

2.3. Programa de Investigación en Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales

PROBOSQUES

Finalidad del Programa

Conservar la funcionalidad de los bosques para la provisión sostenible de bienes y servicios ambientales en beneficio de la población amazónica.

Objetivos del Programa:

- Desarrollar y proveer información, conocimientos y tecnologías de uso y manejo sostenible de los ecosistemas terrestres inundables y no inundables.
- Proveer tecnologías viables de reforestación para la recuperación y manejo de áreas degradadas.
- Generar tecnologías agronómicas y de mejoramiento genético para la domesticación de plantas nativas, orientadas a la producción de especies alimentarias, industriales y biocombustibles.
- Generar conocimiento sobre el secuestro de carbono de los bosques y la negociación de oportunidades de compensación por servicios ambientales en mercados nacionales e internacionales de carbono.
- Desarrollar tecnologías con valor agregado de productos priorizados y mejorar la cadena de valor para el posicionamiento de los productores y de los productos en los mercados.

Líneas y temas de investigación:

- Manejo de bosques inundables y no inundables.
- Reforestación y recuperación de áreas degradadas.
- Sistemas agroforestales y producción de biocombustibles.
- Secuestro y almacenamiento de carbono.
- Desarrollo de productos con valor agregado y estudios de mercados.



Los bosques aluviales... verdaderas trampas para el secuestro de carbono

Depósito de carbono en los aguajales de la cuenca baja del río Aguaytía



El carbono almacenado fue evaluado en los extensos bosques de aguajales (o palmerales de *Mauritia flexuosa*) laterales del curso bajo del río Aguaytía, con volúmenes estimados de 96.33 TC/ha en la biomasa aérea (estípites y follaje), 10.41 TC/ha en la necromasa (hojarasca) y 197.86 TC/ha en el suelo a profundidad de 0.5 m

Instalación de las parcelas y toma de muestras de suelo, biomasa y hojarasca.

Promoción y difusión para el manejo de bosques de aguajales en pie

Capacitación en técnicas para el estimado de volumen de carbono almacenado fue impartida a 128 profesionales, entre técnicos forestales y pobladores de la Región Ucayali. Estas técnicas son aplicables también en los aguajales de Loreto.

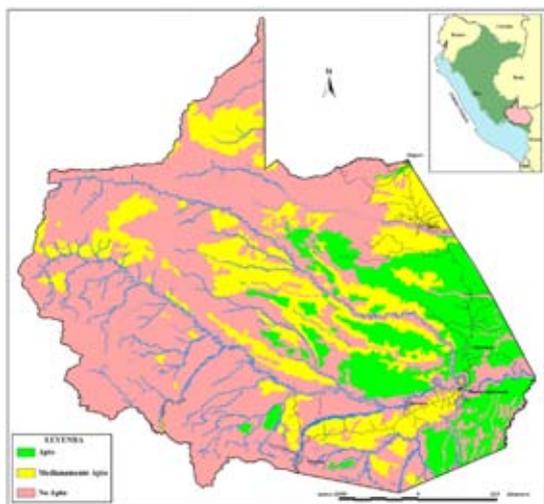


Talleres participativos en aulas y en campo



Buscando árboles de castaña... cercanos y con más nueces

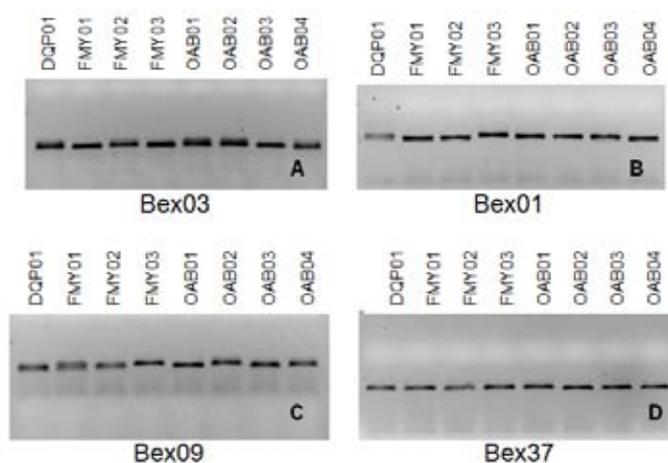
Validación de áreas potenciales para la reforestación con castaña (*Bertholletia excelsa*) en Madre de Dios



En Madre de Dios, los bosques naturales de castaña ocupan alrededor de 1'350,000 ha. Donde las densidades de árboles varían de 0.3 a 1.3 árboles/hectárea. Por otro lado, la deforestación intensiva en las áreas laterales a la carretera interoceánica se estima en 141,885 ha. De ellas, aproximadamente 49,496 ha, por sus ventajas agrológicas son calificadas como aptas para la implementación de sistemas agroforestales con el componente principal de castañas. El 85% de esas tierras aptas están en el sector de la provincia de Tambopata y el 15% en Tahuamanu.

“Árboles plus” de castaña en Madre de Dios... identificación y selección genética mediante marcadores moleculares

El reto de la biotecnología aplicada a la castaña es la identificación de “árboles plus” con frutos de alta calidad, como base para selección de germoplasma. De ese modo, la ampliación de la base genética para obtener clones selectos que garanticen la propagación mejorada de la especie. Se estudiaron siete localidades diferentes e identificaron 164 árboles para muestreos de ADN ampliado vía PCR (reacción en cadena de la polimerasa) con seis marcadores microsatélites (Bex01, Bex03, Bex09, Bex22, Bex30, Bex37), también se fue determinada la temperatura de hibridación y las concentraciones de reactivos y ADN para cada uno de los microsatélites estudiados. Se concluye que cada localidad estudiada presenta una amplia variabilidad genética con pocas diferencias entre ellas, considerándose el conjunto de localidades como una única población genética.



Las explicaciones son las escasas barreras físicas entre localidades, periodo de evolución amplio, gran longevidad de los árboles y sistema de reproducción alogámica.



Compartiendo experiencias para el manejo y la tecnología de castaña con los productores

La investigación y tecnología aplicada a la castaña debe garantizar el aprovechamiento sostenible y rentable de los frutos. Una forma para el logro de esta meta es la alianza estratégica con los productores y la población rural para compartir los conocimientos prácticos y las técnicas agroforestales con castaña y otras especies. En los últimos seis años, fueron impartidos cursos teórico prácticos en módulos demostrativos en las provincias de Tambopata y Tahuamanu. La temática fue el manejo de viveros, la preparación de abonos orgánicos, selección de semilleros, técnicas de injertos, sistemas agroforestales, manejo del fuego, cosecha, secado y almacenaje. Participaron 3,345 agricultores, de los que el 70% son manejadores agroforestales y castañeros de 25 diferentes localidades.



Plantones vigorosos... aptos para la agroforestería en terrenos degradados de Madre de Dios



La recuperación de terrenos degradados mediante los sistemas agroforestales y el enriquecimiento del bosque fueron las metas del periodo 2006-2012. Para estos propósitos es necesaria la transferencia de las experiencias exitosas, así como contar suficiente cantidad de plantones. En el vivero agroforestal "El Castañal", la producción de especies maderables y frutales nativos fue 324,000 plantones. Estos fueron entregados a los productores de las provincias de Tambopata y Tahuamanu.

Vivero "El Castañal, a 21 km de Puerto Maldonado

Madre de Dios cuenta con un banco genético de castaña

En los últimos seis años el IIAP Madre de Dios intensificó sus trabajos de identificación y selección de árboles yemeros de alta productividad con el propósito de ampliar la base genética de un jardín clonal manejado con material selecto en el Centro Experimental Fitzcarrald. Con éste material genético es posible garantizar el abastecimiento de germoplasma de alta calidad a los programas de reforestación a escala regional.

En el jardín clonal de castaña se cuenta con 35 clones propagados mediante técnicas de injertación validadas, caracterizados fenotípica y genéticamente los cuales proceden de siete diferentes localidades.



Las fibras de especies no maderables... alternativas de manejo para impulsar la artesanía de muebles

Los árboles forman la estructura del bosque, y también muchas otras especies de hábitos epífitos y hemiepífitos, o bejucos completan la arquitectura boscosa. De los epífitos y hemiepífitos, algunos conocidos con el nombre vernáculo de tamshi producen fibras, que son usadas tradicionalmente para la elaboración de cestas, fueron incorporados como insumos para la fabricación de muebles destinados a los mercados locales y regionales. El incremento de la demanda de muebles exige el abastecimiento de grandes volúmenes de fibras, las que son extraídas en los hábitats naturales de manera masiva originando la desaparición de las plantas en algunas localidades y cuencas. En consecuencia afectan a la economía rural extractiva y urbanas artesanales en mueblería especializada. El programa PROBOSQUES ha impulsado técnicas de manejo para las cosechas de las raíces y tallos de algunas especies productoras de fibras.

Trepar los árboles... para la cosecha de fibras silvestres en Loreto

Dos especies hemiepífitas de plantas, el alambre tamshi (*Heteropsis flexuosa*) y cesto tamshi (*Thoracocarpus bissectus*) tienen raíces fibrosas con usos ancestrales. Las porciones caulinar y radical de estas son poco diferenciadas a simple vista. En ambas especies las raíces superan los 10 m cuyas fibras con usos para tejidos de cestos fueron incorporados en la industria artesanal de muebles, principalmente de sillas y sillones. El incremento de la demanda actual de mayores volúmenes de estas materias primas incentiva el aprovechamiento empírico por jalonamiento forzado de las raíces que generalmente mata los individuos, con amenazas de extinción de las poblaciones en algunas cuencas. En el Centro de Investigación Jenaro Herrera, fueron desarrolladas técnicas de cosechas de raíces por "escalamiento" o "trepado de árboles" con escaleras o sogas, usando como soporte el árbol huésped u otros vecinos hasta alcanzar el tronco del hemiepífito, y desde allí seleccionar para el corte de las raíces maduras y dejar unas tres raíces intactas que mantienen el suministro de agua y nutrientes desde el suelo.



Técnicas de escalada a la base de los hemiepífitos para la cosecha racional de las raíces.





Corte de las raíces sin dañar el tronco de la hemiepífita

Plantar palmeras trepadoras... para cosechar fibras

Otra especie productora de fibras para usos en la misma industria artesanal es una palmera llamada cashavara (*Desmoncus polyacanthos*). Es una palma tipo cespitosa cuyos tallos o estípites agrupados están modificados en forma de bejucos trepadores casi espiralados, y las hojas provistas de espinas reflexas que alcanzan más de 10 m de largo. En los últimos seis años para el aprovechamiento de las fibras fue aplicada la técnica agronómica de plantaciones bajo manejo en parcelas, que incluye las cosechas del 100% de los estípites maduros y aprovechables.



Cosecha de estípites (ejes) maduros de cashavara (*Desmoncus polyacanthos*).



Silvicultura en suelos inundables y áreas deforestadas en la Amazonía peruana

Las plantaciones de árboles y aplicación de sistemas agroforestales en áreas deforestadas, chacras en regeneración natural y en terrenos inundables son alternativas para la recuperación y del manejo y aprovechamiento del "bosque en pie".

Bolaina negra y caoba, dos especies maderables... en suelos inundables estacionales de Loreto

Bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) es una especie arbustivo-arbórea propia de los suelos estacionalmente inundables de la selva baja de la Amazonía peruana. En el comportamiento natural, germinan y crecen en pequeños rodales puros que normalmente desarrollan ramas produciendo ejes de grosor mediano y corto, sinuoso y tortuoso. Por esos caracteres fueron sometidas a las experiencias silviculturales a distancias de 2 x 2 m y de 2 x 3 m. El resultado fue la obtención de fustes comerciales de 4 a 6 m de largo.

Otras experiencias silviculturales en suelos inundables fue la aplicación de un sistema agroforestal con caoba (*Swietenia macrophylla*), asociada con plátano (*Musa* sp.). El resultado ha demostrado el crecimiento en el rango normal de la caoba, pero muy baja intensidad del ataque de la mariposa *Hypsiphyla grandella*, principal plaga de la caoba y el cedro en plantaciones en terrenos no inundables o tierra firme.



Plantación forestal de bolaina negra con apropiada densidad de siembra



Plantones para silvicultura en campo abierto y en chacras con regeneración natural en Ucayali

Para el establecimiento de plantaciones con bolaina blanca (*Guazuma crinita*), las técnicas de trasplante con plantones en "pan de tierra" y en "tocón" fueron las más exitosas, con resultados de 93% y 90% de sobrevivencia respectivamente; mientras que "a raíz desnuda" y "pseudoestacas" fueron de 77% y 68%.



Plantón en Tocones



Plantón en pan de tierra

El distanciamiento de 3m x 3m en las plantaciones de bolaina blanca, del sector medio de la cuenca del río Aguaytía (Neshuya y Curimana), a los seis años alcanzó una producción de 261 m³/ha de madera total y 224.5 m³/ha de madera comercial. Mediante las distancias de los plantones es posible cuantificar el volumen de futura cosecha de árboles en pie de bolaina blanca.



En la aplicación de técnicas de injertos de bolaina blanca para el trasplante, el éxito fue de 78% ($\alpha=0.05$) a los 100 días, complementada con la protección con bolsa de polietileno y cinta parafilm, así como el sombreado hasta 80%.



Injerto de secciones juveniles de bolaina blanca a los 30 días.



Mejoramiento agronómico y genético de especies frutales y semillas... mayor cantidad y mejor calidad de los productos

El programa PROBOSQUES para afianzar y garantizar el aprovechamiento del "bosque en pie" orienta sus esfuerzos al manejo agronómico, complementado con la calidad genética, de las especies productoras de frutos y semillas. El objetivo es conseguir cultivares mejorados que producen mayor cantidad o volumen y mejor calidad de las cosechas, para transferir a los agricultores y elevar sus ingresos económicos y elevar la calidad de vida.

El aguaje, la maravillosa palmera de la Amazonía... reclama mejoramiento genético



Tipos de aguaje por el color de la pulpa

El aguaje (*Mauritia flexuosa*), es conocida por los frutos preferidos para el consumo en la ciudad de Iquitos y por el alto contenido de pro vitamina A (beta caroteno, 30-300mg/100g) en la pulpa. La cosecha tradicional de los frutos mediante corte (tala) de los troncos (estípites) de las palmeras elimina los individuos de mejor masa y color de los frutos. Urge la aplicación de la biotecnología para el mejoramiento agronómico y genético para obtener las mejores calidades de los frutos por el color y masa.

En la vida diaria, por el color de la pulpa (mesocarpio) de los frutos del aguaje, son conocidos tres tipos: "ponguete" con pulpa amarilla, "colorado" por la pulpa rojo claro, y "shambo" por el color rojo oscuro. En los últimos seis años el esfuerzo fue dirigido al mejoramiento genético y a la caracterización fitoquímica, para una selección de progenies con mayor cantidad y calidad de frutos. De ese modo promover el establecimiento de plantaciones a nivel comercial, que eviten la destrucción de los aguajales naturales y beneficien a los pobladores o agricultores.

En el proceso del mejoramiento fue aplicada la técnica de polinización controlada entre fenotipos "enanos" y "normales", para la ampliación de las variedades genéticas.

Similarmente, para conocer los valores y la calidad nutricional de los frutos fueron analizados la composición de ácidos grasos y el contenido de carotenos mediante aplicación de la cromatografía de gases, HPLC y Rancimat. Los análisis bromatológicos muestran que la pulpa de cada morfotipo contiene un alto porcentaje de aceites no saturados y vitaminas.



Aplicación de polinización controlada en flores de aguaje



Frutos de aguaje obtenidos por polinización controlada

MORFOTIPOS	ÁCIDOS GRASOS OLEICOS (%)	VITAMINA β-CAROTENO (ug/g)	VITAMINA α-TOCOFEROL (mg/L)
Ponguete	75.63	342.42	683.35
Colorado	75.02	264.60	685.81
Shambo	71.67	283.57	677.58



El camu camu, fruto peruano del Siglo XXI... más frutos para el consumo local y mercado de exportación



Camu camu: Plantas de 9 años sometidas al abonamiento orgánico y defoliación



Camu camu: Planta de 10 años bajo defoliación manual para aumento de la producción de frutos

La calidad de los frutos de camu camu (*Myrciaria dubia*) por el contenido de ácido ascórbico, implica la producción de mayores volúmenes de frutos. Los agricultores exigen plantas de fácil manejo, rápido crecimiento y alto rendimiento de las cosechas. En el Programa PROBOSQUES, en Loreto, trabaja también para el mejoramiento agronómico y genético de esta especie.

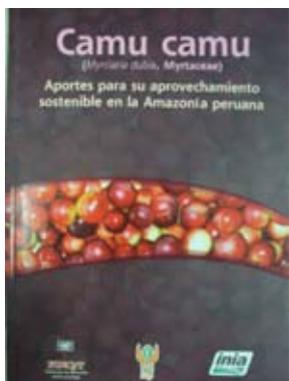
Desde el 2001 la tarea es la ubicación geográfica de los fenotipos y genotipos de camu camu. Para la evaluación del germoplasma fueron colectadas semillas de los rodales naturales en las cuencas del Curaray, Tigre, Itaya, Putumayo, Tambor, Yavari, Mazan, Napo, Nanay y Tahuayo. Los resultados fueron 532 muestras de grupos genéticos del total de 22,630 plantas. De los grupos genéticos, en base al mayor rendimiento en la producción de frutos destacaron 13 plantas.

El objetivo del mejoramiento agronómico es obtener el incremento del rendimiento en la cantidad y calidad de los frutos. Entre los resultados, las técnicas de propagación vegetativa mediante estacas leñosas aceleran el crecimiento de las plantas. Por otro lado, el abonamiento, la poda, defoliación, y control de plagas incrementa la producción de frutos. En particular, la defoliación en plantaciones en los terrenos inundables estimula hasta 30% el incremento de los rendimientos en frutos. Este resultado permite programar las cosechas para favorecer las ganancias o compensar según la variación de los precios de mercado.

El enraizamiento de estacas, de 25 cm y 3 cm de diámetro, es exitoso cuando las estacas proceden de la parte basal del arbusto, luego plantadas en sustrato de aserrín descompuesto y con tratamientos de extracto de *Ficus benjamina*, con resultados en promedio del 48%.



Ampliar las fronteras... difusión de las técnicas de cultivo de camu camu



Manual, editado en el 2010, y panel del megavivero en el Centro Experimental de San Miguel - CESM



En el periodo 2006–2011, el interés por el cultivo del “camu camu” ha aumentado en el número de fruticultores amazónicos, debido a la demanda de los frutos para el mercado nacional y extranjero. El IAP ha producido y vendido 255,058 plantones selectos en calidad agronómica y genética.

Para afianzar el interés generalizado, en el 2010, el IAP ha editado, publicado y distribuido 1000 ejemplares del manual para el cultivo y ha capacitado en las técnicas de cultivo a 300 personas entre técnicos, promotores y fruticultores. Desde el 2011 está muy activa la “Red de Investigación del camu camu”, como un nexo entre el IAP y la Amazonía para compartir éxitos y resolver dificultades agronómicas.



Entrega plantones mejorados a los productores en Cabello Cocha.



Sacha inchi, mejor calidad de las semillas... ampliación de la base genética



A inicios del Siglo XXI, otro fruto nativo de la Amazonía, el sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) despierta el interés mundial entre los productos alimenticios con alto contenido de ácidos grasos Omega-3 y Omega-6, ambos de muy fácil digestión humana.

Desde la sede IIAP San Martín, el énfasis se orienta para la ampliación de la base genética del sacha inchi. En la actualidad existe la colección de 22 genotipos que corresponden a toda el área de distribución natural en el país, con resultados de una generación de 53 líneas autofecundadas. Estos avances son importantes para la certificación genética de los genotipos cultivados y sus parientes silvestres mediante la aplicación de la genética molecular.

También hemos desarrollado las técnicas para propagación clonal o vegetativa, y el establecimiento de jardines clonales en cuatro provincias de la Región San Martín



Sacha inchi: Clones listos para trasplante definitivo



El árbol de la shiringa, productor del látex de la revolución industrial del Siglo XIX... reclama la biotecnología del Siglo XXI

Del apogeo de la extracción y comercio del látex de shiringa (*Hevea brasiliensis*) desde el poblado de Iberia, en el río Tahuamanu, quedan las plantaciones en "María Cristina", cedido a la administración y manejo del IIAP. El comercio actual para la industria, también demanda las cosechas de mayores volúmenes de látex de cada árbol. Desde la sede IIAP en Puerto Maldonado se ejecutan estudios sobre el rendimiento de los árboles aplicando la tecnología de la genética y selección de "árboles plus".

Identificación de "árboles plus" de shiringa en Madre de Dios



Para la evaluación del mayor volumen del látex, en el 2006, fueron seleccionados 170 "árboles plus" (10%) del total de 1645 árboles de las plantaciones experimentales establecidas en 1947 en la actual "Estación Experimental María Cristina", cerca de Iberia, Tahuamanu. De estos "árboles plus" fueron medidas la producción total de látex durante cinco años en 10 evaluaciones anuales cada árbol. De los 170 árboles, 20 tuvieron rendimientos superiores a 250 g/corte/día de látex, siendo el rango de producción de 250 a 1132 g/corte/día.

Comunidad Nativa de Bélgica, Tahuamanu. Evaluación de la calidad del látex de shiringa.



Campos Clonales Experimentales de Shiringa. Evaluaciones periódicas desde marzo del 2009



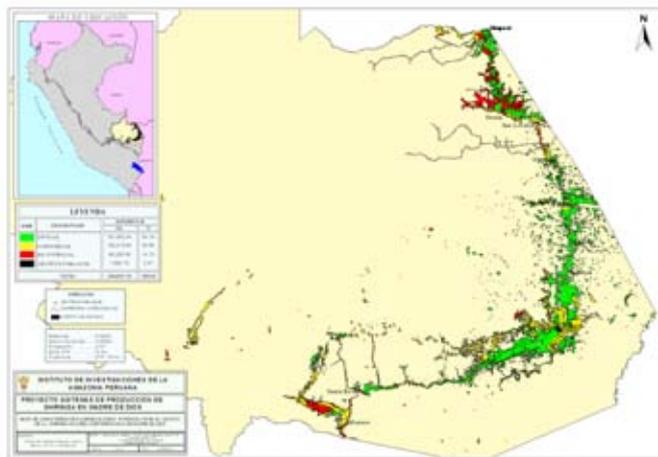
Selección de clones de shiringa para los sistemas agroforestales en Madre de Dios

Para la selección de clones, además del mayor volumen de producción de látex, la resistencia o tolerancia a las plagas es otra característica principal. Una de las principales enfermedades es ocasionada por el hongo *Microcyclus ulei* (Acomycetes), que produce el "mal sudamericano de las hojas", visibles por las lesiones de los folíolos de las plantas jóvenes. Para el manejo agroforestal fueron seleccionados y evaluados 10 clones con buenas características agronómicas, como buen crecimiento, desarrollo y tolerancia al hongo. Dos de los clones presentaron crecimiento longitudinal superior a los demás, y seis mostraron resistencia parcial o tolerancia al hongo.



Campo Clonal Experimental de Shiringa, Planchón, cerca a Puerto Maldonado. Evaluaciones periódicas desde marzo del 2009

Selección de áreas con terrenos potenciales para plantaciones de shiringa



La reforestación con sistemas agroforestales que incluye la shiringa, en terrenos deforestados y abandonados, es otra alternativa para la recuperación de los bosques. Entre los sectores deforestados para las actividades antrópicas a lo largo del sector oriental de la carretera transoceánica fueron evaluados los terrenos que reúnen condiciones potenciales y óptimas, según los requerimientos edafoclimáticos para las plantaciones de shiringa. La conclusión es que existen 181,052 ha comprendida en el sector entre las provincias de Tambopata y Tahuamanu.

Mapa de áreas deforestadas y su potencial en condiciones óptimas, intermedias y sin potencial para el cultivo de shiringa (*Hevea brasiliensis*) en la región Madre de Dios

