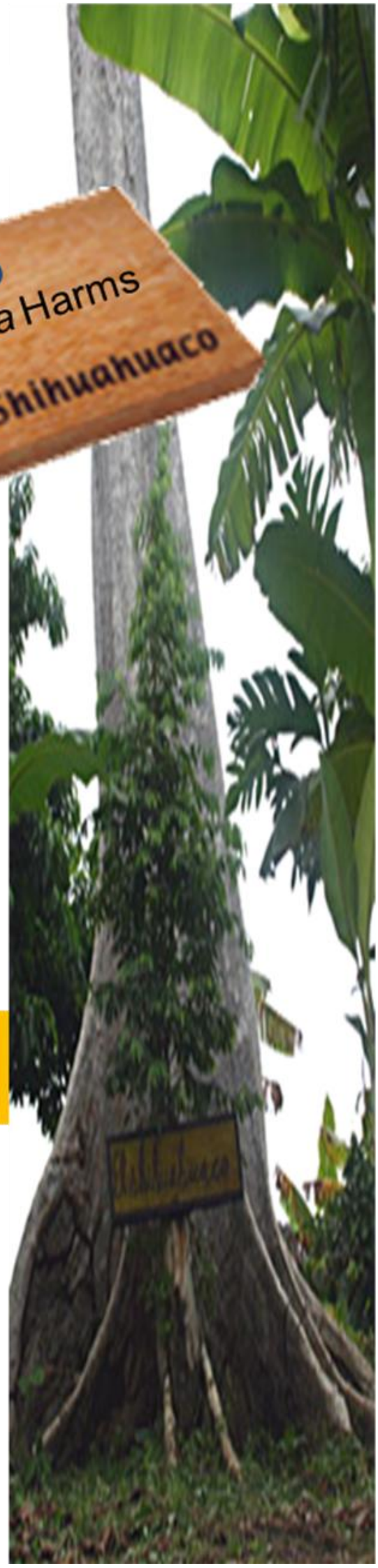


**PLAN DE MEJORAMIENTO
GENETICO DE *Dipteryx micrantha* Harms**

Shihuahuaco

**Ing. Carlos A. Oliva Cruz
Consultor**



CONTENDIDO

- I. INTRODUCCIÓN
- II. FILOGENIA Y ECOLOGÍA
- III. ORIGEN Y POSICIÓN TAXONÓMICA
- IV. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN NATURAL
- V. ESTADO ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO DE LA ESPECIE
- VI. REPRODUCCIÓN, FENOLOGÍA Y CITOLOGÍA
- VII. BASE GENÉTICA DISPONIBLE
 - A. Variabilidad interespecífica
 - B. Variabilidad intraespecífica
- VIII. EXPERIENCIAS DE PLANTACIONES DEMOSTRATIVAS Y COMERCIALES
- IX. VARIABILIDAD GENÉTICA DE LOS ÁRBOLES TROPICALES
- X. OBJETIVOS
- XI. ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL SHIHUAHUACO
 - A. Definición del “IDEOTIPO”
 - B. Estrategias de Evaluación del Germoplasma
 - C. Estrategias para la producción de semilla mejorada en términos del tiempo
 - D. Creación de Variedades
 - E. Distribución de semilla
 - F. Secuencia metodológica del plan de mejoramiento
 - G. Investigación
 - H. Marco Lógico del Plan de Mejoramiento para el periodo 2004-2013
 - I. Cronograma 2004-2013
 - J. Presupuesto por actividades (dólares)
- XII. BIBLIOGRAFIA

PLAN DE MEJORAMIENTO GENETICO DEL SHIHUAHUACO *Dipteryx micrantha* harás.

I. INTRODUCCIÓN

En muchos países se realizan esfuerzos por explotar las maderas consideradas valiosas, destruyéndose anualmente a nivel mundial cerca de 11 millones de hectáreas de bosques tropicales, generando como consecuencias pérdida de fertilidad de los suelos por erosión y lixiviación, también afecta la disponibilidad de agua e incluso el clima global (Lamprecht 1990). Es evidente que los bosques tropicales solo pueden ser conservados si se desarrollan formas permanentes de aprovechamiento, que puedan satisfacer las necesidades de las poblaciones y que sean compatibles con sus intereses económicos y los objetivos sociales y ambientales.

Los árboles al contrario de los cultivos agrícolas, han sido difíciles de mejorar genéticamente debido a su ciclo de vida y a la prevalencia de alogamia (Cornelius y Mesén 1991). El éxito logrado en el establecimiento y productividad de árboles forestales está determinado en gran parte por la especie utilizada y la fuente de semilla de la especie (Larsen 1954).

El Shihuahuaco es una especie considerada actualmente como la de mayor volumen de exportación, que está provocando que esta especie vaya perdiendo su condición de abundante e incluso algunos autores consideran que hasta debería ser recategorizada a situación “vulnerable” debido a la actual explotación irracional, acompañada de factores propios de genética reproductiva de la especie, que están provocando que no pueda establecerse en el bosque y cada vez se

encuentren menos individuos en la naturaleza. Situación que pone en grave riesgo los programas de mejora genética.

Esta especie posee características y propiedades físico mecánicas, que le confieren alta resistencia y durabilidad, por ello es usada para estructuras, durmientes, siendo requerida con mayor fuerza, en la industria de pisos, más del 70% de la producción se exporta a los países de Asia en forma de “parquetones”, la mayor demanda de esta especie se dio en los últimos 10 años.

II. FILOGENIA Y ECOLOGÍA

Arboles de tierra firme en terrenos de buen drenaje de bosques primarios y de bosques de colina, se encuentran en Colombia, Bolivia y Perú, en la mayoría de las regiones de selva, siendo su época de fructificación en diciembre.

La información disponible sobre volúmenes maderables correspondiente al nombre común “Shihuahuaco” indica que la especie existe en cantidades medias a altas en algunas áreas de la Amazonía norte del Perú Barrena, 1996.

III. ORIGEN Y POSICIÓN TAXONÓMICA

La especie *Dipteryx micrantha* Harms es originaria de la Amazonía, con abundante diversidad en Loreto, Perú y responde a la categorización taxonómica.

Clase : Magnoliopsida

Orden : Fabales

Familia : Fabaceae

Género : *Dipteryx*

Especie : odorata Harms

Nombres: Shihuahuaco, Charapilla, Kumarut (Perú), Coumarou (Bolivia), Charapilla (Colombia). Nombre internacional Cumaru.

Árbol.

Alcanza los 40 m de altura y 100 a 150 cm de diámetro, aletones empinados, de 4m de altura y 1.5 m de ancho, algunas veces, en árboles jóvenes, los aletones se prolongan tenuemente hacia arriba del tronco acanalado mostrando concavidades y convexidades longitudinales, en árboles maduros el tronco es cilíndrico copa amplia y aparasolada.

Corteza.

Superficie de tronco lisa, de color pardo grisáceo a pardo amarillento, corteza muerta leñosa, se desprende en placas irregulares de hasta 1 cm de grosor, corchosas hacia el interior, al desprenderse quedan huellas circulares en bajo relieve, de color marrón anaranjado, dando la apariencia de martillado, corteza viva compuesta en dos capas, una externa de color crema, con puntos anaranjados, de 3 mm de espesor y otra interna fibrosa, color crema, de 2mm de espesor, se observa una estrecha capa verde amarillenta que limita la corteza viva con la muerta, notoria al raspar.

Hojas.

Compuestas bipinnadas, alternas, agrupadas al final de las ramitas, foliolos 9 a 11 alternoso subopuestos, el raquis tiene una ala o ribete estrecho y es cóncavo por la cara superior y convexo por la cara inferior, se proyecta apicalmente sin foliolo (terminación libre), foliolos verdes, brillantes por la cara superior y de color verde mate por la cara inferior,

ramitas jóvenes redondas, con lenticelas pequeñas, al final de las ramitas son visibles las cicatrices de las hojas caídas.

Flores.

Dispuestas en manojos, vistosas, parecidas a la del frijol, hermafroditas, zigomorfas, de 0,8 a 1,2 mm de longitud, con cáliz y corola presentes el pedicelo de 1-2 mm de longitud, el cáliz de 3 a 5 mm de longitud, de corola rosada de 6 a 10 mm de longitud, el androceo 5-7 mm de longitud, con varios estambres, el gineceo con un pistilo de ovario supero y alargado, el estigma capitado.

Fruto.

Carnosa con una sola semilla comestible. Oblongoides de 3-6 cm de longitud y 2-4 cm de diámetro, leñosos, indehiscentes, la superficie de color amarillento, el mesocarpio harinoso y oleoso, la semilla única.

Observaciones para el reconocimiento de la especie.

Se le reconoce por la corteza externa con escamas de ritidoma que se desprenden aisladamente dejando huellas impresa “como una corteza martillada” y por su madera singularmente dura. Adicionalmente, las hojas son muy características por el raquis acanalado, estrechamente alado y terminado en un mucron lanceolado y alargado de 2-3,5cm de longitud.

Otras Características de Importancia.

El fuste cilíndrico, la ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste recta o con raíces tablares pequeñas de hasta 1 m de alto. Presenta corteza externa lenticelada, color marrón claro a grisáceo o verdusco;

presenta escamas de ritidoma que desprenden aisladamente dejando huellas impresas (“martillado”), las lenticelas de 2-4 mm de diámetro y su corteza interna granular, color amarillo pálido, con gránulos de color blanquecino y amarillo oscuro., sus ramitas terminales con sección circular, color marrón oscuro cuando esta seca, de unos 4-9 mm de diámetro, finamente agrietadas y glabras. Presentan hojas compuestas imparipinnadas, alternas y dispuestas en espiral, de 13-30 cm de longitud, el peciolo de 4-8 cm de longitud, éste y el raquis acanalados y estrechamente alados, las alas de 1-2 mm de ancho, el raquis terminado en un mucrón lanceolado y alargado, de 2-3.5 cm de longitud, los foliolos 4-7 pares, oblongos, de 4-10 cm de longitud y 2-3.5 cm de ancho, enteros, los nervios secundarios 10-14 pares, prominulos en ambas caras, el ápice de los foliolos obtuso a agudo, cortamente acuminado, la base obtusa a rotunda, las láminas glabras, coriáceas, rígidas; inflorescencias panículas terminales o axilares de 10-20 cm de longitud, multifloras; flores hermafroditas, zigomorfas, de 0.8-1.2 cm de longitud, con cáliz y corola presentes, el pedicelo de 1-2 mm de longitud, el cáliz de 3-5 mm de longitud, la corola rosada, de 6-10 mm de longitud, el androceo 5-7 mm de longitud, con varios estambres, el gineceo con un pistilo de ovario súpero y alargado, el estigma capitado. Frutos oblongoides de 3-6 cm de longitud y 2-4 cm de diámetro, leñosos, indehiscentes, la superficie de color amarillento, el mesocarpio harinoso y oleoso, la semilla única.

IV. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN NATURAL

En el Perú se encuentra distribuida en los bosques amazónicos de la Región Amazónica (Loreto, Ucayali y San Martín en cantidades medias a altas), mayormente debajo de los 700 msnm. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, aunque también en zonas con una estación seca marcada; es una especie con tendencia esciófita, presente

en bosques primarios, en suelos arcillosos a limosos, fértiles y bien drenados, con pedregosidad baja a media.

V. ESTADO ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO DE LA ESPECIE

“Shihuahuaco” en el grupo de especies forestales comerciales, ley forestal N° 27308, Reglamento de Extracción y Transformación Forestal se encuentra clasificada en la categoría “D”, denominada como especie “Potencial”. Por presentar características tecnológicas excepcionales, es una de las especies que tiene gran demanda en el mercado regional, nacional e internacional. Así mismo por presentar propiedades muy adecuadas para la combustión viene siendo aprovechada para la elaboración de carbón; motivo por el cual se desconoce hasta la fecha el volumen aprovechado. Esta especie desde el inicio de la década del 90 a través del Proyecto durmientes (Gobierno Regional Ucayali) comienza a tener demanda en el mercado por sus propiedades físicas; esta particularidad ha originado que los bosques sean aprovechados sin planificación silvicultural ocasionando la erosión genética de la misma, como ejemplo se cita el bosque de producción Alexander von Humboldt.

Estadísticamente entre 1998 a 2005 los bosques de producción de Ucayali han contribuido con cerca de 8 millones de m³ de madera rolliza, INRENA (2005). En cuanto a su reforestación muy poco se ha hecho, habiéndose instalado pequeña superficie a nivel de investigación en sistemas agroforestales (1 ha), pero hasta la fecha no se ha iniciado un programa de reposición a mediano y gran escala.

La regeneración natural de esta especie es abundante en lugares claros en el bosque, pero debido a diversos factores del medio ambiente, como hongos, insectos y otros patógenos causan la muerte de muchas plántulas, pero las pocas que sobreviven sufren por la falta de luz para su crecimiento, motivo por el cual se ven pocos individuos de edades intermedias en el dosel medio y superior del bosque. Sin embargo, los

árboles que logran desarrollarse llegan a tener edades considerables (100 – 300 años) con un diámetro aproximado de 200 cm (80 pulgadas).

Anualmente produce abundante semilla, aproximadamente 40 frutos/Kg y cada fruto contiene una semilla, la falta de manejo para garantizar el establecimiento de la regeneración es preocupante para su conservación en el bosque húmedo tropical. Los principales agentes dispersantes son el mono, murciélago, majaz. Observaciones realizadas en el vivero de von Humboldt en cuanto a su velocidad de crecimiento, lo clasifican como una especie de rápido crecimiento.

Por las especificaciones técnicas indicadas, es muy probable que no existan grandes superficies de regeneración natural de esta especie en los bosques. Observaciones realizadas en el bosque experimental Alexander von Humboldt (1500 has) confirman que la abundancia de esta especie en cuanto a nivel de regeneración es muy escasa lo que se podría afirmar que si no se toman estrategias de manejo para su conservación y manejo esta especie en el futuro podría desaparecer del ecosistema terrestre.

VI. REPRODUCCIÓN, FENOLOGÍA Y CITOLOGÍA

La floración y fructificación ocurren durante todo el año, pero con intensidad diferente. Floración ocurre entre los meses de marzo y junio, pudiéndose presentar una defoliación parcial de la copa. La maduración de los frutos dura de 3 a 4 meses. La diseminación se inicia en la época seca (agosto) y se puede prolongar hasta inicios de la época lluviosa (octubre) siendo más frecuente en setiembre, Flores (1997). Calendario fenológico está referido para la zona de vida de Alexander von Humboldt.

La polinización es efectuada principalmente por abejas medianas y grandes, las cuales pueden viajar distancias considerables. En Costa

Rica, se indica que pueden polinizar a *Dipteryx panamensis* las siguientes especies: *Bombus pullatus*, *Centris* spp., *Epicharis* spp., *Megachile* sp., *Melipona flavipennis*, *Mesoplia* sp., *Trigona musarum*.

El patrón de floración, con pocas flores abriéndose cada día, sugiere que *Dipteryx* es de polinización cruzada obligada (Flores, 1992). La dispersión es efectuada principalmente por murciélagos (*Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Carollia* spp.) los cuales desprenden los frutos y los llevan a lugares seguros para consumir sin peligro el jugo oleoso del mesocarpio o pulpa. Monos (*Ateles* spp.) y roedores grandes (*Dasyprocta* sp., *Myoprocta* sp.) pueden ser también dispersadores eventuales.

Cuadro : Especies del género Dipteryx encontradas en América Tropical

Especie	Estado	Sinonimo	Nombre común	Distribución	Usos
D. micrantha Harás	Cultivada	•Coumarouna ferrea Ducke •Coumarouna micrantha (Harms) Ducke •Dipteryx ferrea Ducke	Cumaru ferro ,Shihuahuaco, Charapilla, Kumarut,	Amazonia baja	Picaduras infectadas
D.panamensis (Pittier) Record & Mell	Cultivada		Almendro, almendro amarillo, almendro de montaña	se encuentra en la costa atlántica del sur de Nicaragua, en la de Costa Rica, en la de Panamá y en la de Colombia.	Tambores para el embalaje de los cables de alta tensión, construcción de carrocerías, vigas, artesonado, pisos y en todo aquello que requiere un material que pueda soportar grandes esfuerzos.
D. odorata (Aublet) Willd.		•Coumarouna odorata Aubl •Dipteryx tetraphylla Spruce	Shihuahuaco(Perú), Charapilla, Kumarut, Coumarou, Charapilla de murciélago,masho micuna, serrupía,sarapiay choibá. Muimapagé, Champagne (Brasil), Koemaroo,Tonka (Suriama), Gaiac cayenne (Guayana Francesa) y Vsiguero, Yesquero (Bolivia)	Su origen en Suramérica norteña (Guyana, Orinoco región). Los productores principales están hoy Venezuela y también Nigeria.En peru se encuentra en la Amazonia baja.	Construcción, Láminas de enchape, Parquet y pisos, Torneados, Embarcaciones; anticoagulante (trombosis),aromatiza dor,forúnculos, neumonía, respiratorios y transtornos digestivos.
D. oleífera		•Coumarouna panamensis •Dipteryx panamensis •Coumarouna oleifera	Almendro,Choibá, Barujo, charapilla, Coumarouna, Cuamara, Cumaru, Cumaru Amarello, Cunuru, Ebo, Gayac,		Instrumentos agrícolas, cojinetes y bujes, construcción de barcos (general), los derivados químicos, Cañas de

		•Oleicardon panamensis	Groot locus, sarrapia, frijol Tonga, haba tonga		pescar, pisos, muebles, construcción pesada, durmientes de ferrocarril, Artículos deportivos, mangos de herramientas, tornería chapa,: decorativos, consumo humano y artesanías.
--	--	---------------------------	---	--	---

Fuente: Información propia 2010

VII. BASE GENÉTICA DISPONIBLE

Existen plantaciones establecidas a partir de arboles semilleros identificados en el área experimental del anexo Von Humboldt, los mismos que cuentan con mas de dos décadas de establecidos.

a. Variabilidad interespecífica

Existen diferentes especies de Shihuahuaco cada una con sus caracteres definidos, pero todo esto constituye la existencia de una amplia variabilidad entre especies y como tal constituye una excelente base genética para proyectar futuros trabajos de mejoramiento genético. Todo esto constituye nuestro POOL Genético necesario para consolidar nuestro plan de trabajo de mejoramiento genético en años posteriores.

b. Variabilidad intraespecífica.

El Shihuahuaco, por su propio sistema de polinización, promueve la existencia de amplio rango de variación dentro de la especie, lo que constituye una excelente alternativa para el diseño del presente plan de mejoramiento orientado principalmente a las variables de

importancia comercial como calidad de fuste y posteriormente a ello se irá insertando variables de acuerdo al ideotipo definido.

b.1. Colecciones ex situ en el País.

A nivel de Shihuahuaco, aun no están definidas

b.2. Germoplasma básico disponible

Existe la Unidad de Conservación de Shihuahuaco, la misma que esta instalada en Alexander Von Humbolt- INIA- Pucallpa. Material que ha venido siendo evaluado por 13 años consecutivos, la cual constituye una excelente base genética para realizar la selección de las primeras plantas superiores mediante la metodología de REML/BLUB.

VIII. EXPERIENCIAS DE PLANTACIONES DEMOSTRATIVAS Y COMERCIALES

Condiciones especiales para su propagación, uno de los lugares especialmente acondicionados para realizar la propagación vegetativa de las especies forestales es el vivero, aunque su diseño e implementación son diferentes dependiendo de las condiciones de trabajo.

Usos de la madera.

La madera es de muy buena calidad, extraordinariamente dura y pesada, de color blanquecina en la albura y marrón amarillento o rojizo en el duramen cuando seca, con grano entrecruzado y textura media a gruesa, también vetado de arcos superpuestos, es apta para el torneado, tiene buena durabilidad y es resistente a la humedad., con ella se elaboran parquet, elemento de la construcción que requieren mucha resistencia y

perduración, tales como puntales y vigas, mangos de herramientas, postes y chapas decorativas.

IX. VARIABILIDAD GENÉTICA DE LOS ÁRBOLES TROPICALES

- La variación genética se puede medir en dos maneras principales. Primero, en términos de variación en marcadores moleculares. Segundo, en términos de variación morfológica.
- La variación genética a nivel molecular se expresa con parámetros genéticos como P (el porcentaje de loci polimórficos), A (el número de alelos por locus o riqueza alélica) y He (diversidad génica o heterocigosidad esperada).
- Las especies de árbol tropical exhiben altos niveles de variación genética molecular.
- Esta variación genética normalmente demuestra una estructura espacial y puede ser separada en componentes interpoblacionales e intrapoblacionales.

Normalmente, en los árboles tropicales la mayor parte (un 85-90%) de la variación genética molecular se concentra a nivel intrapoblacional.

La alta variabilidad intrapoblacional se debe en gran medida a la autoincompatibilidad y a otros mecanismos que impiden la autofertilización y promueven la heterocigosidad.

La poca variabilidad entre poblaciones se debe principalmente al flujo alélico, el cual ejerce un efecto homogenizador.

Cuando el flujo alélico es inexistente o casi inexistente (ej. poblaciones muy aisladas, especies con rangos disjuntos de distribución), normalmente habrá mayores diferencias entre poblaciones.

- La variabilidad genética se manifiesta también en la morfología de los árboles, es decir en diversas características como sus tasas de crecimiento, la densidad de su madera, su fenología, la rectitud del fuste, etc. En general, es de esperar que cualquier característica que demuestre variación fenotípica también demostrará variación genotípica.

Muchas características morfológicas están controladas no por uno o dos genes (como en la genética clásica de Mendel), sino por decenas de genes. Como consecuencia, para una determinada característica no son solo tres combinaciones posibles (como es el caso con un solo gen con dos alelos), sino centenares. Además, muchas características de este tipo – **las características cuantitativas** – son afectadas también por el medioambiente. Debido a estos dos factores, estas características demuestran una variación continua, en lugar de agruparse en clases discretas.

En general, la variación genética morfológica se expresa utilizando parámetros genéticos cuantitativos como las varianzas genotípicas y la heredabilidad.

- Normalmente, la distribución de la variación genética morfológica entre y dentro de poblaciones es parecida a la distribución de variación genética molecular, es decir hay más variación dentro de las poblaciones que entre ellas.
- La variación genética morfológica, inter-e intrapoblacional se mide utilizando ensayos de campo, en los cuales las descendencias (hijos) de diferentes poblaciones o de la misma población se comparan

estadísticamente en el mismo lugar (ej, ensayos de procedencias, ensayos de descendencias).

X. OBJETIVOS

General

Lograr la disponibilidad de material genético selecto para su empleo en sistemas de producción congruentes con la realidad social, económica y ecológica, en zonas inundables de la Amazonía Peruana.

Específicos

- Disponer de germoplasma con amplia base genética para satisfacer los requerimientos del mejoramiento.
- Evaluar, seleccionar y recombinar germoplasma con énfasis en productividad, precocidad y contenido de vitamina A.
- Producir y distribuir semilla seleccionada por sus caracteres deseables debidamente acreditados.

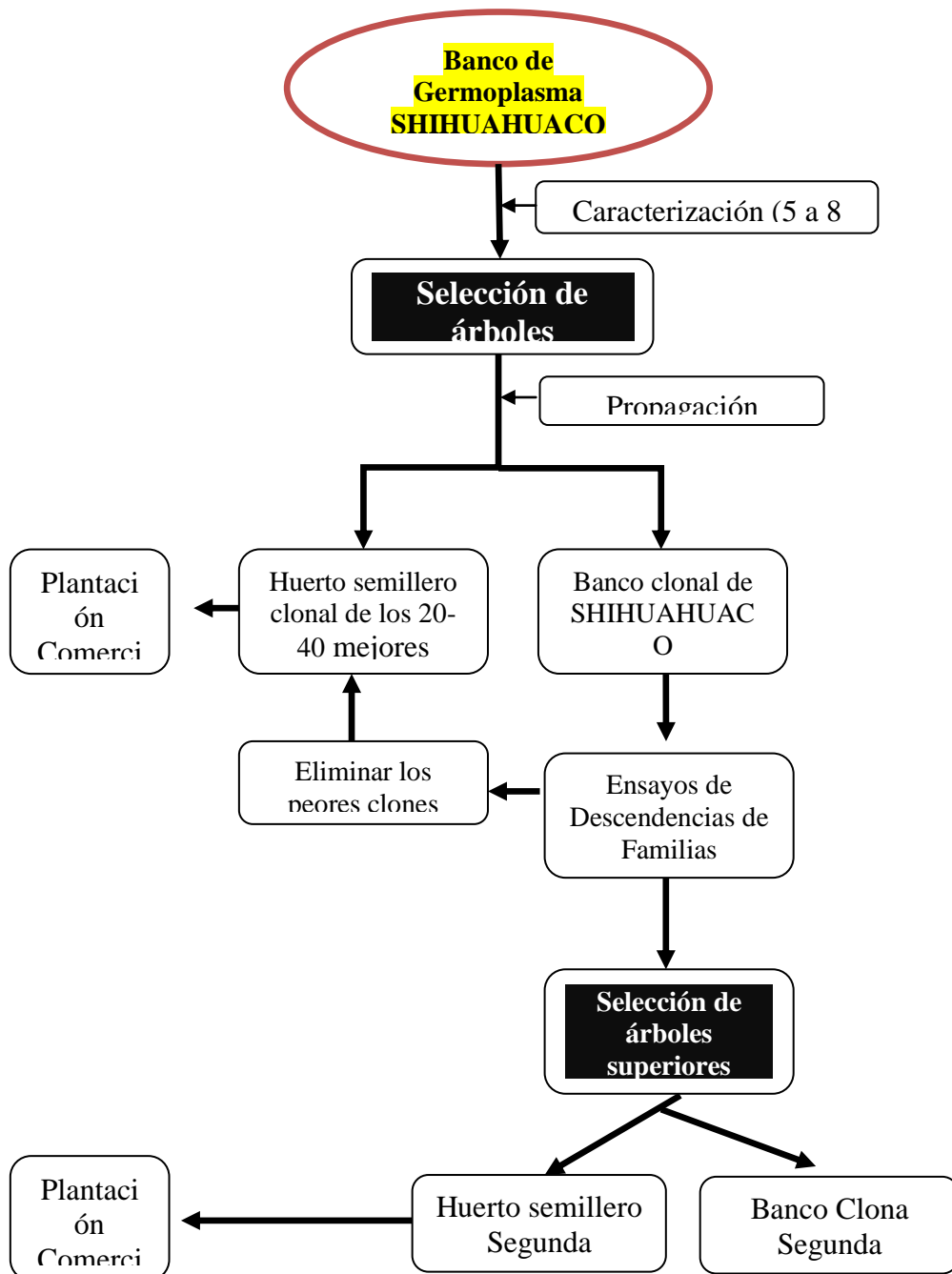
XI. ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL SHIHUAHUACO

Las poblaciones alógamas presentan un alto grado de heterocigosis. Esto ofrece la posibilidad de realizar selección contra los genes desfavorables y aumentar la frecuencia de los favorables, modificando así la media de la población hacia el sentido que interese.

Para especies forestales, hablar del plan de mejoramiento convencional resulta extenso en términos de tiempo debido al periodo vegetativo de la especie y al tiempo que demora para obtener plantas aptas para su aprovechamiento.

Como estrategia de mejoramiento se plantea la utilización de selección recurrente y pruebas de descendencia, y la selección se realizaría mediante la técnica del Método REM/BLUB, como herramienta de selección genética de plantas superiores y sobre ello instalar los huertos semilleros o Jardín de Multiplicación Clonal y abastecer de semilla a los beneficiarios.

Flujo grama de Estrategia de Mejoramiento Genético



A. Definición del “IDEOTIPO”

Para fines de selección, bastara que un espécimen posea por lo menos uno de los tres caracteres para ser considerado como material promisorio. A continuación los caracteres del ideotipo en orden de prioridad:

- Precocidad en Cosecha (Inicio de cosecha comercial a los 6 años, con altura promedio de 5 metros)
- Árboles rectos y libre de defectos (Recto y ligeramente recto)
- Bifurcaciones (ausente)
- Sanidad (libre de plagas)
- Grano espiral (ausente)

Definitivamente que existen más indicadores que complementan al ideotipo sin embargo estas son las principales y las demás se pueden ir incorporando paulatinamente de acuerdo a las exigencias.

La combinación de estas 4 características sería para un árbol de excelente calidad de Shihuahuaco, que involucraría, precocidad, fuste erecto, sin bifurcaciones de buena sanidad y con ausencia de grano espiral. Pero desde el punto de vista comercial tiene mayor importancia el fuste recto y libre de bifurcaciones.

B. Estrategias de Evaluación del Germoplasma

- Selección recurrente y aplicación el Método REM/BLUB:

Selección para elevar la frecuencia de genes favorables en la población de mejora y cruzamiento de las mejores plantas entre sí, para mantener la variabilidad genética que permita obtener las mejores combinaciones génicas.

Consiste en aplicar la selección masal a la colección de germoplasma que ayudará a la selección genética de plantas superiores mediante la utilización del métodos RELM/BLUB, a través de selección genética computarizada (SELEGEN)- (Resende 2002). Con este método se obtendrá el valor fenotípico, valor genotípico, ganancia genética, exactitud selectiva, eficiencia de “m” mediciones y heredabilidad.

Para realizar esta Selección Genética de Plantas Superiores, es necesario tener un conocimiento amplio de la fenología reproductiva de la especie y en especial del tipo de polinización que predomina sobre ella, la cual marcará la barrera de selección de las plantas madres evitando el riesgo de endogamia por efecto de presión de selección.

- **Hibridación.** En su forma más simple, se autofecundan las plantas genéticamente superiores durante 4 a 5 generaciones hasta producir líneas homocigóticas que luego se cruzan para producir híbridos y recuperar el vigor. Durante el proceso de auto polinización, se pueden realizar hibridaciones intermedias para ir observado el avance del mejoramiento. Otras formas de hibridación puede ser mediante la biotecnología pero por el momento en nuestro país tiene costos de aplicación altos y por ellos es necesario llevar bajo la técnica convencional.

C. Estrategias para la producción de semilla mejorada en términos del tiempo

c.1. Suministro de material de plantación a corto plazo (3-10 años)

c.1.1. Clonación de plantas superiores selectas

Después de la selección genética de plantas se debe clonar las plantas por cualquier método de clonación, siendo la más eficiente la propagación por estaquillas. Se propone la propagación asexual entre 20 a 25 rametes por planta superior y luego serán instaladas en un lugar aislado para la recombinación y obtener semillas seleccionadas.

c.2. Suministro de material mejorado a mediano y largo plazo (10-18 años).

c.2.1. Propagación de las mejores plantas madres previa depuración mediante una prueba de comportamiento clonal.

Consiste en clonar todas las plantas superiores y observar su comportamiento en condiciones ambientales variables para dilucidar su valor genético. Una vez de seleccionada las plantas con el más alto valor genético se propagará de manera vegetativa con al menos 15 rametes por planta madres (la cantidad está determinado al valor de la heredabilidad, como sucede en frutales a una heredabilidad de 41% se considera 16 rametes por planta madre como cantidad necesaria para instalar una prueba clonal.)

c.2.2. Evaluación de la Habilidad Combinatoria General (HCG) de genotipos selectos – Mide la habilidad de un determinado genotipo de combinarse con un grupo grande de genotipos diferentes y transmitir sus características deseables a su descendencia identificando así a los mejores progenitores.

Es importante aplicarla en especies de polinización cruzada como es el caso de Shihuahuaco, donde cada padre se cruza con varios otros padres. Por lo que ACG es la desviación de la descendencia

de un progenitor particular de la media general de la descendencia de todos los progenitores.

Se proponen las siguientes etapas:

Cada genotipo se evaluará utilizando dos polimezclas, constituidas respectivamente por mezclas de polen de los 20 mejores progenitores de Loreto (Yurimaguas y Ucayali). Habrá dos juegos de genotipos así probados: uno del material en Ucayali, otro del material en Loreto (Yurimaguas). Como hay dos probadores por localidad, se originaran dos poblaciones en cada localidad.

Dado el sistema reproductivo del SHIHUAHUACO, con la selección genética computarizada es importante contar con genotipos (plantas madres) que tengan una HCG elevada para asegurar un comportamiento superior en cantidad y calidad. Por esta razón, los probadores deberán tener una base genética amplia que estará asegurada en un compuesto o mezcla del polen de los 10 mejores genotipos seleccionados en cada localidad.

Las poblaciones que se generen tendrán 3 objetivos importantes:

- (i). Evaluación de la HCG de cada uno de los genotipos selectos en Ucayali (cuenca del Aguaytia) y Loreto (Yurimaguas) para identificar a los mejores progenitores.
- (ii). Crear poblaciones mejoradas cruzando los genotipos selectos en cada una de las localidades.
- (iii). Integrar las 2 poblaciones cruzando los genotipos selectos en Ucayali (cuenca del Aguaytia) por los selectos en Loreto (Yurimaguas).

Se estimaran la HCG, en ensayos replicados en Ucayali (cuenca del Aguaytia) y Loreto (Yurimaguas), de las poblaciones constituidas por **n** y **m** familias. Esta evaluación, permitirá identificar los mejores progenitores para los caracteres elegidos como prioritarios. Al no haber información sobre el tamaño mínimo de parcela ni el número óptimo de repeticiones para este tipo de evaluaciones, sería conveniente usar 10 plantas por parcela y 4 repeticiones dentro de cada localidad.

Se cruzaran los genotipos selectos con la mejor HCG para crear poblaciones mejoradas

Se integraran las poblaciones cruzando los genotipos selectos en Ucayali (cuenca del Aguaytia) con los de Loreto (Yurimaguas) para crear una población selecta de base genética amplia que podría ser compartida por los interesados en las zonas del país con potencial productivo

D. Creación de Variedades

Con los resultados obtenidos en (a). Se puede crear nuevas variedades que podrían ser de dos tipos:

d.1. Variedades sintéticas:

La creación de estas variedades se basa en la alogamia y en los mejores progenitores, en base a sus estimados elevados de HCG que se hayan identificado. Se tomarían los mejores 10 genotipos (si consideramos un 70% de alogamia y 30 de autogamia) que han tenido un comportamiento sobresaliente y cuyo comportamiento se ha mantenido estable.

Estos genotipos serían propagados vegetativamente y plantados en un campo aislado, siguiendo un arreglo experimental bien definido y con el debido número de repeticiones para formar un "bloque de policruzamiento". Las plantas madres seleccionadas serían polinizadas con una mezcla de polen proveniente de genotipos selectos. Al final de la campaña se extraería la semilla de todos los frutos y se mezclaría para formar una variedad sintética. Puesto que en estas variedades tanto las plantas madres como las productoras de polen son selectas, se puede anticipar un comportamiento superior de acuerdo a los caracteres prioritarios de mejoramiento genético, al mismo tiempo la heterogeneidad debe ser reducida con respecto a las anteriores.

d.2. Variedades híbridas:

Las variedades híbridas provienen de cruzamientos controlados entre líneas homocigóticas resultantes de autofecundación sucesiva o entre variedades obtenidas por otros métodos, como por ejemplo las variedades sintéticas antes mencionadas, o simplemente dos razas o genotipos claramente diferenciados, pero cuya combinación produce un tercer genotipo con caracteres superiores a sus progenitores.

La producción de variedades sintéticas e híbridas será decidida en fases posteriores de mejoramiento y dependería del esclarecimiento de algunos aspectos como:

- La depresión endogámica, especialmente cuando se considera una especie hermafrodita que tiene ciertos mecanismos físicos, bioquímicos y genéticos de control de la autofecundación.
- Si la carga genética de factores letales es muy grande, probablemente no sería posible desarrollar líneas puras, porque las progenies no serían viables. Por ello en el presente plan se plantea realizar evaluaciones previas de viabilidad de semillas por autofecundación.
- Viabilidad del cultivo de anteras para obtener líneas puras

E. Distribución de semilla

Desde el punto de vista técnico, el mejoramiento de la calidad de semilla sería gradual y por lo tanto también sería gradual su distribución.

- De selección masal preliminar, de corto a mediano plazo (3 a 10 años) con selección genética computarizada mediante el método REM/BLUB. Puede ser mediante propagación Asexual. Tomará como base la Unidad de Conservación (UC) del INIA-Loreto
- De selección confirmada verificada, basada en pruebas genéticas, lo que significa una evaluación reiterativa y sistemática dirigida a discriminar los efectos ambientales de los genéticos con relación a la calidad del material. Se tomará como base la Unidad de Conservación (UC) de Shihuahuaco del INIA-Pucallpa y la colecta de germoplasma que se pueda realizar en las Regiones de Loreto y Ucayali.
- Basada en la combinación genética de caracteres, obtenible a largo plazo (mas de 15 años). Aunque existe la posibilidad de aplicar

biotecnologías (como el cultivo de anteras) que abreviarían significativamente el tiempo necesario para la purificación de líneas

F. Secuencia metodológica del plan de mejoramiento

- a. Colecta e instalación del Banco de Germoplasma en poblaciones naturales
- b. Selección masal y selección genética de plantas superiores, mediante método REM/BLUBI, según variables definidas en el ideotipo de planta.
- c. Pruebas genéticas (pruebas de descendencia) para determinar heredabilidad de caracteres en las plantas seleccionadas. Para lo cual se deberá propagar vegetativamente, preferentemente por estacas, las plantas selectas y establecer comparativos de clones, de acuerdo a un diseño estadístico adecuado para confirmar o descartar su superioridad en diferentes condiciones ambientales.
- d. Polinizar y autofecundar las plantas madres superiores para evaluar la Habilidad Combinatoria General (HCG).
- e. Sembrar las semillas resultantes para huerto semillero, con fines de producción. Esta plantación debe estar aislada de otras plantas
- f. Hacer nueva una nueva fase de selección, para obtener un Nuevo Banco Clonal y un huerto semillero de Segunda Generación.
- g. Evaluar estas plantas en condiciones de campo y luego hacer un nuevo ciclo y así sucesivamente hasta obtener el ideotipo.
- h. Evaluar poblaciones mediante técnicas modernas de genética molecular para comparar la proximidad genética entre poblaciones y entre plantas superiores.
- i. Utilizar variedades múltiples selectas, de amplia base genética para resistencia horizontal a plagas y climas.
- j. Multiplicación y establecimiento de plantaciones demostrativas con agricultores de plantas con control genético.

- k. Simultáneamente se trabajará en auto polinización de plantas selectas para producir líneas puras principalmente por alto rendimiento.

G. Investigación

El trabajo de mejoramiento genético requiere de información citogenética, genética, fisiológica y agronómica que deberán ir adquiriéndose de manera paralela con los trabajos de mejoramiento.

H. Marco Lógico del Plan de Mejoramiento para el periodo 2004-2013

	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
<u>FIN</u> Contribuir a la sostenibilidad del desarrollo agrario de la Amazonia mediante tecnologías que aporten a la eficiencia de los sistemas productivos	Diez (10) clones y/o variedades de pijuayo, han sido distribuidas en Loreto (Yurimaguas) y Ucayali (cuenca del Aguaytia) y han incrementado la rentabilidad de los sistemas productivos en por lo menos 20%	-Certificados de registro de clones o variedades -Informe técnico económico sobre parcelas de productores	-Mercados y políticas nacionales favorables
<u>PROPÓSITO</u> Lograr la disponibilidad de material genético selecto para su empleo en sistemas de producción congruentes con la realidad social, económica y ecológica, en zonas	Por lo menos diez (10) plantas mejoradas evaluadas y distribuidas en Loreto	-Informe técnico sobre distribución geográfica de las plantas distribuidas	Financiamiento a largo plazo -Activismo empresarial en la línea pijuayo

inundables de la Amazonia Peruana	(Yurimaguas) y Ucayali, en el corto, mediano y largo plazo	-Actas de visitas técnicas a parcelas de productores	
RESULTADOS			
1. Disponibilidad de germoplasma con amplia base genética para satisfacer los requerimientos del mejoramiento	-150 introduc. de cinco cuencas de Loreto (Yurimaguas) colectadas al año 2	-Fichas pasaporte de las colecciones	- Prioridad para pijuayo en la política de largo plazo del INIA/ICRAF
2. Evaluación, selección y recombinación de germoplasma con énfasis en productividad, precocidad y contenido de vitamina A	-150 introduc. evaluadas según descriptores al año 4	-Descriptores de evaluac. de germoplasma ejecutados	-Disponibilidad financiera del INIA/ICRAF
3. Producir y distribuir semilla seleccionada por sus caracteres deseables debidamente acreditados	- 5 plantas seleccionadas pre-existentes, multiplicadas y distribuidas en el año 2	-Informes técnicos sobre evaluación de germoplasma	-Crecimiento de la oferta y demanda interna y externa
	-3 plantas superiores distribuidas al año 08	-Actas de visita a parcelas de agricultores que evidencien la existencia de plantas mejoradas	
	- 10 plantas superiores probadas al año 07		

Marco lógico del plan de mejoramiento para el periodo 2004-2013
(Continuación)

<u>ACTIVIDADES</u>	Presupuesto Año 1 (Dólares)	Presupuesto Por año	Presupuesto para 10 años
Colección y caracterización	500		500
Análisis de fruta y suelo	900		900
Instalación de germoplasma	700		700
Mantenimiento de germoplasma	800	800 x 10 años	8000
Evaluación de germoplasma	3600	3600 x 10	36000
Selección masal		1200 x 10	12000
Pruebas genéticas		800 x 10	8000
Multiplicación	3000	3000 x 3	9000
Registro de variedades		1500 x 10	15000
Distribución	2500	2500 x 5	12500
Totales	12000		102600

I. Cronograma 2004-2013

Actividades	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Colección y caracterización	■	■	■							
Instalación germoplasma	■	■	■							
Evaluación germoplasma	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento germoplasma	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Selección masal				■						
Pruebas genéticas					■	■	■	■	■	
Multiplicación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Registro de variedades								■		
Distribución		■	■	■	■	■	■	■	■	■

J. Presupuesto por actividades (dólares)

Actividades	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Colección y caracterización		500	500							
Instalación germoplasma	500		500							
Evaluación germoplasma	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Mantenimiento germoplasma	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Selección masal			1200	1200						
Pruebas genéticas					800	800	800	800	800	
Multiplicación	500	1500						2000	3000	
Registro de variedades								5000		
Distribución		500	1500	1500	1500	1500	1500	1000	1000	1500
Totales	5400	6900	8100	7100	6700	6700	6700	13200	9200	5900
Total general										\$ 75900

XII. BIBLIOGRAFIA

CORNELIUS, J.P. Y MESÉN, J.F. 1991. Manual sobre mejoramiento genético forestal. Con referencia especial a América Latina. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. p. 4

RODRIGUEZ R. SIBILLE A. 1996. “Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina”. En proyecto PD 150/91 Rev 1. “Identificación y nomenclatura de las maderas tropicales comerciales en la sub región andina”,. Asociación editorial Stella. Pg 394 – 396. Lima-Perú.

MAYNARD C., 1996. Glosario de genética forestal. Curso de mejora genética forestal operativa. Universidad Austral de Chile. Chile.

MESEN, F. 1996. Justificación económica del mejoramiento genético forestal. In: Memorias primer seminario nacional sobre mejoramiento genético y semillas forestales. Ed. por E Mesén, Y. Rodríguez y A. Sánchez. Santo Domingo, República Dominicana. p. 1-9.

NAVARRO, P. 1988. El pochote (*bombacopsis quinatum*) en Costa Rica: Guía silvicultural para el establecimiento de plantaciones. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanzas. Costa Rica. p. 35-37.

REYNEL C. PENNINGTON T.D. 2003, Arboles útiles de la amazonia peruana. <en proyecto Darwin initiative. Lima Perú.