaciones.
- Manejo de rodales naturales.
- Manejo ambiental y agronómico de rodales naturales y plantaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aspajo, F. 2010. Caracterización molecular de los morfotipos de aguaje en la región Loreto. Tesis UNAP, Iquitos, Perú. 76 pp.
- Azofeia, A.; Delgado M. 2006. Uso de marcadores moleculares en plantas; aplicaciones en frutales del trópico. *Agronomía Mesoamericana*. Vol. 17 (2), pp. 221-242. ISSN: 1021-7444.
- FAO/IAEA. 2002. Mutant Germplasm Characterization using Molecular Markers A Manual. Training course Series N° 19 International Atomic Energy Agency, Vienna, 86 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 UNAP, Iquitos, Perú, 2007. 112 pp.
- García A y Pinto J. 2002. Diagnóstico de la demanda del aguaje en Iquitos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- González, A; Jarama V; Chuquival TG.; Vargas IR. 2008. Colección y evaluación de germoplasma de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en la Amazonía peruana. IIAP. Iquitos, Perú. 12 pp.
- IIAP-INCAGRO. 2006. Informe final Subproyecto "Domesticación y servicios ambientales del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en la Amazonía peruana. Iquitos. Perú. 46 pp.
- IIAP-INCAGRO. 2009. Informe complementario de actividades 2009 - I del Subproyecto "Mejoramiento genético, caracterización molecular y tecnologías de alto valor agregado del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en la Amazonía peruana. Iquitos. Perú. 145 pp.
- IIAP-INCAGRO 2008, Informe complementario de actividades 2008 - II del Subproyecto "Mejoramiento genético, caracterización molecular y tecnologías de alto valor agregado del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en la Amazonía peruana. Iquitos. Perú. 73 pp.
- Mejía, K. 2000. Palmerales de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Informe final. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 38 pp.
- Monteiro, FA; Dawn, M; Wesson E; Dotson M; Schofield CJ; Beard CB; 2000. Phylogeny and molecular taxonomy of the rhodniini derived from mitochondrial and nuclear DNA sequences *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 62(4), 2000, pp. 460-465.
- Ochoa Ochoa MA. 2010. Caracterización y evaluación de la variabilidad fenotípica de los frutos de *Mauritia flexuosa* L. f. (aguaje), en tres zonas de la región Loreto, Amazonía peruana. Tesis UNAP, Iquitos, Perú. 78 pp.
- Ohashi J; Tokunaga K. 2003. Power of genome-wide linkage disequilibrium testing by using microsatellite markers in *J Hum Genet* (2003) 48:487-491.
- Roca W; Mroginski L 1991. Cultivo de Tejidos en la Agricultura. *Fundamentos y Aplicaciones*. CIAT. 499 - 553 - 554 pp.
- Rodríguez Castillo AM. 2009. Caracterización genética de los morfotipos normal, enano y dístico del aguaje *Mauritia flexuosa* L.f. 1782. Informe técnico. IIAP INCAGRO. Iquitos, Perú, 29 pp.
- Röser M. 1999. Chromosome structures and karyotype rearrangement in palms (Palmae). In: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). *Evolution, variation and classifications of palms*. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, vol. 83, NYBG Press, Bronx, New York. Pp. 61-72.
- Valdés AM; Slatkin M; Freimert N. 1993. Allele Frequencies at Microsatellite Loci: The Stepwise Mutation Model Revisited in *Genetics* 133: 737-749 (March, 1993).
- Vásquez Briones I. 2009. Efecto de 4 medios de cultivo y 3 dosis de Thidiazuron en la inducción de embriogenesis somática en *Mauritia flexuosa*, en Iquitos, Perú. Tesis Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 90 pp.
- Vázquez Ocmín PG. 2008. Caracterización de ácidos grasos, beta caroteno, tocoferol y estabilidad oxidativa de los aceites de tres morfotipos de *Mauritia flexuosa* mediante cromatografía de gases, HPLC y RANCIMAT. Tesis UNAP, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Iquitos, Perú 126 pp.

Árbol candidato (=Candidate tree)

Un árbol que ha sido tentativamente seleccionado para ser incluido en un programa de mejoramiento, pero aún no probado.

Árbol elite (=Elite tree)

Un árbol que ha demostrado a través de las pruebas de progenie que produce descendencia superior.

Árbol plus (=Plus tree)

Un árbol sancionado como fenotípicamente superior, pero no probado genéticamente.

Biodiversidad (=Biodiversity)

Diversidad biológica. La variedad y variabilidad (tanto en número y frecuencia) de los organismos, la variabilidad genética dentro de cada especie, y la variedad de procesos y funciones en un ecosistema.

Conservación de germoplasma (=Germplasm conservation)

Mantención de la variabilidad genética de una población. El término es usado en vez de preservación de germoplasma para reflejar la naturaleza cambiante de las poblaciones vivas.

Depresión endogámica (=Inbreeding depression)

La reducción del vigor observada en la progenie de cruzamiento entre pariente cercanos. La depresión endogámica es debida a la expresión de alelos recesivos perjudiciales y es severa en especies exogámicas de polinización abierta.

Ecotipo (=Ecotype)

Es una población de una especie que ocurre en un ambiente particular bien definido. Usualmente muestra mejor adaptación a ese ambiente que la especie como un todo.

Endogamia (=Inbreeding)

Cruzamiento entre individuos emparentados. En especies de polinización abierta la endogamia provoca una pobre producción de semilla, baja germinación y una severa reducción del crecimiento.

F1

Primera generación filial de un cruzamiento. Normalmente la progenie de un cruzamiento (F1), será fenotípicamente más uniforme.

F2

La segunda generación filial de un cruzamiento, producido por entrecruzamiento individual desde la generación F1. La progenie de un cruzamiento F2 será más variable fenotípicamente que la F1.

Fenotipo (Phenotype)

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

Genotipo (=Genotype)

Es el conjunto de genes que posee un individuo, los expresados y los recesivos.

Hermano (=Sib- (sibling))

Un término que indica hermano o hermana. Medios hermanos tienen un progenitor en común, hermanos completos tiene ambos progenitores en común.

Híbrido (=Hybrid)

Progenie de un cruzamiento entre genotipos distintos. El término es comúnmente utilizado para cruzamientos entre especies, pero también es válido para referirse a cruzamientos entre procedencias, ecotipos, poblaciones o líneas puras.

Homocigoto (=Homozygous)

Portador de dos alelos idénticos en un locus, en muchos locus, o en la especie entera.

Ideotipo (=Ideotype)

Es el tipo ideal o espécimen perfecto. Es una descripción o ilustración de cuál es la meta final del mejoramiento genético para una especie. El ideotipo es la expresión de los rasgos individuales sin relacionarlo a la heredabilidad. Este no es un intento de ser una guía práctica para la selección de árboles plus, sino que es el punto de partida para la selección de campo.

Morfotipo (=morpho-type)

Cada uno de los estados distinguibles de las especies que presentan varias formas.

Parcela (=Plot)

En un estudio de campo, un grupo de árboles, todos pertenecientes al mismo grupo genético (familia, clon, procedencia,...).

Población (=Population)

Un grupo de árboles individuales que tiene alguna característica en común, tanto de localidad, ancestro familiar o uso deliberado.

Polinización abierta (=Open pollinated)

Polinización libre, debida al viento, insectos, u otros agentes.

Polinización controlada (=Control pollination)

Es una polinización dirigida de las flores femeninas de un árbol, usando polen de una fuente conocida, usualmente de un árbol específico.

Polinización cruzada (=Cross-pollination)

Polinización mediante polen de plantas genéticamente

diferentes.

Prueba de progenie (=Progeny test)

Una prueba para comparar la descendencia de diferentes progenitores.

Selección (=Selection)

Escoger árboles individuales o poblaciones con características deseables para obtener mejoramiento genético.

Tipo (=Type)

Clase, cualidad o naturaleza; característica de una especie o género.

ANEXOS

Anexo 1. Relación del germoplasma colectado por procedencia, localidad y número de matrices instaladas en el Banco de germoplasma de aguaje en el Centro de Investigación Allpahuayo, 1999-2001.

PROVINCIA	PROCEDENCIA	LOCALIDAD	Nº MATRIZ
LORETO	PARINARI	CHIRINGA	1
		JUANA	1
		TACSHACOCHA	1
		SHUYAY	1
		TOTAL	4
	NAUTA	NAUTA	1
		OLAYA	1
		SAN JORGE	1
		TOTAL	3
	TOTAL LORETO	7	7
MAYNAS	SANTA MARÍA	SAMITO	1
		YARINA	1
		SHIRIARA	1
		TOTAL	3
	SAN JUAN BAUTISTA	ITAYA	2
		SANTO TOMÁS	1
		QUISTOCOCHA	5
		SANTA CLARA	1
		VARILLAL	1
		INIA	1
		TOTAL	11
IQUITOS	IIAP CENTRAL	1	
PUNCHANA	MAZÁN	1	
INDIANA	INDIANA	1	
TOTAL MAYNAS	11	17	
REQUENA	SAPUENA	BAGAZÁN	1
		SANTA ROSA	1
		J. HERRERA	1
	TOTAL REQUENA	3	3
ALTO AMAZONAS	LAGUNAS	LAGUNAS	3
TOTAL A. AMAZONAS	1	3	
GRAN TOTAL		22	30

Fuente: Agustín Gonzales (2008).

Anexo 2. Relación del germoplasma hibridado por procedencia, localidad y número de matrices híbridas existente en la parcela de progenies de hermanos completos en el CIJH, 2004-2005.

MAYNAS	SANTA CLARA	4	3	1	2
	SANTO TOMÁS	4	3	1	1
	MAZÁN	4	3	1	3
LORETO	BUEN RETIRO	2	2	-	1
	CARRETERA NAUTA	2	1	1	1
REQUENA	JENARO HERRERA	4	3	1	1
TOTAL		20	15	5	9

Anexo 3. Relación del germoplasma en evaluación de la progenie de medios hermanos de aguaje "enano" instaladas en el CIJH, 2005-2006.

PROVINCIA	LOCALIDAD	Nº MATRIZ
MAYNAS	VARILLAL	1
	QUISTOCOCHA	4
	ZUNGAROCOCHA	2
	PADRECOCHA	1
	PISCO	1
	SANTA CLARA	1
	MAZÁN	5
	PUERTO ROSAR	1
	BUENOS AIRES	1
	NUEVO SAN JUAN	2
	DIAMANTE	1
	NUEVO VALENTÍN	1
	HIPÓLITO UNANUE	1
	PORUNI	1
	CENTRO FUERTE	1
REQUENA	JENARO HERRERA	2
	REQUENA	2
	BAGAZÁN	1
LORETO	BUEN RETIRO	2
TOTAL		31

Fuente: Freitas (2008).

Anexo 4. Germoplasma colectado e instalado en la parcela de la progenie de medios hermanos de aguaje “común” polinización libre ecotipo “aucayo” en el CIJH, 2008.

CÓDIGO	MORFOTIPO	TAMAÑO	COMUNIDAD
SH > L1	Shambo	Grande	Libertad
SH > L5	Shambo	Grande	Libertad
SH > U17	Shambo	Grande	Centro Unión
SH > U23	Shambo	Grande	Centro Unión
SH < U1	Shambo	Pequeño	Centro Unión
SH < U20	Shambo	Pequeño	Centro Unión
C > U35	Color	Grande	Centro Unión
C > U36	Color	Grande	Centro Unión
C < L1	Color	Pequeño	Libertad
C < U14	Color	Pequeño	Centro Unión
C < U19	Color	Pequeño	Centro Unión
C < U33	Color	Pequeño	Centro Unión
C < U37	Color	Pequeño	Centro Unión
C < U38	Color	Pequeño	Centro Unión
A > U1	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U2	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U3	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U4	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U5	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U7	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U10	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U12	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U13	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U14	Amarillo	Grande	Centro Unión
A < U6	Amarillo	Pequeño	Centro Unión
A < U8	Amarillo	Pequeño	Centro Unión
A < U9	Amarillo	Pequeño	Centro Unión
A < U11	Amarillo	Pequeño	Centro Unión

Anexo 5. Germoplasma instalado en la parcela de progenies hermanos completos de polinización controlada de aguaje “enano” por aguaje “común” ecotipo “aucayo” en el CIJH, 2009.

CÓDIGO	MORFOTIPO	TAMAÑO	COMUNIDAD
SH > L11	Shambo	Grande	Libertad
SH > U11	Shambo	Grande	Centro Unión
SH < U5	Shambo	Pequeño	Centro Unión
C < U12	Color	Pequeño	Centro Unión
C < U43	Color	Pequeño	Centro Unión
C < a5	Color	Pequeño	Aucayo
A > U6	Amarillo	Grande	Centro Unión
A < a1	Amarillo	Pequeño	Aucayo

Anexo 6. Germoplasma instalado en la parcela de progenies hermanos completos de polinización controlada de aguaje “enano” por aguaje “común” tipo rojo (shambo), ecotipo “aucayo”, en el CIJH, 2010.

CÓDIGO	MORFOTIPO	TAMAÑO	COMUNIDAD
SH < a1	Shambo	Pequeño	Aucayo
SH > L7	Shambo	Grande	Libertad
SH > U17	Shambo	Grande	Centro Unión
SH < U28	Shambo	Pequeño	Centro Unión
SH < U5	Shambo	Pequeño	Centro Unión
SH < U25	Shambo	Pequeño	Centro Unión
SH > L11	Shambo	Grande	Libertad
SH > L1	Shambo	Grande	Libertad
SH < U8	Shambo	Pequeño	Centro Unión
SH > U23	Shambo	Grande	Centro Unión

Anexo 7. Germoplasma instalado en la parcela de progenies hermanos completos de polinización controlada de aguaje “enano” por aguaje “común” tipo rojizo (color), ecotipo “aucayo”, en el CIJH, 2010.

CÓDIGO	MORFOTIPO	TAMAÑO	COMUNIDAD
C > U33	Color	Grande	Centro Unión
C < L6	Color	Pequeño	Libertad
C < U17	Color	Pequeño	Centro Unión
C < U43	Color	Pequeño	Centro Unión
C > U13	Color	Grande	Centro Unión
C < a2	Color	Pequeño	Aucayo
C < L5	Color	Pequeño	Libertad
C < a3	Color	Pequeño	Aucayo
C < U13	Color	Pequeño	Centro Unión
C < a5	Color	Pequeño	Aucayo

Anexo 8. Germoplasma instalado en la parcela de progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje “enano” por aguaje “común” tipo “amarillo” (posheco), ecotipo “aucayo”, en el CIJH, 2008.

CÓDIGO	MORFOTIPO	TAMAÑO	COMUNIDAD
A > U1	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U2	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U18	Amarillo	Grande	Centro Unión
A < U11	Amarillo	Pequeño	Centro Unión
A > U8	Amarillo	Grande	Centro Unión
A < L2	Amarillo	Pequeño	Libertad
A > U10	Amarillo	Grande	Centro Unión
A > U13	Amarillo	Grande	Centro Unión
A < a1	Amarillo	Pequeño	Aucayo
A > U3	Amarillo	Grande	Centro Unión

Anexo 9. Caracterización por color de pulpa de progenies de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) fenotipo “común” de libre polinización de la zona de Aucayo en el CIJH, 2008.

Fenotipo “común” shambo de pulpa roja (n=6)

ESTADÍSTICO	ALTURA ESTÍPITE (m)	ALTURA ENTRENUDO (cm)	NÚMERO RACIMOS	ANCHO FRUTO (cm)	LARGO FRUTO (cm)	PESO FRUTO (g)	PESO PULPA (g)	PESO SEMILLA (g)	% RDTO. PULPA
PROMEDIO	14,58	21,17	3,17	3,643	5,972	5,4805	1,3746	2,5088	25,194
MÁXIMO	18	26	7	3,920	6,670	7,3380	1,7740	3,5550	27,140
MÍNIMO	10	16	1	3,310	4,810	4,0730	0,9220	1,9630	22,680
DESV. EST.	3,88	3,82	2,04	0,23	0,73	1,062	0,316	0,593	1,72
% C. V.	26,59	18,03	64,46	6,31	12,30	19,38	23,02	23,63	6,83

Fenotipo “común” color de pulpa amarilla (n= 14)

ESTADÍSTICO	ALTURA ESTÍPITE (m)	ALTURA ENTRENUDO (cm)	NÚMERO RACIMOS	ANCHO FRUTO (cm)	LARGO FRUTO (cm)	PESO FRUTO (g)	PESO PULPA (g)	PESO SEMILLA (g)	% RDTO. PULPA
PROMEDIO	13,83	21,50	3,50	3,794	6,110	6,1319	1,4499	2,8636	23,866
MÁXIMO	17	28	8	4,400	6,780	8,6030	2,1470	4,8820	27,650
MÍNIMO	5	10	1	3,350	4,810	4,3650	0,8930	1,9620	16,680
DESV. EST.	3,74	5,26	2,27	0,31	0,52	1,253	0,348	0,810	3,12
% C. V.	27,08	24,49	64,79	8,27	8,56	20,43	23,99	28,30	13,06

Fenotipo “común” color de pulpa rojiza (n= 8)

ESTADÍSTICO	ALTURA ESTÍPITE (m)	ALTURA ENTRENUDO (cm)	NÚMERO RACIMOS	ANCHO FRUTO (cm)	LARGO FRUTO (cm)	PESO FRUTO (g)	PESO PULPA (g)	PESO SEMILLA (g)	% RDTO. PULPA
PROMEDIO	14,38	23,79	4,29	3,683	5,520	5,1791	1,3526	2,4699	26,105
MÁXIMO	20	35	8	4,160	6,300	5,8140	1,5190	3,0920	29,670
MÍNIMO	5,5	12	1	3,360	4,960	4,0700	1,0900	1,7840	21,160
DESV. EST.	4,55	5,90	1,98	0,23	0,45	0,498	0,160	0,385	2,26
% C. V.	31,63	24,80	46,15	6,37	8,14	9,62	11,85	15,58	8,67

Anexo 10. Conocimientos alcanzados en biología floral.

Biología floral	• Especie dioica o de sexos separados
	• Especie xenogámica o polinización cruzada obligatoria.
	• Polinización exclusivamente entomófila no se da la anemofilia
	• La antesis masculina y femenina no ocurre al mismo tiempo.
	• Antesis femenina se reconoce por apertura de brácteas florales, el estigma húmedo con mucosidad interna y dura 5 a 6 días.
	• Antesis masculina se reconoce por apertura de brácteas florales, rotura del saco polínico, emisión de aromas que atrae a los insectos y dura 5 a 6 días
	• La floración puede ocurrir todo el año con mayor frecuencia en julio y agosto.
	• El periodo de formación de la inflorescencia femenina es de 3 meses
	• El periodo de formación de frutos es de 9 a 12 meses.
	• El periodo de formación de la inflorescencia masculina es de 3 meses.
	• Raquillas emergen de la 5ª a 6ª semana, después de aparición de inflorescencia.
	• Los botones florales aparecen entre la 2ª y 3ª semana después de las raquillas.
	• La antesis ocurre entre la 5ª y 6ª semana después de la aparición de los botones florales y dura de 4 a 5 días.
	• El medio de cultivo líquido de germinación de polen sobre la base de sacarosa, ácido bórico y nitrato de calcio.
Técnica de polinización controlada	• Se ha desarrollado una técnica de colecta de polen mediante el aislamiento de raquillas en bolsas de tela 10 días antes de la antesis y cosecha al cuarto día de iniciada la antesis
	• Técnica de conservación y mantenimiento de la viabilidad del polen, con rango de temperatura de -8 °C a 8 °C superior al 40% de viabilidad hasta los 30 días con un límite máximo de 45 días para ser desechados.
	• Técnica de aislamiento de flores femeninas y aplicación de la carga polínica con aspersores, con un tiempo máximo de 10 días de protección.
	• Se realizó un ensayo para determinar el nivel de polen necesario para la fertilización en tres matrices y con 1, 1,5, y 2 g de polen utilizando talco a la proporción 2:1 no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Anexo 11. Relación de las matrices empleadas de la zona de Aucayo para realizar cruces por polinización controlada en el año 2008.

FENOTIPO "SHAMBO"			FENOTIPO "AMARILLO"			FENOTIPO "COLOR"		
♂	ORIGEN	♀	♂	ORIGEN	♀	♂	ORIGEN	♀
M 5	Centro Unión	SH > U9	M 6	Centro Unión	A < U8	M6	Libertad	C > L5
M 13	Centro Unión	SH > U8	M 13	Aucayo	A > a6	M6	Centro Unión	C > U24
M 13	Centro Unión	SH < U28	M 13	Libertad	A > L2	M13	Centro Unión	C < U 37
M 13	Centro Unión	SH < U26	M 13	Libertad	A < L3	M13	Centro Unión	C > U17
M 13	Centro Unión	SH > U13	M 13	Centro Unión	A < U15	M 13	Centro Unión	C < U19
M 11	Aucayo	SH > a2	M 13	Centro Unión	A < U16	M 11	Libertad	C < L6
M 11	Aucayo	SH > a1	M 11	Centro Unión	A < U11	M 11	Centro Unión	C < U14
M 11	Aucayo	SH < a3	M 11	Centro Unión	A < U9	M 11	Centro Unión	C < U33
M 11	Libertad	SH > L1	M 11	Centro Unión	A > U1	M 11	Centro Unión	C < U38
M 11	Libertad	SH > L7	M 11	Centro Unión	A > U13	M 11	Centro Unión	C > U13
M 11	Centro Unión	SH > U2	M 11	Centro Unión	A > U14	M 11	Centro Unión	C > U15
M 11	Centro Unión	SH < U24	M 11	Centro Unión	A > U3	M 11	Centro Unión	C > U35
M 11	Centro Unión	SH > U23	M 11	Centro Unión	A > U4	M 11	Centro Unión	C > U36
M 11	Centro Unión	SH > U17	M 11	Centro Unión	A > U5			
M 11	Centro Unión	SH < U32	M 11	Centro Unión	A > U7	M 13	Libertad	C < L 1
M 11	Centro Unión	SH < U30	M 11	Centro Unión	A > U18	M 11	Libertad	C < L 1
M 11	Centro Unión	SH < U27	M 11	Centro Unión	A > U2			
M 11	Centro Unión	SH < U25						
M 11	Centro Unión	SH < U20						
M 11	Centro Unión	SH < U 1						
Cruces para evaluar niveles de aplicación de polen								
M 11	Libertad	SH < L 3						
M 11	Libertad	SH < L 4						

Anexo 12. Resumen de resultados en cultivo in vitro en aguaje.

ENSAYO	OBJETIVO	RESULTADO
Embriogénesis somática con embriones zigóticos inmaduros	a. Desinfección del explante con fungicida Vitavax b. Efecto de 4 niveles de Thidiazuron y su interacción con cuatro medios de cultivo	a. Contaminación 7 y 14 % a los 5 y 15 días con Vitavax b. Efecto tóxico de Thidiazuron, no hay diferencia entre los medios de cultivo evaluados
Evaluaciones para colecta de explante	Evaluación de 5 antioxidantes con 11 combinaciones entre ellos	En hojas casi no ocurre oxidación, en flores la oxidación era rápida
Desinfección y esterilización de explante	En hojas	Solución antioxidante en el medio de cultivo de 600 mg/L de ácido ascórbico + 150 mg/L de ácido cítrico, decreció oxidación
	En neumatóforo	60% supervivencia y 40% de contaminación con 600 mg/L de ácido ascórbico + 150 mg/L de ácido cítrico con 0% de oxidación
	En raíces	57% de supervivencia y 30% de contaminación por bacterias y hongos y 13% de oxidación con 600 mg/L de ácido ascórbico + 150 mg/L de ácido cítrico
	En inflorescencia	Rápida oxidación de los tejidos cuando se retiraban las envolturas
Formación y crecimiento de callos	Elección de fitohormona	Solo se obtuvo inducción de callo en neumatóforo y raíces con citoquininas (BAP y Kinetina)
	Callo en raíces	Se logró callos de explantes procedentes del extremo final de la raíz, cuando fueron repicados se necrosaban o se reabsorbían hasta producir su muerte
	Callo en neumatóforos	Sólo se logró callos de explantes de la bifurcación de la raíz y que estuvieron dentro del suelo

Anexo 13. Resultados de la caracterización molecular de los fenotipos: “común”, “dístico” y “enano” mediante la técnica de DALP (2009).

Diversidad genética en 3 fenotipos de aguaje

MARCADORES	BANDAS POLIMÓRFICAS
DALP 6	5
DALP 7	14
TOTAL	19

Índice de fijación (Fst) en 3 fenotipos de aguaje

MORFOTIPO	NORMAL	DÍSTICO
ENANO	0,13102	0,24205
NORMAL		0,32520
DÍSTICO		

Distancias genéticas en 3 fenotipos de aguaje

MORFOTIPO	NORMAL	DÍSTICO
ENANO	0,14044	0,27714
NORMAL		0,39333

Anexo 14. Resultados de la caracterización molecular de tipos de aguaje sobre la base del color de pulpa.

Diversidad genética en 3 tipos de aguaje

MARCADOR	BANDA POLIMÓRFICA	PBP (%)
DALP 6	31	100
DALP 7	29	100
TOTAL	60	100

Índice de fijación (Fst) en 3 tipos de aguaje

MORFOTIPO	COLOR	SHAMBO
AMARILLO	0,0114	0,00782
COLOR		0,00865
SHAMBO		

Diversidad genética en 3 poblaciones de aguaje

PRIMER	BANDA POLIMÓRFICA	PBP (%)	BANDA DIAGNÓSTICA	PBP (%)
DALP 6	18	90	2	10
TOTAL	18	90	2	10

Índice de fijación (Fst) en 3 poblaciones de aguaje

POBLACIÓN	JENARO HERRERA	PARINARI
AUCAYO	0,48382	0,68338
JENARO HERRERA		0,20962
PARINARI		

Distancias genéticas de 3 poblaciones de aguaje

POBLACIÓN	JENARO HERRERA	PARINARI
AUCAYO	0,66130	1,13434
JENARO HERRERA		0,21052
PARINARI		

Anexo 15. Resultados de la caracterización fitoquímica de la pulpa de aguaje

Análisis bromatológico (%)

ANÁLISIS %	AMARILLO	COLOR	SHAMBO
HUMEDAD	62,85 + 0,04 A	62,71 + 0,69 A	63,96 + 0,02 B
CENIZAS	2,94 + 0,02 A	3,00 + 0,02 B	2,05 + 0,03 C
ACEITES	22,80 + 0,26 A	21,30 + 0,53 B	25,20 + 0,10 C
PROTEÍNAS	3,90 + 0,1 A	6,50 + 0,1 B	6,10 + 0,1 C

Caracterización de aceite de tres morfotipos de aguaje

ÁCIDO GRASO	AMARILLO	COLOR	SHAMBO
PALMÍTICO	19,61 + 0,41 A	20,26 + 0,11 A	21,68 + 0,18 B
PALMITOLEICO	0,15 + 0,01 A	0,28 + 0,0 B	0,27 + 0,0 B
ESTEÁRICO	1,57 + 0,02 A	1,40 + 0,01 B	1,86 + 0,0 C
OLEICO	75,63 + 0,31 A	75,02 + 0,10 B	71,67 + 0,10 C
LINOLEICO	2,19 + 0,25 A	2,29 + 0,01 A	3,70 + 0,01 A
LINOLÉNICO	0,82 + 0,06 A	0,72 + 0,02 A	0,80 + 0,08 A

Caracterización de β - caroteno y α - tocoferol de tres morfotipos de aguaje

VITAMINAS	AMARILLO	COLOR	SHAMBO
β - caroteno (ug/g)	324,42 + 0,71 A	264,6 + 0,44 B	283,57 + 0,48 C
α - tocoferol (ml/L)	683,35 + 0,46 A	685,81 + 1,04 B	677,58 + 0,63 C

Concentración de minerales en pulpa (mg/100g)

MINERALES	AMARILLO	COLOR	SHAMBO
Zn	0,58 + 0,00 A	0,70 + 0,00 B	0,90 + 0,00 C
Ca	137,79 + 1,31 C	89,14 + 1,17 A	132,49 + 0,64 B
Cu	0,28 + 0,0 C	0,69 + 0,00 A	0,43 + 0,0 B
Na	8,18 + 0,03 A	9,20 + 0,03 B	20,76 + 0,19 C
Mg	44,12 + 0,04 A	44,08 + 0,02 A	98,61 + 0,06 B
Mn	10,96 + 0,15 C	7,72 + 0,03 B	6,62 + 0,01 A
K	390,36 + 0,85 B	312,31 + 0,02 A	660,81 + 3,45 C
Fe	1,18 + 0,0 A	0,55 + 0,01 A	0,83 + 0,0 B
FENOTIPO	> CONCENTRACIÓN		< CONCENTRACIÓN
AMARILLO	> Ca, > Mn, > Fe;		< Zn, < Cu, < Na
COLOR	> Cu ;		< Ca, < K, < Fe
SHAMBO	> Zn, > Na, > Mg, > K		< Mn

Índices de yodo, saponificación, acidez y peróxido de tres morfotipos de aguaje

ANÁLISIS	AMARILLO	COLOR	SHAMBO
Índice de yodo	70,99 + 0,28 A	70,38 + 0,11 A	70,17 + 0,31 B
Índice de saponificación	191,35 + 0,28 A	186,25 + 0,22 A	194,89 + 0,41 B
Punto de fusión (°C)	11,0 + 1,0 A	12,0 + 1,0 A	10,3 + 0,57 A
Índice de peróxido (meq. ox./kg)	11,2 + 5,36 A	10,0 + 1,0 A	12,46 + 0,49 A
Índice de acidez	2,69 + 0,19 A	2,13 + 0,4 A	3,54 + 0,32 B

Anexo 16. Resultados de la caracterización de la pulpa liofilizada de aguaje

Análisis bromatológico de tres tipos de aguaje

	AMARILLO	COLOR	SHAMBO
HUMEDAD %	48,34	53,85	59,59
CENIZAS %	1,02	1,43	1,28
ACEITES %	18,73	34,47	21,54
PROTEÍNAS %	2,10	2,36	3,6
CARBOHIDRATOS	29,81	8,74	13,94

Cambio de propiedades en el tiempo de pulpa liofilizada de 3 tipos de aguaje

	INICIO			3 MESES			6 MESES		
	Amarillo	Color	Shambo	Amarillo	Color	Shambo	Amarillo	Color	Shambo
HUMEDAD %	3,19	7,18	2,58	7,15	8,73	7,17	9,06	9,06	7,41
CENIZAS %	2,24	2,94	2,3	1,93	2,32	1,91	1,99	1,99	1,91
ACEITES %	48,23	33,49	47,47	25,38	62,16	49,79	64,03	64,03	46,82
PROTEÍNAS %	6,56	5,69	6,25	13,4	7,87	11,08	13,56	13,56	14,44

Anexo 17. Valoración de genotipos con una presión de selección del 15% superior (+ σ) de la parcela de progenies 2006.

Nº MATRIZ	Altura estípide	Altura entrenudo	Altura 1a floración	Número racimo	Ancho fruto	Largo fruto	Peso fruto	Peso pulpa	Peso semilla	% pulpa	VALOR
NY-002	2	1	5	3					2		13/5
005-IIAP	1	1	3							2	7/4
NP-001				2		1	2	2			7/4
UY-001					1	4	1	1			7/4
TH-001	4		4				4			3	15/4
HELGA		2		2		2					6/3
NY-009					3			2		1	6/3
UY-002					2		4	2			8/3
NP-005			2		4					4	10/3
006-IIAP	6	2	5								13/3
MÑ-001				1							1/1
MÑ-003	3		1								4/2
MM-008									1		1/1
MÁXIMO	4,67	10,00	4,50	9,00	4,64	6,33	79,00	23,00	43,00	31,4	
PROMEDIO	2,67	6,41	2,89	5,11	3,68	5,01	42,40	11,63	22,16	27,4	
MÍNIMO	0,74	4,00	1,10	1,00	3,05	6,79	23,00	6,50	12,50	22,7	
DESV. EST.	1,09	1,38	1,05	2,18	0,37	0,70	12,19	3,95	6,49	2,25	
% C. V.	40,82	21,53	36,33	42,66	10,05	13,97	28,75	33,96	29,29	8,20	
Selección	<1,58	< 5,03	< 1,84	> 7,29	> 4,05	>5,71	>54,59	>15,58	<15,67	>29,7	

Anexo 18. Valoración y selección genotípica in situ, de las 12 matrices superiores de aguaje común tipo "shambo" de la zona de Aucayo.

MATRIZ	Estípite			Racimo				Frutos				VALOR GENOTIPO	
	Alt.	Diám.	Long. entrenudo (cm)	Long. raq. (m)	Nº	Nº fruto x racimo	Peso fruto x racimo	largo fruto (cm)	Ancho fruto (cm)	Peso de 10 frutos (g)	Peso pulpa (g)		% de pulpa
SH < a1	6	5	5			2	5						23/5
SH > L7		5						9	8		4	2	28/5
SH > U17		5						7	7	4			23/4
SH < U28			4	2	1								7/3
SH < U5										8	2	1	11/3
SH < U25			3	2								10	15/3
SH > L11						8	2					9	19/3
SH > L1					3			2					5/2
SH < U8			3			4							7/2
SH > U23				4				9					13/2
SH < U24					3								3/1
SH > U11												6	6/1
Promedio	13,9	50,8	19,6	1,92	3,39	623	26,65	4,89	2,92	486,62	143,47	28,96	
Máximo	19,3	57,0	26,0	2,50	9,00	1711	67,60	6,67	3,92	733,80	291,40	43,67	
Mínimo	8,6	45,0	12,0	1,35	1,00	65	3,00	3,35	1,61	260,40	68,80	22,24	
Desv. Est.	3,2	3,7	4,2	0,37	2,43	462	17,56	1,17	0,78	117,66	57,21	6,23	
% C. V.	22,6	7,4	21,5	19,13	71,67	74	65,87	23,85	26,58	24,18	39,88	21,51	
Selección	<10,8	>54,6	<15,4	>2,29	>5,82	>1085	>44,21	>6,06	>3,69	>604,2	>200,6	>35,2	

Anexo 19. Valoración y selección genotípica in situ, de 12 matrices superiores de aguaje común tipo "color" de la zona de Aucayo.

MATRIZ	Estípite			Racimo				Frutos				VALOR GENOTIPO	
	Alt.	Diám.	Long. entrenudo (cm)	Long. raq.	Nº	Nº fruto x racimo	Peso fruto x racimo	Largo fruto (cm)	Ancho fruto (cm)	Peso de 10 frutos	Peso pulpa		% de pulpa
C > U33	1	6	2		2				8				19/5
C < L 6	4	2		1	1								8/4
C < U 17				1	4	5	6						16/4
C < U 43						6	4		6			5	21/4
C > U 13	7				3					5	7		22/4
C < a 2	5	1			1								7/3
C < L 5	6		1		3								10/3
C < a 3	2		3			7							12/3
C < U 13				3	3								6/2
C < a 5		3										7	10/2
C < U 32					4								4/1
C < L 9					3								3/1
Promedio	11,6	49,1	20,3	2,08	5	793,09	36,31	4,50	2,85	484,9	130,9	27,05	
Máximo	17,0	64,0	28,0	2,80	9	1404,0	58,00	6,30	4,16	711,4	204,5	36,54	
Mínimo	5,0	36,0	5,0	1,50	2	189,00	12,00	2,95	1,83	307,1	70,7	20,39	
Desv. Est.	3,6	6,9	5,8	0,34	2	371,73	12,42	0,87	0,74	97,9	32,0	4,11	
% C. V.	30,5	14,0	28,4	16,35	46	46,87	34,21	19,4	26,1	20,2	24,5	15,19	
Selección	8,1	42,2	14,5	2,42	7	1164,8	48,73	5,37	3,59	582,9	162,9	31,16	

Anexo 20 Valoración y selección genotípica in situ, de 12 matrices superiores de aguaje común tipo "amarillo" de la zona de Aucayo.

MATRIZ	Estípite			Racimo				Frutos				VALOR GENOTIPO	
	Alt.	Diám.	Long. de entrenudo (cm)	Long. raq.	Nº racimo cuajado	Nº Fruto x racimo	Peso fruto x racimo	Largo fruto (cm)	Ancho fruto (cm)	Peso de 10 frutos	Peso pulpa		% de pulpa
A >U1	2	3	3		4			1	2	2	5		22/8
A >U2						3	3	6	4		6	8	30/6
A > U 18										1	1	3	5/3
A <U11					3	1	1						5/3
A >U8		4		3	2								9/3
A < L 2				4	3						5		12/3
A >U10								6	5	7			18/3
A >U13									1	3			4/2
A < a 1											3	4	7/2
A >U3					4			5					9/2
A >U4				3				8					11/2
A < L 3					4		9						13/2
Promedio	14,5	49,0	22,8	2,00	4,30	817	34,23	5,64	3,5	612,6	164,7	26,21	
Máximo	19,4	59,0	35,0	2,40	8,00	2388	68,23	6,78	4	1129	455,2	40,32	
Mínimo	5,6	40,0	12,0	1,42	1,00	200	14,00	3,73	2,1	398,3	89,3	18,51	
Desv. Est.	4,2	5,4	5,4	0,28	1,98	524	16,02	0,94	0,6	168,7	80,1	5,70	
% C. V.	29,2	11,1	23,8	14,11	45,96	64,1	46,82	16,7	16,1	27,5	48,6	21,73	
Selección	<10,3	>54,4	<17,4	>2,28	>6,28	>1341	>50,25	>6,58	>4,1	>781	>285	>31,9	

Anexo 21-A. Diseño del comparativo de 12 progenies de hermanos completos de polinización controlada de aguaje “enano” por aguaje “común”, ecotipo “aucayo” (un ensayo aislado de polinización cerrada para cada color de pulpa).

I	3	5	12	8	9	4	7	2	11	10	1	6
II	12	3	7	8	5	11	9	10	1	4	2	6
III	6	9	10	3	2	11	8	4	7	12	5	1
IV	10	5	9	12	1	7	6	11	7	2	4	3

Anexo 21-B. Detalle de la unidad experimental.

B	B	B	B	B	B	B	B	B
3	3	3	5	5	5	12	12	12
3	3	3	5	5	5	12	12	12
3	3	3	5	5	5	12	12	12

---7m---

B: Plantas de borde

Anexo 22. Directorio de Participantes: Taller sobre Programa de mejoramiento genético del aguaje

Kémbler Mejía
IIAP-PIBA
kmejia@iiap.org.pe

Marco León
INIBICO
melón@inibico.org

Henri Delgado
INIBICO
hdelgado@inibico.org

Rafael Chumbimune
Amazónica Plantaciones
radio05rchz@hotmail.com

Gloria Arévalo
INIA-Tarapoto
gmarevalog@gmail.com

Armando Vásquez
UNAP
avmatute@yahoo.es

Jhon Paul Mathews
UNAP
jpmatews@yahoo.es

Sergio Pinedo
INIA
fepifre@hotmail.com

Luis Freitas
IIAP-PROBOSQUES
lfreitas@iiap.org.pe

Mario Pinedo
IIAP-PROBOSQUES
pacc@iiap.org.pe

César Delgado
IIAP-PIBA
cdelgado@iiap.org.pe

Ricardo Bardales
IIAP-PROBOSQUES
rbardaleslozano@yahoo.es

Víctor Sotero
IIAP-PIBA
vsotero@iiap.org.pe

Dora García
UNAP
dora@usp.br

Agustín Gonzales
IIAP-PIBA
agonzales@iiap.org.pe

Herminio Inga
IIAP-PROBOSQUES
hinga@iiap.org.pe

Guiusepe Torres
IIAP-PIBA
gmtr23@hotmail.com

José Ramos
IIAP
orionjac@hotmail.com

Martín Ochoa
UNAP
magico24@hotmail.com

