

**“DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERU”**

**“AÑO DE LA PROMOCION DE LA INDUSTRIA RESPONSABLE Y COMPROMISO CLIMATICO”**

**SERVICIO PARA LA INTEGRACION DE LA INFORMACION  
DEL ESTADO ACTUAL DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y  
GENÉTICA DE LA CASTAÑA  
(*Bertholletia excelsa*) EN EL PERU**

**SEGUNDO INFORME  
-FINAL-**

**Elaborado por:**

**Ing. M.Sc. Ronald Corvera-Gomringer**

*Madre de Dios, diciembre del 2014*

## INDICE

### PRESENTACION

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>4</b>
<b>II. ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>III. OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>IV. METODOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>V. RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>11</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>25</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>30</b>

## RESUMEN

La castaña reconocida como producto forestal no maderable ha sido señalada como una especie importante para las estrategias de conservación y desarrollo de los bosques lluviosos de la amazonía, así como el mantenimiento de la diversidad biológica en sus ecosistemas. Sin embargo, las poblaciones naturales de esta especie vienen enfrentando amenazas debido a los crecientes asentamientos humanos que ejercen una presión sobre los recursos genéticos.

En el presente informe presenta los resultados del trabajo “**Servicio para la integración de la información del estado actual de la diversidad biológica y genética de la castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Perú**” ejecutado bajo la responsabilidad de la Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente.

El objetivo general de la consultoría fue Integrar información técnica y científica para elaborar la línea de base de la diversidad biológica y genética de la castaña. Los objetivos específicos son: 1- Identificar, compilar, sistematizar y analizar información de los aspectos biológicos, ecológicos, genéticos y productivos de la castaña (*Bertholletia excelsa*); 2- Recopilar base de datos georeferenciadas de poblaciones naturales y concesiones de castaña en la amazonía del Perú; 3-Elaboración de mapas de distribución y concentración de poblaciones de castaña en la amazonía del Perú y 4- Determinación explicada, y fundamentada de la situación actual de la diversidad biológica y genética de la castaña.

Con el desarrollo de la consultoría se obtuvo como logros más importantes: el conocimiento de la base genética de castaña y determinación de fenotipos y estudios de caracterización genética, se incorporó información de caracterizaron genética de árboles plus de castaña, que serán importantes para continuar con estudios de genética de poblaciones en un futuro. Se sistematizó diferentes publicaciones que contribuirán a mejorar el estado de conocimiento sobre la especie y su estado de conservación para continuar con el mejoramiento genético de la especie.

## I. INTRODUCCION

La castaña amazónica (*Bertholletia excelsa*) pertenece a la familia botánica *Lecythidaceae*, es una de las especies forestales más importantes del extractivismo en la amazonía sud americana. Tiene una participación importante en la generación de divisas para la región mediante la exportación de sus semillas (nueces) a los mercados internacionales.

Madre de Dios es el único departamento – región - del Perú donde se encuentran árboles de castaña en densidad suficiente que permite el aprovechamiento económico de su nuez. Se estima que los bosques naturales con castaña ocupan aproximadamente un área de 2.5 millones de ha, que representa el 30% de la superficie del departamento.

En los últimos años, los productos forestales no maderables como la castaña, ha sido señalado como una especie importante para las estrategias de conservación y desarrollo de los bosques lluviosos de la Amazonía, así como el mantenimiento de la diversidad biológica en sus ecosistemas.

La nuez que es el producto de mayor importancia, genera una actividad económica en torno a su recolección para las familias que cuentan con una concesión de explotación del recurso, la castaña contribuye con el 67% del total de sus ingresos anuales familiares. Adicionalmente a su importancia económica y social, la recolección de las nueces, implica una mínima perturbación del ecosistema natural en el que vive. Por estas razones esta es una actividad económica reconocida por todos como sostenible porque promueve la conservación del bosque amazónico.

Sin embargo, las poblaciones naturales de este importante recurso viene enfrentando amenazas debido a la creciente migración interna proveniente de las regiones alto andinas colindantes que da lugar a un proceso de asentamiento y demanda de tierras, ejerciendo una presión creciente sobre los bosques primarios. Las áreas donde existe el recurso castaña vienen siendo desforestadas, para establecer principalmente actividades agrícolas insostenibles, que son rápidamente abandonadas al cabo de unas pocas campañas de producción. Sumado a la quema indiscriminada de áreas boscosas, ocasionada por los incendios forestales que causan una pérdida de la biodiversidad irrecuperable y las acciones de la naturaleza principalmente los vientos que provocan la caída o muerte natural de los árboles, son amenazas crecientes para el recurso genético y su diversidad.

La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO reconoció la urgencia de conservar y utilizar de manera sostenible los recursos genéticos forestales. Con el apoyo del Comité Forestal de la FAO (COFO), la Comisión pidió que el informe sobre El Estado de los Recursos Genéticos Forestales en el Mundo, es así que *Bertholletia excelsa* fue reconocida como una de las especies prioritarias para su conservación conjuntamente con otras diez y siete consideradas dentro de la región amazónica.

Existen evidencias de la existencia de diferencias genéticas significativas entre los rodales naturales de castaña y por ende de los árboles semilleros. Por lo tanto, la selección de las fuentes semilleras, es decisivo para el éxito o fracaso de las futuros enriquecimientos de los bosques castañeros.

Es por ello que se debe contar con una línea base de la biodiversidad y genética como estrategia que contribuya a la conservación de los ecosistemas castañeros. Conocida la base genética y diversidad será importante para la conservación y protección de estas fuentes primarias de material genético (conservación *in situ* y *ex situ*) donde uno de los primeros pasos es realizar un programa de selección de árboles.

Una de las estrategias de desarrollo regional basada en la amplia disponibilidad de recursos genéticos es orientar los niveles tecnológicos a la disponibilidad de germoplasma de calidad reconocida y garantizada, para abastecer la demanda creciente del sector rural y forestal. El presente informe presenta el plan de trabajo “**Servicio para la integración de la información del estado actual de la diversidad biológica y genética de la castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Perú**” ejecutado bajo la responsabilidad de la Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente.

## II. ANTECEDENTES

La recolección de castaña con fines comerciales se inició en el Perú a comienzos de la década de 1930. La dinámica de la actividad castañera ha variado en el tiempo, lo cual ha tenido un efecto sobre la calidad del producto y sobre las relaciones sociales entre los diferentes actores participantes en la cadena de valor.

A pesar de que la recolección se mantiene de la misma forma como se ejecutaba a principios del siglo XX, ha cambiado la tenencia (estatus legal) de los castañales y dada la participación de nuevos actores en el manejo del producto, se propició diferentes formas de financiamiento en la actividad y diferentes roles de los actores en el procesamiento del producto.

### **1930 – 1945: Acceso abierto al recurso**

Este periodo se caracterizó por el cambio de la recolección del caucho (*Castilla ulei*) a castaña. Luego del fin del “boom” cauchero no existía un mercado formal de castañas ni empresas en el Perú, el producto era recolectado y trasladado a Brasil o Bolivia y se vendía en cáscara. No existía concesiones ni ningún tipo de habilito.

### **1947- 1974: Concesiones formales**

A fin de la década de 1940 se establecen grandes concesiones de aproximadamente 10 mil hectáreas y algunas empresas acopiadoras que entregaban pequeños montos de dinero (habilito), pues la mayoría de concesionarios tenía su propio capital para pagar a los trabajadores. A principios de los años 50 el pelado era realizado en las casas – las empresas repartían máquinas de pelar y cada dos días distribuían productos en cáscara y recogían el producto pelado- .

En el largo periodo de los años de 1940-1961 cuando empieza a insinuarse la importación de la castaña como producto generador de ingresos se compraba a los recolectores del norte del departamento de Madre de Dios y se trasladaba a la ciudad de Manaus (Estado de Amazonas, Brasil). Se menciona que en 1935 Don Máximo Rodríguez González - Cauchero español propietario del Fundo Iberia- había llegado a extraer 30 toneladas.

En 1940, Eugen Gomringer introduce la primera máquina peladora, las mismas que se usan hasta la actualidad, dando mayor movimiento a la economía de la castaña que hasta entonces solo era de recolección. A comienzo de la década del 50, Froilán Cairo introduce un lote de castaña pelada a la ciudad de Lima, haciendo un trato con la empresa

estadounidense Asher & Kates (más tarde Exportadora el Sol), que luego de encontrar mercado en el exterior se establece en Puerto Maldonado.

En los años 50, a falta de una mejor infraestructura en vía de comunicaciones, la que se utilizó para el transporte de la castaña hacia la costa a través del río Tambopata transitada a comienzos del siglo:

- Puerto Maldonado-Candamo, por el río Tambopata. Duración del Viaje entre 15 y 20 días.
- Candamo-Limbani. Por camino de herradura. Duración del viaje de 6 días.
- Limbani-Tirapata. Por ferrocarril. Duración del viaje de 2 días
- El producto era acopiado en el Departamento de Arequipa y luego embarcado a los mercados extranjertos.

Al comienzo de los años 60, con la construcción del aeropuerto de Puerto Maldonado, se inician los envíos de castaña por vía aérea hacia la zona de Quincemil, de donde se dirige por carretera hasta Cuzco y luego a Lima. En 1961, ya operaban en Puerto Maldonado dos empresas exportadoras: El Sol y Comersa. Por esa misma época las empresas comenzaron a construir plantas de procesamiento de castaña, los primeros trabajadores fueron mayormente varones migrantes de la zona andina que en años posteriores se fueron asentando para trabajar en actividades como la agricultura, madera y minería.

La ausencia de los varones y la demanda por mano de obra hace que las mujeres se posicionen como peladoras en las plantas de procesamiento, manteniéndose vigente esta importante labor en la actualidad.

Dos olas de migración (años 60 y 70) incrementaron la población de la región. La reforma agraria de 1969, que afectó a todo el país también redujo el tamaño de las concesiones de castaña otorgadas a particulares.

### **1975-1992: Establecimiento de empresas**

En estos años aparecieron las empresas procesadoras-exportadoras de castaña, siendo tres las que controlaron mayoritariamente el mercado regional. Sin embargo, la empresa exportadora El Sol fue la que indiscutiblemente tenía el control sobre el precio, crédito y transporte.

Existía una relación vertical entre las empresas y los recolectores, quienes dependían del habilito de las primeras. Durante esta época se formó el sindicato de peladoras de castaña, conformado por aproximadamente 300 mujeres, la organización tuvo una importante

presencia en la zona e incluso consiguió que una de sus representantes fuese elegida como autoridad en la región.

### **1993-1999: Descentralización del pelado. Automatización industrial**

Luego de una fuerte caída en los precios de la castaña, se generó la salida del negocio de las empresas exportadoras El Sol y Protesa, así como la falta de normatividad en la actividad apareció el fenómeno de las comercializadoras (Traders). En este periodo no existió una empresa que controlase el mercado local, sino más bien alrededor de 10 empresas entre medianas y chicas optan como opción el pelado realizado en diferentes espacios físicos: bosque, casas, galpones y plantas de procesamiento.

### **2000-2005: Inicio del desarrollo sostenible de la castaña amazónica**

La promulgación de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 27308 da inicio a una nueva etapa en la materia, incorporando entre otras disposiciones la de concesiones castañeras por 40 años.

Desde este periodo se inicia los esfuerzos con la finalidad de implementar el aprovechamiento de castaña basado en el manejo sostenible, estableciéndose planes de manejo de bosques y uniendo esfuerzos entre las organizaciones del estado, ONG`s y organizaciones de base para facilitar la adecuación de los castañeros al nuevo sistema de aprovechamiento forestal.

Se da inicio simultáneamente a experiencias asociativas de castañeros como: ASECAMD, ASCART, FEDECAMD, RONAP, ASCA, entre otras.

Se obtiene el primer estándar de certificación forestal voluntario para productos forestales no maderables. Se inicia la incursión en el aún incipiente mercado orgánico, así como el desarrollo de estándares para la certificación del comercio justo.

Se constituyen nuevas empresas procesadoras-exportadoras de castaña y se inicia un proceso de consolidación del sector exportador. La población castañera empieza a reconocer que para desarrollar la actividad es primordial atender los requerimientos del mercado internacional, por ello se informa cada vez más sobre aspectos de calidad y sobre los diferentes sellos de certificación.

Se promueve un cambio a dos niveles. A nivel individual, las perspectivas de trabajo en el área concesionada se ven consolidadas y a nivel organizacional se ve una evolución de aspectos asociativos, gremiales y políticos a un escenario asociativo de comercio, motivado por el mercado y la calidad. Las organizaciones pioneras en este importante proceso que marcó el cambio en el enfoque de la actividad son:

- CANDELA PERU. Con la certificación orgánica desde el año 2001, a través de su programa orgánico y en alianza comercial con RONAP, alcanzan el sello FLO (Comercio Justo) desde el 2004.
- Recolectores Orgánicos de Nuez Amazónica del Perú (RONAP). Ostentó la certificación del sello FLO desde el 2004.
- Asociación de Castañeros de la Reserva Nacional Tambopata (ASCART). Desde el 2004 ostenta la certificación para el manejo forestal bajo el sello FSC y desde el 2005 la certificación orgánica en alianza con Fast Trade.

En la región Madre de Dios La ONG Asociación para la Coservación de la Cuenca Amazónica (ACCA), desarrolló importantes trabajos con su proyecto “Conservando Castañales” con el objetivo de investigar aspectos de la biología, ecología y técnicas de manejo. Investigaciones básicas en aspectos biológicos contribuyeron al conocimiento sobre la fenología, biología de la polinización, impactos de la cosecha en la fauna silvestre, depredación de frutos por guacamayos, regeneración natural y su densidad, producción de frutos y vegetación asociada a los castañales. Aportes en técnicas de manejo se enfocaron en técnicas de regeneración natural, enriquecimiento en claros, transporte y fertilización en claros, manejo de lianas y limpieza de malezas, uso de canastas para la recolección y rediseño de estradas (camino óptimos).

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) viene realizando trabajos de mejoramiento genético de castaña con significativos avances reflejados en el aumento substancial en la productividad de las plantaciones comparada con poblaciones naturales y en el aumento en la disponibilidad de material reproductivo (sexual y vegetativo) mejorados. El mejoramiento genético de las plantas incluye un conjunto de procedimientos con fundamento científico cuyo objetivo básico es la selección, identificación, cuantificación y utilización de la variabilidad genética en las características de interés por la especie, las cuales son proyectados para la obtención de nuevos materiales que posibiliten el aumento de la productividad y la calidad del producto final.

La castaña reconocida como producto forestal no maderable ha sido señalada como una especie importante para las estrategias de conservación y desarrollo de los bosques lluviosos de la amazonía, así como el mantenimiento de la diversidad biológica en sus ecosistemas. Sin embargo, las poblaciones naturales de esta especie vienen enfrentando

amenazas debido a los crecientes asentamientos humanos que ejercen una presión sobre los recursos genéticos.

Desde el año 2000, en Madre de Dios se iniciaron trabajos sobre identificación, caracterización, conservación *In Situ* y *Ex Situ*, pruebas en técnicas de propagación clonal y estudios básicos con marcadores moleculares de morfotipos amazónicos con apoyo de la cooperación técnica nacional.

Se tienen estudios en la provincia de Tambopata, con participación de concesionarios castañeros para la identificación de árboles de castaña con potencial semillero y fuente de yemas, como punto de partida para el mejoramiento genético de la especie.

Se ha instalado y maneja a partir del año 2000 un jardín clonal propagado por injertación. El jardín clonal está ubicado en el Centro Experimental Fitzcarrald y cuenta con 40 accesos (clones) como sistema de conservación *ex situ in vivo* caracterizado a nivel molecular con diferentes procedencias.

### III. OBJETIVOS

#### **Objetivo General.-**

Integrar información técnica y científica para elaborar la línea de base de la diversidad biológica y genética de la castaña.

#### **Objetivos Específicos.-**

- 1- Identificar, compilar, sistematizar y analizar información de los aspectos biológicos, ecológicos, genéticos y productivos de la castaña (*Bertholletia excelsa*).
- 2- Recopilar base de datos georeferenciadas de poblaciones naturales y concesiones de castaña en la amazonía del Perú.
- 3- Elaboración de mapas de distribución y concentración de poblaciones de castaña en la amazonía del Perú.
- 4- Determinación explicada, y fundamentada de la situación actual de la diversidad biológica y genética de la castaña.

#### IV. METODOLOGIA

La metodología a emplearse consistió en:

- Colecta de información secundaria y sistematización de la misma, identificando y citando adecuadamente las fuentes originales de la información conforme a lo propuesto en el objetivo específico primero.
- Reuniones directas con especialistas relacionados a la cadena de valor de la castaña, para la consecución de los objetivos específicos propuestos.
- Colección de base de datos existentes e integración para la generación de mapas de distribución y concentración regional y nacional de poblaciones naturales y plantaciones de castaña.
- Apoyo de la información con un registro fotográfico de la especie en su entorno natural y plantaciones y socio económico.

#### V. RESULTADOS OBTENIDOS

Los arboles forestales no han recibido el mismo nivel de esfuerzo de conservación que los cultivos agrícolas; sin embargo, en las cuatro décadas pasadas se ha proporcionado una atención considerable a mantener la diversidad genética adecuada para el mejoramiento continuo en programas de reproducción de especies comerciales.

En el contexto de la biodiversidad, la conservación de los genes tiene un origen y un enfoque muy distinto. La conservación de los genes se basa en la ética de la Tierra evolutiva-ecológica, en la cual se establece que las especies tienen un valor inherente y, por lo tanto, se debe permitir a estas continuar adaptándose a los cambios y evolucionar con el transcurso del tiempo. Regularmente, el enfoque principal para la conservación de genes es sobre las especies amenazadas, en lugar de las especies comercialmente importantes.

La pérdida del hábitat es la amenaza número uno para los recursos genéticos globales, resultando en la reducción del tamaño de las poblaciones lo cual, a su vez, puede asociarse con la pérdida aleatoria de genes. Cuando desaparecen las poblaciones, las variaciones adaptativas en esas poblaciones comúnmente se pierden. La fragmentación de poblaciones que usualmente acompaña a la pérdida del hábitat, trae como consecuencia la

creación de poblaciones pequeñas y aisladas con una pérdida asociada de la diversidad genética que ocurre con el paso del tiempo, debido a la interrupción de la migración. Los impactos de especies exóticas son la segunda amenaza más grande a la biodiversidad en general, y para los recursos genéticos en particular.

### **Diversidad biológica y genética**

Actualmente los marcadores moleculares son fuertemente utilizados en la evaluación del estado de conservación genética de las especies, porque permiten determinar la variabilidad genética, el flujo de genes y otros parámetros poblacionales. En ese sentido el estudio tuvo por objetivo utilizar los marcadores moleculares microsatélites o SSR (Simple Sequence Repeats) para la evaluación de la variabilidad genética de la castaña en poblaciones naturales de la región de Madre de Dios.

Con el proyecto de investigación en castaña del IIAP se colectaron y analizaron muestras de tejido foliar de 164 árboles proveniente de siete localidades naturales de *Bertholletia excelsa* de la región de Madre de Dios: Muymanu (S 75° 18' 49"; W11° 41' 31"), Manuripe (S75° 13' 6"; W11° 54' 13"), Piedras (S75° 24' 8"; W12° 8' 30"), Pariamarca (S75° 30' 24"; W12° 19' 0"), Pariamanu (S75° 31' 33"; W12° 29' 12"), Pampa Hermosa (S75° 8' 52"; W12° 20' 33") y Valencia (S74° 52' 43"; W12° 27' 8").

Los 164 individuos de castaña presentaron 47 alelos con los seis marcadores microsatélites evaluados. La media de alelos por locus fue 7.83, comparable con los niveles encontrados utilizando marcadores microsatelites en otros árboles tanto de regiones tropicales como de climas templados. Elevados valores de variación genética fueron encontrados también en poblaciones naturales de castaña en la Amazonía brasilera (68.7%) cuando fueron evaluados con marcadores moleculares RAPD.

Los valores de heterocigosidad esperada ( $H_e$ ) variaron de 0.54 en el locus Bex01 a 0.77 en el locus Bex09. En tanto que la heterocigosidad observada ( $H_o$ ) variaron o de 0.52 en el locus Bex01 a 0.74 en el locus Bex37. La heterocigosidad multilocus observada y esperada son idénticas en cada localidad y varían muy poco entre ellas (Manuripe:  $H_e=0.65$ ,  $H_o=0.66$ ; Piedras:  $H_e=0.70$ ,  $H_o=0.71$ ).

En el análisis global considerando todas las localidades como una única unidad, no encontramos diferencia a la panmixia, ya sea a nivel de locus o multilocus. Estos resultados pueden estar íntimamente relacionados con la naturaleza alógama y la existencia de un sistema de autoincompatibilidad de la especie favoreciendo la conservación del alto porcentaje de heterocigotos. Altos niveles de variabilidad genética son generalmente

encontrados en plantas arbóreas perennes pues son utilizados como mecanismos que garantizan la sobrevivencia y adaptación de las especies; ya que la pérdida de esta variabilidad reduce el potencial evolutivo y el suceso reproductivo de las mismas.

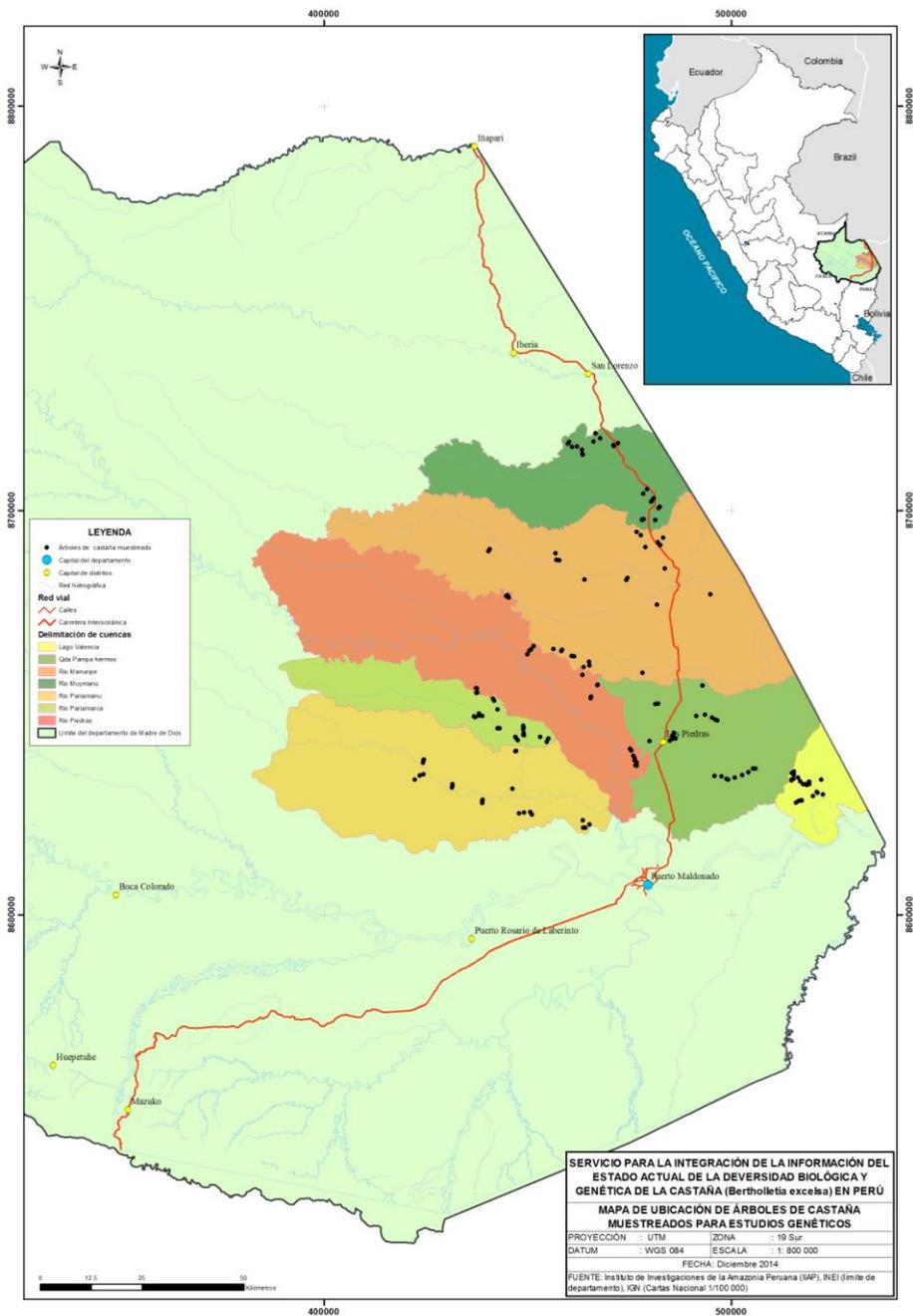
Conociéndose que el número de alelos privados es una estimativa indirecta del flujo génico, y cuanto más bajo sea éste, más alelos de este tipo surgen por mutación, y son fijados por eventos de deriva genética en una población. Además, que la presencia de estos alelos, parece caracterizar a poblaciones antiguas y relictas; al contrario su completa ausencia podría indicar que las poblaciones tienen un origen relativamente reciente.

En el caso de la castaña se identificaron cinco alelos privados (alelos exclusivos para una localidad), en tres de las siete localidades, uno en Muymanu (Locus/ alelo/frecuencia = Bex37/ 204/0.04), uno en Pariamanu (Locus/alelo/frecuencia = Bex30/176/0.02), y tres en Manuripe. (Locus/alelo/frecuencia =Bex22/151/0.01, Bex22/163/0.01, Bex37/218/0.01).

Sin embargo, las bajas frecuencias encontradas en los alelos privados de la castaña (frecuencias menores a 1% de la población total) caracterizan a estos alelos como alelos raros, sin sustento como alelos privados, pero originados de un sesgo de muestreo (número de muestreo reducido entre las localidades).

Todas las localidades analizadas parecen formar parte de una única población panmictica, probablemente mucho más amplia (lado boliviano y brasilero). La variabilidad genética observada parece estar relacionada a los rasgos de vida de la castaña (perennidad, edad, tiempo de generación, sistema alógamo, modo de dispersión, modo de polinización) y a su demografía todavía alta. Las pequeñas variaciones ( $F_{st}$ ) entre localidades no se detectan al nivel del  $F_{is}$  porque estarían relacionadas a una estructura de emparentados (endogamia) entre los árboles. Todo esto muestra que existe una necesidad de establecer políticas de gestión conjunta entre Perú, Brasil y Bolivia para la conservación y uso sostenido de la castaña en el sur de la Amazonía continental.

Figura 1. Mapa de ubicación de árboles de castaña amazónica muestreados con propósitos de estudio de variabilidad genética en siete localidades de Madre de Dios



Los frutos presentaron muchas variaciones tanto en tamaño, forma, dureza y grosor; de igual forma las semillas (nueces) presentan variaciones en cuanto a su tamaño, dureza del tegumento leñoso y cantidad por coco. Los castañeros conocen bien estas diferencias.

El tamaño de los cocos es variable, mediante caracterización de los frutos procedentes de las diferentes localidades se encontraron cocos grandes (mayores de 11 cm de diámetro), medianos (entre 9 y 11 cm de diámetro) y pequeños (menores de 9 cm de diámetro), los

cuales guardan relación con el tamaño de las almendras, siendo los medianos los que se encuentran en mayor cantidad en los bosques de Madre de Dios.

En los frutos de castaña se han identificado hasta tres formas: redonda, ovalada y elipsoide (Figura 2), todas distribuidas indistintamente en cualquiera de las localidades castañeras de Madre de Dios, sin embargo los cocos de forma redonda son los más comunes de encontrar.

Figura 2. Características de tamaño y forma de cocos de castaña amazónica encontrados en concesiones castañeras de la región Madre de Dios



La dureza de los frutos está íntimamente ligada al grosor y tamaño del mismo, permitiendo diferenciarlos en tres categorías, Duro, Normal, Suave, lo cual se define al momento de cortarlo con el machete (Figura 3). Esta característica es relevante para la evaluación de rendimiento en la recolecta, pues cuando más suave el fruto mayor será el rendimiento de partido (chancado) de los cocos y extracción de las nueces.

Figura 3. Diferencias de grosor en cocos de castaña amazónica encontradas en concesiones castañeras de la región Madre de Dios



Las semillas al igual que los cocos muestran varias características que las diferencian, como, tamaño, cantidad por coco y dureza del tegumento leñoso que los envuelve. En cuanto al tamaño de las semillas se ha podido caracterizar hasta 4 tamaños: Grande, Mediano, Pequeño y Muy pequeño (Figura 4), siendo las almendras muy pequeñas las que

se encuentran con menor frecuencia. El número de semillas por coco en el material genético de Madre de Dios varían desde 8 a 32 unidades.

Figura 4. Características de tamaño de las semillas de castaña amazónica encontradas en diferentes concesiones castañeras de la región Madre de Dios



El tegumento leñoso, es la protección de la almendra que puede ser dura, regular o blanda. Es recomendable identificar los árboles del bosque que produzcan semillas con tegumento leñoso lo más blando posible, para facilitar las labores de reforestación y propagación de plantas en vivero y disminuir los daños o lesiones mecánicas al momento del pelado; actividad que está íntimamente relacionada con la economía en la producción de plántones al influir directamente en el rendimiento final de semillas aptas para propagación.

Para el caso específico de la castaña los resultados obtenidos en investigaciones sugieren que:

- Existen grandes diferencias en el número de semillas por Kg. (180-200 para las grandes y 260-300 para las pequeñas).
- El tegumento leñoso que protege la semilla presenta mayores dificultades al pelado en las semillas grandes que en las pequeñas, reduciendo el número de semillas logradas por daños mecánicos.
- El tiempo requerido para la germinación no presenta diferencias en ambos casos.
- El desarrollo vegetativo del plánton en el vivero ocupa el mismo periodo de tiempo y, la calidad de la planta es la misma.

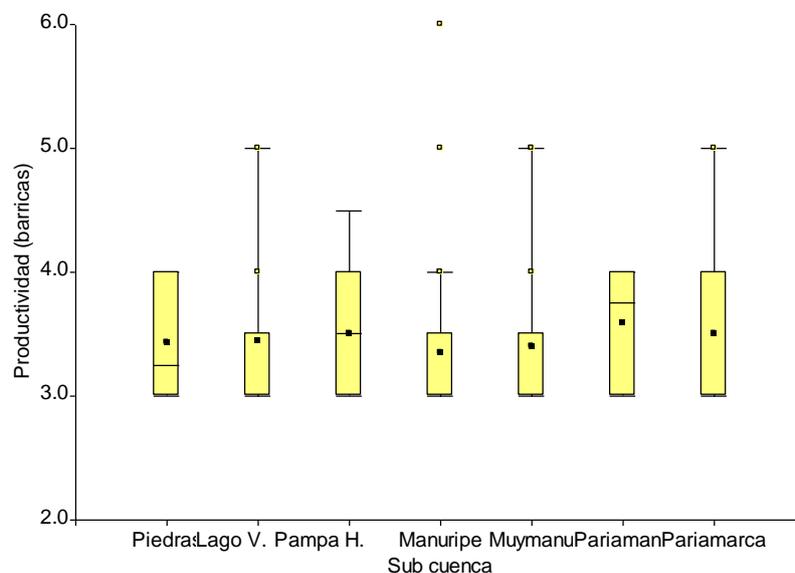
Considerando sólo el factor económico es posible afirmar que trabajando con semillas pequeñas y medianas los logros obtenidos en vivero son más eficientes. Sin embargo, desde el punto de vista genético, para mantener la diversidad de la especie es importante considerar la mayor cantidad de variaciones en la procedencia.

En la evaluación de árboles con potencial semillero distribuidos geográficamente en siete localidades se obtuvo como resultado la selección de 90 árboles nativos de castaña de alta producción - producción promedio de 240 Kg nuez<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de la zafra 2007-2008- (Figura 5).

El 53 % de los árboles se encontraron en suelos de textura franco arenoso (F°-Ar°), suelos permeables, topografía ligeramente plana y color que varía desde amarillo y rojo; un 30 % en suelos de textura areno arcilloso (Ar°-Arc°), igual que los anteriores, suelos permeables, poco profundos, topografía ligeramente plana y de color amarillo; un 14 % en suelos de textura franco arcilloso (F°-Arc°), suelos medianamente permeables, poco profundos, topografía ligeramente plana y de color rojo y el 3% restante, en suelos de textura franca (F°), suelos permeables, ligeramente planos, medianamente profundos y de color rojo a pardo rojizo.

Con la información sistematizada en fichas técnicas se dispone de información valiosa para continuar con estudios de diversidad genética y ampliación de la base genética existente en bancos de conservación ex situ caracterizados molecularmente a fin de disponibilizar material genético de alta calidad para asegurar la rentabilidad y conservación genética de la especie en las plantaciones comerciales.

Figura 5. Productividad de árboles de castaña seleccionados en diferentes sub cuencas



## **Conservación de germoplasma**

El mejoramiento genético de las especies forestales ha demostrado grandes avances reflejados en el aumento substancial en la productividad de las plantaciones comparada con poblaciones naturales y en el aumento en la disponibilidad de material reproductivo (sexual y vegetativo) mejorados. El mejoramiento genético de las plantas incluye un conjunto de procedimientos con fundamento científico cuyo objetivo básico es la selección, identificación, cuantificación y utilización de la variabilidad genética en las características de interés por la especie, las cuales son proyectados para la obtención de nuevos materiales que posibiliten el aumento de la productividad y la calidad del producto final.

Acciones de investigación condujeron al establecimiento de un jardín clonal de castaña, con material genético seleccionado y caracterizado, para así ofrecer buenas cualidades morfológicas y productivas a partir de material genético propagado vegetativamente con técnicas de injerto, probadas y validadas para la especie. Con ello se buscó generar y concentrar la disponibilidad de material reproductivo que conserve las características superiores y la variabilidad genética de árboles seleccionados provenientes de poblaciones silvestres de las cuencas castañeras más importantes de Madre de Dios. La aplicación de este sub proyecto significará un aporte en el conocimiento de la especie y constituye un importante avance en el mejoramiento genético de la castaña.

El Centro Experimental Fitzcarrald del IIAP (Coord. UTM Zona 19 Datum WGS-084 E: 464476; N: 8600219), ubicado a 21 Km de la ciudad de Puerto Maldonado, Región Madre de Dios, que se encuentra en el Sud Este de la amazonia peruana. Se estableció material genético seleccionado y propagado por injerto tipo parche el germoplasma fue caracterizado fenotípicamente y genéticamente de 45 árboles matrices provenientes de las diferentes poblaciones previamente estudiadas.

Dentro del material genético seleccionado algunos clones muestran precocidad a la floración – al segundo año de injertado- y a la producción – al cuarto año de injertado- con buenas características fenotípicas en los árboles (Figura 6).

Figura 6. Arbol injertado de castaña de 8 años con buena conformación y en plena producción. Jardín clonal del IIAP en Madre de Dios.



### **Zonificación del ecosistema castañoero**

La densidad de árboles promedio en los diferentes sectores y zonas castañeras estudiadas varían desde 0,3 hasta 1,3 árboles/hectárea, sin embargo, en áreas muy localizadas la densidad puede llegar hasta 5 árboles/hectárea. Las concesiones castañeras se distribuyen en un área total de uso actual aproximadamente de 1.027,512.08 ha de bosques de terraza alta dentro y fuera de la Reserva Nacional Tambopata, en la actualidad existen 1 194 concesiones castañeras en Madre de Dios (Figura 7).

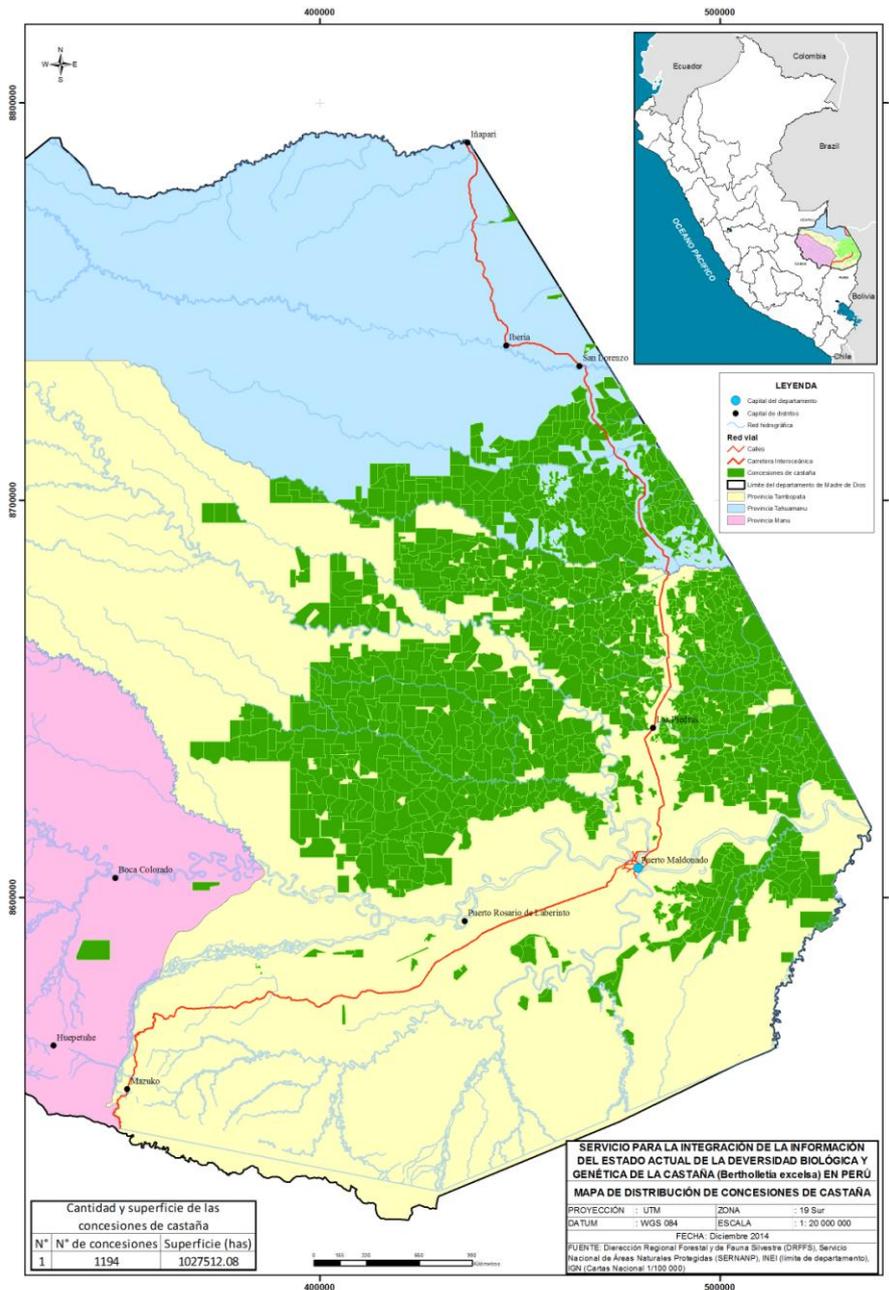
Los castañales bajo aprovechamiento en las áreas naturales protegidas actualmente ascienden a 100 concesiones bajo contratos, de las cuales 87 corresponden a la Reserva Nacional Tambopata y 13 al Parque Nacional Bahuaja Sonene. La superficie que abarcan los contratos de castaña son 71,000.00 ha aproximadamente que representa el 22.6% del área total del ANP, la mayoría de ellas se encuentran en el sector Briolo, Jorge Chávez, Palma Real Chico y Palma Real Grande.

La región Madre de Dios, está caracterizada por paisajes fisiográficos de llano amazónico o selva baja que comprende a las provincias de Tambopata, Tahuamanu y parte de Manu abarcando el 70% de su territorio. Selva alta o ceja de selva que comprende parte de Tambopata y Manú, cubre el 20% del territorio de la región y la zona montañosa que comprende el 10% de la superficie en Manu. Los aspectos generales se describen como: terrazas altas, terrazas medias, terrazas bajas, complejos de orillales, colinas altas, colinas bajas y montaña baja.

Se han identificado tres tipos de climas principales: perhúmedo, húmedo y sub húmedo lluvioso. La totalidad de la región pertenece a la cuenca amazónica con dos áreas bien definidas, una mayoritaria de relieve plano y bajo (300 m.s.n.m. en promedio) y otra comparativamente mayor, localizada al sur oeste de la región próxima a estribaciones andinas de relieve escarpado y pendientes abruptas.

El clima es tropical húmedo caracterizado por temperaturas altas y homogéneas a lo largo del año –temperatura media anual de 24° C- e intensas precipitaciones que varían entre 1,600 a 6,000 mm/año. El periodo de estiaje cubre los meses de Mayo a Septiembre y el periodo lluvioso de Octubre a Abril y una humedad relativa de 80%).

Figura 7. Mapa de concesiones castañeras otorgadas por el Estado peruano en Madre de Dios



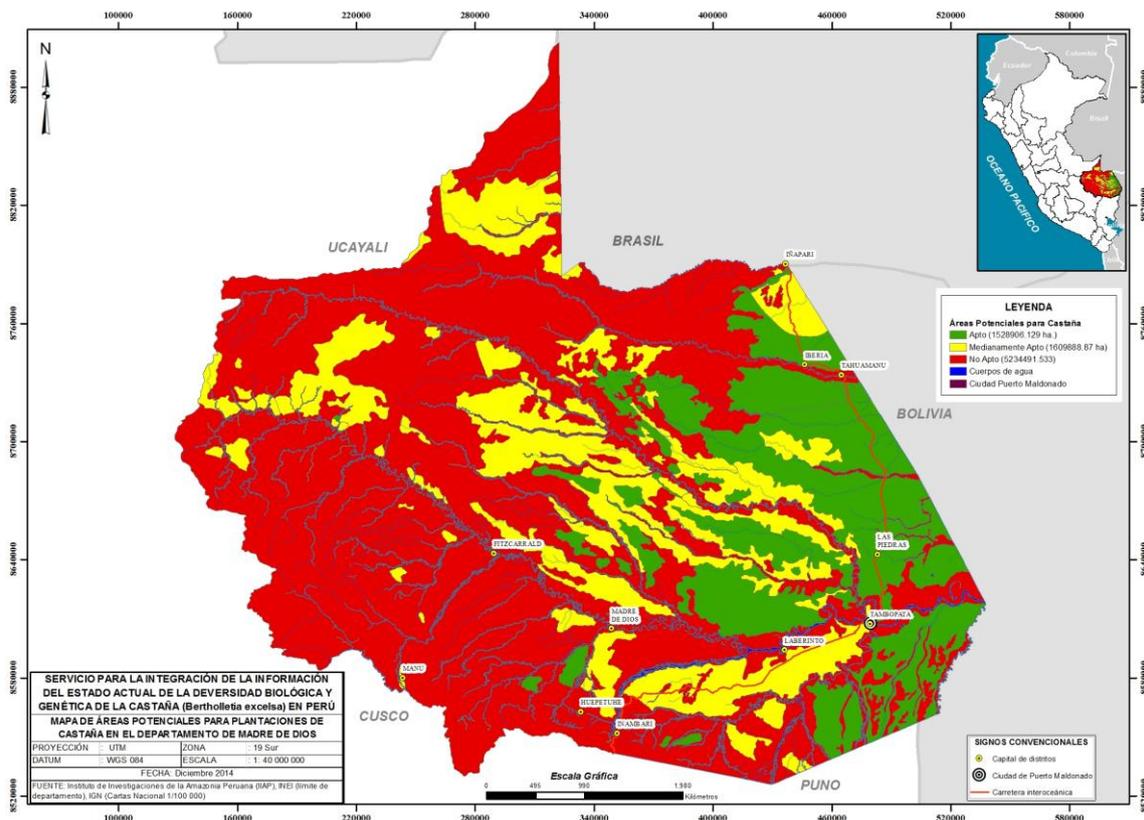
Valorando los criterios ambientales a nivel de la región Madre de Dios se ha establecido un mapa consolidado de áreas con aptitud agroecológica para el desarrollo de la especie *Bertholletia excelsa*, de las cuales 1 528,906 ha (18.3%), 1 609,888 ha (19.2%) y 5 234,491 (62.5%) correspondieron a áreas aptas, medianamente aptas y no aptas, respectivamente (Figura 8).

Por otro lado, basados en los niveles de deforestación por actividades agrícolas del territorio y considerando la importante potencialidad de la región para la implementación de

sistemas agroforestales con castaña, se sugiere que el 35%, 38% y 27% del área deforestada total poseen características aptas, medianamente aptas y no aptas, respectivamente para el establecimiento de plantaciones forestales de castaña amazónica.

Considerando sólo las áreas aptas (35%) situadas a lo largo del eje carretero interoceánico los centros poblados con mayores ventajas agroecológicas se encuentran dentro de la provincia de Tambopata en 85% y Tahuamanú en 15%, estos son: Loboyoc, Sudadero, Planchón, 1º de Mayo, Pampa Hermosa, Alegría, Fray Martín, Santa Rosa, Mavila, Santa María, Shiringayoc, San Pedro y Alerta.

Figura 8. Mapa agroecológico de la castaña amazónica en el territorio de la región Madre de Dios.



## VI. CONCLUSIONES

Conociendo donde y como se distribuye la diversidad genética es posible de establecerse las prioridades de conservación. Si existe una diferencia pequeña entre las poblaciones, pero una alta variabilidad entre los individuos dentro de las poblaciones, no importaría cual población se incluya en un programa de conservación, mientras se mantenga un número de individuos alto. Si unas poblaciones son más diversas (un número alto de alelos por locus, una heterocigosidad promedio alta) que otras, entonces los esfuerzos de conservación deberían enfocarse en las poblaciones que tienen los niveles más altos de diversidad genética, en ausencia de otra información. En lo posible, es importante evaluar, tanto características adaptativas, como la diversidad de los alelos neutros, lo cual requiere estudios cuantitativos a largo plazo.

Con los estudios genéticos realizados en Madre de Dios – en siete localidades – la castaña parece estar conformada por una sola población panmictica, probablemente mucho más amplia (lado boliviano y brasilero). La variabilidad genética observada parece estar relacionada a los rasgos de vida de la castaña (perennidad, edad, tiempo de generación, sistema alógamo, modo de dispersión, modo de polinización) y a su demografía todavía alta. Las pequeñas variaciones ( $F_{st}$ ) entre localidades no se detectan al nivel del  $F_{is}$  porque estarían relacionadas a una estructura de emparentados (endogamia) entre los árboles. Todo esto muestra que existe una necesidad de establecer políticas de gestión conjunta entre Perú, Brasil y Bolivia para la conservación y uso sostenido de la castaña en el sur de la Amazonía continental.

Con la disponibilidad de información técnica y científica, respaldada por la base de datos – información de 91 184 árboles presentada por las diferentes Instituciones de la Región Madre de Dios será posible establecer una adecuada línea de base apropiada de diversidad biológica y genética de castaña en Perú.

Con la base de datos consolidada se integró información de concesiones castañeras vigentes y los titulares de las mismas, distribución espacial de árboles en las diferentes subcuencas de Madre de Dios, estudios de caracterización de suelos, estudios de caracterización de germoplasma, caracterización fenotípica y genética de poblaciones y análisis de la variabilidad presente.

Los mapas generados a partir de la información base fueron (Anexos):

- Mapa de distribución de concesiones de castaña vigentes al 2014.
- Mapa de distribución de árboles en rodales naturales y plantaciones registradas por diferentes proyectos de reforestación.
- Mapa de zonificación agroecológica de castaña.
- Mapa de distribución árboles élite (plus) seleccionados por diferentes instituciones de investigación.
- Mapa de densidad de árboles de castaña por localidades.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Agreda. 1999. Informe final del estudio "Análisis socioeconómico de la actividad castañera en Madre de Dios. CANDELA PERU y Proyecto Conservando castaños. Citado en: La cadena de valor de la castaña amazónica del Perú. Comité Técnico Multisectorial de la Castaña. Primera edición 2006. CANDELA PERU.
- Azofeifa-Delgado, A. 2006. Uso de marcadores moleculares en plantas; aplicaciones en frutales del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 17(2): 221-242.
- CTMC. 2006. Comité Técnico Multisectorial de la Castaña. La cadena de valor de la castaña amazónica del Perú. Primera edición. CANDELA PERU.
- Corvera-Gomringer, R. y Canal, A. 2007. Avances en la base tecnológica y genética del germoplasma de castaña (*Bertholletia excelsa*) para plantaciones comerciales de la región Madre de Dios. Artículo técnico - IIAP. 17p.
- Corvera-Gomringer, R. 2007. Sistemas de producción de castaña (*Bertholletia excelsa*) con fines comerciales. Artículo técnico - IIAP. 17p.
- Doyle, J.J.; Doyle J.L. 1987. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12: 13-15.
- Kainer, K.A.; Duryea, M.L.; Costa de Macedo, N.; Williams, K. 1998. Brazil Nut Seedling Establishment and Autecology in Extractive Reserves of Acre, Brazil. *Ecological Applications*, 8(2): 397-410.
- Kanashiro, M.; Harris, S.A.; Simons, A. 1997. RAPD diversity in Brazil nut *Bertholletia excelsa* (Hunb. & Bonpl.: Lecythydaceae). *Silvae Genetica*, 46: 219-223.
- Mori, S. A. 1992. The Brazil Nut Industry - Past, Present, and Future. En: Plotkin, M. y Famolare, L. (eds.) *Sustainable harvest and marketing of rainforest products*. Island Press, Washington D.C. p. 241-251.
- McNeely, J. 2003. The great reshuffling: *How alien species help feed the global economy*. En: <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2001-002.pdf>

Pardo, M. 2001. Estrutura genética de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em floresta e pastagens do leste do estado do Acre. Dissertação de maestría. Escuela superior de agricultura Luis Queirós. Citado en Corvera- Gomringer y Canal (2007).

Reátegui-Zirena, E. Renno, J.F. Carbajal, F. Corvera, R. Del Castillo, D. y García-Dávila, C. 2009. Evaluación de la variabilidad genética de la castaña (*Bertholletia excelsa*) em la región Madre de Dios, usando marcadores microssatélites. Folia Amazónica Vol. 18 N° 1-2 2009: 41-50.

Stoian, D. 2004. Cosechando lo que cae: la economía de la castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) en la amazonía boliviana. En CIFOR, Nontimber forestry products. Capitulo 5 pg. 90 -116.

## GLOSARIO

**Alelos:** dos o más formas de un gene que ocupan el mismo locus en un cromosoma. En la mayoría de las células somáticas de los organismos diploides cada gene está representado por dos alelos, uno de cada padre.

**Alógama:** es un tipo de reproducción sexual en plantas consistente en la polinización cruzada y fecundación entre individuos genéticamente diferentes. Este tipo de reproducción favorece la producción de individuos genéticamente nuevos y, por ende, la generación constante de variabilidad genética en las poblaciones.

**Conservación *ex situ*:** es la práctica de mantener individuos o material genético de especies en riesgo en un sitio separado de su hábitat natural. Para las plantas, los métodos incluyen el almacenamiento de semilla y polen, el cultivo de plantas, el mantenimiento de material vegetal como tejido no diferenciado o injertado en patrones, o incluso el almacenamiento directo de material genético en bancos de ADN. La conservación *ex situ* tiene el propósito de complementar la conservación en el sitio o *in situ*.

**Frecuencia alélica:** la variación genética en el locus A en una población implica la presencia de más de un alelo en ese locus. Para dos alelos, A1 y A2, la frecuencia (p) de A1 es:  $p = [(2 \times \text{número de homocigotos } A1 A1) + (\text{número de heterocigotos } A1A2)] / (2 \times \text{número total de individuos})$ . En organismos diploides el mecanismo genético de la evolución está dado por los cambios en frecuencias alélicas.

**Germoplasma:** El germoplasma es el conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras. El concepto de germoplasma se utiliza comúnmente para designar a la diversidad genética de las especies vegetales silvestres y cultivadas de interés para la agricultura y, en ese caso, se asimila al concepto de recurso genético.

**Hábitat:** se refiere al lugar donde normalmente vive una especie, descrito con base en sus características físicas, como topografía, humedad del suelo o a sus formas dominantes asociadas, por ejemplo, mezquitales. El concepto de hábitat implica la descripción de algunas características ambientales clave relacionadas con la distribución de una especie o comunidad.

**Heterocigosidad:** estima la probabilidad de que un individuo es heterocigoto en cualquiera de los genes de un grupo específico. Se calcula como el promedio de la frecuencia de heterocigotos entre los loci. La heterocigosidad difiere entre poblaciones, especies o grupos taxonómicos y se expresa como H.

**Injerto:** porción de corteza con yema separada de una vara yemera, que unida al patrón formará la parte superior de la planta.

**Jardín clonal:** área específica sembrada con clones seleccionados por su alta producción, calidad, tolerancia a plagas y enfermedades; provenientes de plantas madres, matrices silvestres o cultivadas que han sido propagadas en forma asexual.

**Microsatélites:** son secuencias de ADN en las que un fragmento (cuyo tamaño va desde dos hasta seis pares de bases) se repite de manera consecutiva. La variación en el número de repeticiones crea diferentes alelos.

Generalmente se encuentran en zonas no codificantes del ADN. Son neutros, co-dominantes y poseen una alta tasa de mutación, lo que los hace muy polimórficos. A pesar de esto, la variabilidad que presentan resulta útil para su uso como marcadores moleculares, es respecto al número de repeticiones, no de la secuencia repetida. Son utilizados como marcadores moleculares en una gran variedad de aplicaciones en el campo de la genética como parentescos y estudios de poblaciones.

**Multilocus:** es una técnica genética para la caracterización taxonómica organismos vivos. El procedimiento caracteriza las muestras biológicas mediante la secuenciación de ADN de fragmentos internos de varios genes de mantenimiento.

**Panmixia:** describe a una población en donde el apareamiento ocurre en forma aleatoria con respecto a la distribución de los genotipos en la población. Las poblaciones panmícticas son, probablemente, muy raras en condiciones naturales debido a que las divisiones espaciales en el ambiente ocasionan endogamia y preferencia por machos o hembras con ciertos fenotipos, en lo que se llama apareamiento selectivo.

**Polimorfismo genético:** presencia dentro de una población en una especie de formas o fenotipos discretos determinados genéticamente, en tal grado que la ocurrencia de la forma más rara no se deba a mutación recurrente.

**Varianza genética:** en genética cuantitativa, la varianza genética en una población es la porción de la varianza fenotípica total atribuible a causas genéticas. La varianza genética es la varianza de los valores genotípicos de los individuos en la población. El valor genotípico de un individuo es la suma de varias partes estadísticamente independientes: A, el valor de cruzamiento del individuo; D, la desviación de dominancia; e I, la contribución de las interacciones entre loci. Dado que A, D, e I son independientes, la varianza de G,  $VG = VA$  (varianza genética aditiva) +  $VD$  (varianza genética de dominancia) +  $VI$  (varianza de interacción o de epistasia).

**ANEXOS**

Cuadro 1. Lista de Instituciones y personas de contacto para la obtención de información

N°	Institución	Nombre del representante	Cargo	Teléfono	Correo
<b>Instituciones publicas</b>					
1	Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP)	Ing. Cesar Chía Dávila	Gerente del IIAP-MDD	571897	<a href="mailto:cchia@iiap.org.pe">cchia@iiap.org.pe</a>
2	(Recurso Naturales y Gestión Medio Ambiente)-GOREMAD	Ing. Omar Rengifo Khan	Gerente RRNN y Gestión Medio Ambiente	572460	
3	Programa Regional Forestal y de Fauna Silvestre	Ing. Víctor Berrio Terrazas	Director Regional Forestal y de Fauna Silvestre		
4	SENASA	M.Sc. Bailón Sacachipna Chuquicallata	Jefe SENASA	571791	<a href="mailto:bsacchipana@senas.gob.pe">bsacchipana@senas.gob.pe</a>
5	Dirección Regional de Agricultura	Ing. Ángel Martínez Yañez	Dir. Regional Agricultura MDD	571023	<a href="mailto:dra_mdd@minag.gob.pe">dra_mdd@minag.gob.pe</a>
6	Proyecto Especial	Ing. Raúl Pinedo Mora	Gerente General Proyecto Especial MDD	573829-502967	<a href="mailto:Proyecto especial@emdd.gob.pe">Proyecto especial@emdd.gob.pe</a>
7	Reserva Nacional Tambopata	Ing. Bladimir Ramírez Prada	Jefe Reserva Nacional Tambopata	968-218649	
8	INIA	Ing. José Luis Monge Salazar	Jefe INIA - MDD	*169174	<a href="mailto:jmonge@inia.gob.pe">jmonge@inia.gob.pe</a>
9	FENAMAD	Klaus Quicque Bolívar	Presidente FENAMAD	082-572499	<a href="mailto:Kquique20@hotmail.com">Kquique20@hotmail.com</a> / <a href="http://www.fenmad.org.pe">www.fenmad.org.pe</a>
<b>Instituciones privadas</b>					
1	Asociación para la Conservación de la cuenca Amazónica – ACCA	Blgo. Juan Loja Alemán	Director Nacional de ACCA	573211 - 573237	<a href="mailto:jloja@conservacionamazoniaca.org">jloja@conservacionamazoniaca.org</a>
2	CANDELA PERÚ	Ing. Pilar Cárdenas de la Cruz	Coordinadora Candela Perú	572436	
3	WWF	Ing. Alonso Córdova Arrieta	Coordinador Regional WWF	574223	<a href="mailto:Alonso.cordova@wwfperu.org">Alonso.cordova@wwfperu.org</a>
4	AIDER	Ing. Lis Cántaro Córdor	Coordinadora Regional IDER sede MDD	9827032 22/082-571733	<a href="mailto:mdd@aider.com.pe">mdd@aider.com.pe</a> <a href="mailto:lcantaro@aider.com.pe">lcantaro@aider.com.pe</a>
5	PRO-	Blgo. Julio	Coordinador	571585	<a href="mailto:jmagan@pronatural">jmagan@pronatural</a>

Servicio de Integración de la Información del Estado Actual de la Diversidad Biológica y Genética de la  
Castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Perú”

	NATURALEZA	Magán Roeder	Regional Pro-Naturaleza		eza.org
6	Inkaterra Asociación	Blgo. José Purisaca Puicom	Gerente general	982768738	Jose.purisaca@inkaterra-asociacion.org
<b>Universidades</b>					
1	UNAMAD	Dr. Milthon Honorio Muñoz Berrocal	Rector UNAMAD	573186	
2	UNSAAC	M. Sc. Luis Bocanegra Dávila	Coordinador UNSAAC Filial PEM	571641	
<b>Asociaciones de productores</b>					
1	FEPROCAMD	Sr. David Asturima Huamantica	Presidente FEPROCAMD	082638453	Feprocamd12@hotmail.com
2	ASCART	Sr. Misael Valera Avariego	Presidente de la Asociación de Castañeros ASCART	973160355	castañerosascart@hotmail.com
3	CASAL	Sr. Eulogio Quispe Chani	Presidente de la Asociación CASAL		

Cuadro 2. Árboles élite (Plus) de castaña caracterizados genéticamente con marcadores  
microsatélites en seis sectores de Madre de Dios

N°	N° DE ÁRBOLES POR CONCESIÓN	SUB CUENCA	NOMBRE DEL CONCESIONARIO	CÓDIGO DEL ÁRBOL SELECCIONADO	COORDENADAS UTM (WGS 084 - ZONA 19 SUR)		ALTITUD (m)
					ESTE	NORTE	
1	1	Rio piedras	Domingo Quispe Pinedo	RPI-DQP-A01	463520	8659364	311
2	1	Rio piedras	Felipe Mayo Yapura	RPI-FMY-A01	445135	8679030	298
3	2	Rio piedras	Felipe Mayo Yapura	RPI-FMY-A02	444849	8678857	328
4	3	Rio piedras	Felipe Mayo Yapura	RPI-FMY-A03	445424	8678408	323
5	1	Rio piedras	Oscar Angel Álvarez Belson	RPI-OAB-A01	437375	8656113	264
6	2	Rio piedras	Oscar Angel Álvarez Belson	RPI-OAB-A02	437568	8655993	264
7	3	Rio piedras	Oscar Angel Álvarez Belson	RPI-OAB-A03	437531	8654866	313
8	4	Rio piedras	Oscar Angel Álvarez Belson	RPI-OAB-A04	437742	8654968	336
9	1	Rio piedras	Rubén Uartiaga Murrieta	RPI-RUM-A01	451566	8666490	300
10	2	Rio piedras	Rubén Uartiaga Murrieta	RPI-RUM-A02	450904	8665644	300
11	3	Rio piedras	Rubén Uartiaga Murrieta	RPI-RUM-A03	449998	8664463	260
12	4	Rio piedras	Rubén Uartiaga Murrieta	RPI-RUM-A04	450551	8665333	300
13	1	Rio piedras	Elena Huezembe de Sangama	RPI-EHS-A01	467238	8656922	280
14	2	Rio piedras	Elena Huezembe de Sangama	RPI-EHS-A02	467208	8656762	282
15	1	Rio piedras	Celso Flores Sanipico	RPI-CFS-A01	465665	8653988	280
16	2	Rio piedras	Celso Flores Sanipico	RPI-CFS-A02	465603	8653539	281
17	1	Rio piedras	José Víctor Flores Rodríguez	RPI-JFR-A02	476361	8638678	280
18	2	Rio piedras	José Víctor Flores Rodríguez	RPI-JFR-A03	476044	8639330	282
19	3	Rio piedras	José Víctor Flores Rodríguez	RPI-JFR-A04	475507	8640597	283
20	4	Rio piedras	José Víctor Flores Rodríguez	RPI-JFR-A05	475201	8641091	280
21	1	Rio piedras	Francisco Quispe Noa	RPI-FQN-A01	476864	8637702	282
22	2	Rio piedras	Francisco Quispe Noa	RPI-FQN-A02	476515	8636960	281
23	3	Rio piedras	Francisco Quispe Noa	RPI-FQN-A03	476782	8636911	260
24	4	Rio piedras	Francisco Quispe Noa	RPI-FQN-A04	476330	8638204	261
25	1	Lago valencia	Alfredo Vera Burga	LV-AVB-A01	520090	8629350	197
26	1	Lago valencia	Carmen Morales Huayunga	LV-CMH-A01	515940	8627757	213
27	2	Lago valencia	Carmen Morales Huayunga	LV-CMH-A02	516577	8628097	215
28	3	Lago valencia	Carmen Morales Huayunga	LV-CMH-A03	517276	8628295	196
29	4	Lago valencia	Carmen Morales Huayunga	LV-CMH-A04	517394	8628248	198
30	1	Lago valencia	Hilda Giersch de Kojagura	LV-HGK-A01	521024	8630332	205
31	2	Lago valencia	Hilda Giersch de Kojagura	LV-HGK-A02	521267	8630139	188
32	3	Lago valencia	Hilda Giersch de Kojagura	LV-HGK-A03	522596	8629721	223
33	1	Lago valencia	Sofía del Carpio Chair	LV-SCCH-A01	522195	8633422	237
34	1	Lago valencia	Felipe Mauricio Limachi Paucar	LV-FLP-A01	519250	8632895	250
35	2	Lago valencia	Felipe Mauricio Limachi Paucar	LV-FLP-A02	519060	8632890	255
36	3	Lago valencia	Felipe Mauricio Limachi Paucar	LV-FLP-A03	519211	8632272	200
37	1	Lago valencia	Víctor René Díaz Paredes	LV-VDP-A01	518622	8632106	250
38	2	Lago valencia	Víctor René Díaz Paredes	LV-VDP-A02	518110	8632344	253
39	3	Lago valencia	Víctor René Díaz Paredes	LV-VDP-A03	517685	8632344	252
40	4	Lago valencia	Víctor René Díaz Paredes	LV-VDP-A04	516452	8633897	250
41	1	Lago valencia	Julián Condori Jiahullanca	LV-JCJ-A01	516955	8633068	251
42	2	Lago valencia	Julián Condori Jiahullanca	LV-JCJ-A02	515317	8633661	250
43	3	Lago valencia	Julián Condori Jiahullanca	LV-JCJ-A03	514973	8633548	253
44	4	Lago valencia	Julián Condori Jiahullanca	LV-JCJ-A04	514868	8633253	251

Servicio de Integración de la Información del Estado Actual de la Diversidad Biológica y Genética de la  
Castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Perú"

45	1	Lago valencia	Marcelino Huamán Llacma	LV-MHL-A01	515458	8634618	251
46	2	Lago valencia	Marcelino Huamán Llacma	LV-MHL-A02	514892	8635066	252
47	1	Lago valencia	Herasmó Condori Flores	LV-HCF-A01	515461	8635442	253
48	1	Pampa hermosa	Eulogio Quispe Chani	PH-EQCH-A01	492963	8656657	268
49	1	Pampa hermosa (Eje carretero)	Cornelio Bolívar Vizarreta	PH-CBV-A01	486378	8643576	266
50	2	Pampa hermosa (Eje carretero)	Cornelio Bolívar Vizarreta	PH-CBV-A02	485584	8643447	259
51	3	Pampa hermosa (Eje carretero)	Cornelio Bolívar Vizarreta	PH-CBV-A03	485009	8643043	263
52	1	Pampa hermosa (Eje carretero)	Georgina Pereyra de Díaz	PH-GPD-A01	482096	8652236	265
53	2	Pampa hermosa (Eje carretero)	Georgina Pereyra de Díaz	PH-GPD-A02	481401	8652078	289
54	1	Pampa hermosa (Eje carretero)	Jesús Chávez Vargas	PH-JCHV-A01	485596	8644326	280
55	2	Pampa hermosa (Eje carretero)	Jesús Chávez Vargas	PH-JCHV-A02	485903	8644276	274
56	3	Pampa hermosa (Eje carretero)	Jesús Chávez Vargas	PH-JCHV-A03	485949	8644993	256
57	1	Pampa hermosa (Eje carretero)	Pedro Quispe Quispe	PH-PQQ-A01	479964	8642979	254
58	1	Pampa hermosa	Guillermo Flores Cama	PH-GFC-A01	496653	8648033	250
59	1	Pampa hermosa	Margarita Venilda Rodríguez Benites	PH-MRB-A01	496094	8648245	252
60	2	Pampa hermosa	Margarita Venilda Rodríguez Benítez	PH-MRB-A02	495296	8648743	240
61	1	Pampa hermosa	Rómulo Nemecio Pérez Mercado	PH-RNPM-A01	493586	8649450	260
62	2	Pampa hermosa	Rómulo Nemecio Pérez Mercado	PH-RNPM-A02	491485	8649178	263
63	1	Pampa hermosa	Irma Cruz Gutiérrez	PH-ICG-A01	505996	8636194	251
64	2	Pampa hermosa	Irma Cruz Gutiérrez	PH-ICG-A02	505351	8636161	253
65	1	Pampa hermosa	Marcos Barriga Villamar	PH-MBV-A01	504314	8635249	255
66	1	Pampa hermosa	Julián Flores Condori	PH-JFC-A01	502745	8634550	252
67	1	Pampa hermosa	Ubaldo Fernández Choquehuanca	PH-UFCH-A01	500878	8633884	251
68	2	Pampa hermosa	Ubaldo Fernández Choquehuanca	PH-UFCH-A02	499236	8633383	240
69	3	Pampa hermosa	Ubaldo Fernández Choquehuanca	PH-UFCH-A03	498851	8633650	242
70	1	Pampa hermosa	Cesario Claudio Espinoza Lenés	PH-CEL-A01	497634	8634212	220
71	2	Pampa hermosa	Cesario Claudio Espinoza Lenés	PH-CEL-A02	495964	8634327	240
72	1	Río manuripe	Alejandro Aurelio Layme	RMa-AAL-A01	460869	8663998	280
73	2	Río manuripe	Alejandro Aurelio Layme	RMa-AAL-A02	461473	8663864	549
74	1	Río manuripe	Cecilia Cacuna Racua	RMa-CCR-A01	474331	8682843	277
75	2	Río manuripe	Cecilia Cacuna Racua	RMa-CCR-A02	474628	8683313	272
76	1	Río manuripe	Cristóbal Sulca Huamán	RMa-CSH-A01	440750	8690426	313
77	2	Río manuripe	Cristóbal Sulca Huamán	RMa-CSH-A02	440413	8689907	321
78	1	Río manuripe	Hector Ernesto Pizango Navi	RMa-HPN-A01	456886	8689446	312
79	2	Río manuripe	Hector Ernesto Pizango Navi	RMa-HPN-A02	457111	8687766	293
80	3	Río manuripe	Hector Ernesto Pizango Navi	RMa-HPN-A03	457830	8687666	293
81	4	Río manuripe	Hector Ernesto Pizango Navi	RMa-HPN-A04	457786	8687648	316
82	1	Río manuripe	Juan Onésimo Ayerbes Ohuichi	RMa-JAO-A01	494879	8679200	281
83	1	Río manuripe	Julian Barragan Haytara	RMa-JBA-A01	478257	8659876	281
84	1	Río manuripe	Miguel Jorge Cevallos Narvaes	RMa-MCN-A01	464010	8682947	272
85	1	Río manuripe (Eje carretero)	Nemesio Mamani Machaca	RMa-NMM-A01	477803	8693852	300
86	2	Río manuripe (Eje carretero)	Nemesio Mamani Machaca	RMa-NMM-A02	476819	8694688	297
87	1	Río manuripe	Paulino Quispe Ramírez	Rma-PQR-A01	463775	8661294	295
88	2	Río manuripe	Paulino Quispe Ramírez	RMa-PQR-A02	465240	8661634	295
89	3	Río manuripe	Paulino Quispe Ramírez	RMa-PQR-A03	465169	8662604	358
90	1	Río manuripe	Robustiano Lima Quispe	RMa-RLQ-A01	456411	8665784	265
91	2	Río manuripe	Robustiano Lima Quispe	RMa-RLQ-A02	458383	8665250	265
92	3	Río manuripe	Robustiano Lima Quispe	RMa-RLQ-A03	458555	8665483	286

Servicio de Integración de la Información del Estado Actual de la Diversidad Biológica y Genética de la  
Castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Perú"

93	1	Rio manuripe (Eje carretero)	Felicitas Troncoso Huayta	RMa-FTH-A01	478953	8690942	293
94	1	Rio manuripe (Eje carretero)	Hermelinda Argandoña Piña	RMa-HAP-A01	481760	8676713	274
95	1	Rio manuripe (Eje carretero)	José de la Cruz Carrasco	RMa-JCC-A01	483307	8693224	306
96	2	Rio manuripe (Eje carretero)	José de la Cruz Carrasco	RMa-JCC-A02	481987	8692200	300
97	3	Rio manuripe (Eje carretero)	José de la Cruz Carrasco	RMa-JCC-A03	482668	8691427	325
98	1	Rio manuripe (Eje carretero)	Vilma Sueros Ramírez	RMa-VSR-A01	483700	8685665	285
99	1	Rio Muymanu	Alicia Fátima Noa Grifa	RM-ANG-A01	460280	8716980	360
100	2	Rio Muymanu	Alicia Fátima Noa Grifa	RM-ANG-A02	459960	8716579	317
101	1	Rio Muymanu	Guillermo Calderón Ramírez	RM-GCR-A01	463632	8713817	316
102	2	Rio Muymanu	Guillermo Calderón Ramírez	RM-GCR-A02	463514	8713976	367
103	3	Rio Muymanu	Guillermo Calderón Ramírez	RM-GCR-A03	463401	8714970	302
104	1	Rio Muymanu	Lina Sahuarico Begazo	RM-LSB-A01	462245	8715850	357
105	1	Rio muymanu	Luis Collque Quispe	RM-LCQ-A01	460981	8715682	333
106	1	Rio muymanu (Eje carretero)	Blanca Victoria Sahuarico de Aradivi	RM-BSA-A01	480388	8702165	325
107	2	Rio muymanu (Eje carretero)	Blanca Victoria Sahuarico de Aradivi	RM-BSA-A02	480579	8702420	315
108	3	Rio muymanu (Eje carretero)	Blanca Victoria Sahuarico de Aradivi	RM-BSA-A03	480964	8702994	322
109	1	Rio muymanu (Eje carretero)	David Rodríguez Grizo	RM-DRG-A01	472241	8716616	308
110	1	Rio muymanu (Eje carretero)	Jacinto Parillo Quispe	RM-JPQ-A01	466814	8719074	350
111	2	Rio muymanu (Eje carretero)	Jacinto Parillo Quispe	RM-JPQ-A02	467927	8717871	329
112	3	Rio muymanu (Eje carretero)	Jacinto Parillo Quispe	RM-JPQ-A03	466283	8717053	328
113	1	Rio muymanu (Eje carretero)	Julio Espinoza Loayza	RM-JEL-A01	471118	8716133	308
114	2	Rio muymanu (Eje carretero)	Julio Espinoza Loayza	RM-JEL-A02	471225	8715916	333
115	1	Rio Muymanu	María Jesús Grandiller Olivera	RM-MGO-A01	481410	8697602	280
116	1	Rio Muymanu	Rigoberto Paredes Martínez	RM-RPM-A01	478140	8697769	281
117	2	Rio Muymanu	Rigoberto Paredes Martínez	RM-RPM-A02	478198	8697676	282
118	3	Rio Muymanu	Rigoberto Paredes Martínez	RM-RPM-A03	478525	8697846	300
119	1	Rio Muymanu	Ismael Solorzano Huanuire	RM-ISH-A01	482179	8700573	280
120	2	Rio Muymanu	Ismael Solorzano Huanuire	RM-ISH-A02	482476	8700889	282
121	1	Rio Muymanu	Alberto García Rojas	RM-AGR-A01	479349	8705225	280
122	2	Rio Muymanu	Alberto García Rojas	RM-AGR-A02	478409	8704182	283
123	1	Rio pariamanu	Abigail Sanz Salinas	RP-ASS-A01	447104	8640449	289
124	2	Rio pariamanu	Abigail Sanz Salinas	RP-ASS-A02	447274	8640492	289
125	1	Rio pariamanu	Avelino Ricardo Tuesta Guevara	RP-ATG-A01	464221	8621519	277
126	2	Rio pariamanu	Avelino Ricardo Tuesta Guevara	RP-ATG-A02	463732	8621558	277
127	3	Rio pariamanu	Avelino Ricardo Tuesta Guevara	RP-ATG-A03	464190	8621519	278
128	1	Rio pariamanu	Florentino Navi Guevara	RP-FNG-A01	463620	8623355	263
129	2	Rio pariamanu	Florentino Navi Guevara	RP-FNG-A02	465290	8622331	263
130	1	Rio pariamanu	Juan Mayta Choque	RP-JMCH-A01	446396	8631166	312
131	1	Rio pariamanu	Milba Bartra Pérez	RP-MBP-A01	447957	8625119	245
132	2	Rio pariamanu	Milba Bartra Pérez	RP-MBP-A02	449148	8625248	272
133	3	Rio pariamanu	Milba Bartra Pérez	RP-MBP-A03	451163	8624807	272
134	4	Rio pariamanu	Milba Bartra Pérez	RP-MBP-A04	450681	8625350	274
135	1	Rio pariamanu	José Audon Auquilla Condori	RP-JAC-A01	439017	8628413	250
136	2	Rio pariamanu	José Audon Auquilla Condori	RP-JAC-A02	438927	8628098	300
137	3	Rio pariamanu	José Audon Auquilla Condori	RP-JAC-A03	438895	8627683	300
138	1	Rio pariamanu	Adrián Miranda Martínez	RP-AMM-A01	431564	8631524	300
139	2	Rio pariamanu	Adrián Miranda Martínez	RP-AMM-A02	431633	8631784	350
140	3	Rio pariamanu	Adrián Miranda Martínez	RP-AMM-A03	431568	8632325	352
141	1	Rio pariamanu	Manuel Huilcahuaman Rolint	RP-MHR-A01	424495	8634717	250
142	2	Rio pariamanu	Manuel Huilcahuaman Rolint	RP-MHR-A02	423602	8634436	252
143	3	Rio pariamanu	Manuel Huilcahuaman Rolint	RP-MHR-A03	422387	8633422	300
144	1	Rio pariamanu	Juan Arnolfo Camargo Nakaganeko	RP-JCN-A01	424378	8637584	305
145	2	Rio pariamanu	Juan Arnolfo Camargo Nakaganeko	RP-JCN-A02	424476	8638172	299

Servicio de Integración de la Información del Estado Actual de la Diversidad Biológica y Genética de la  
Castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Perú"

146	3	Rio pariamanu	Juan Arnolfo Camargo Nakaganeko	RP-JCN-A03	424625	8638363	300
147	1	Rio pariamarca	Carmen Góngora Gutiérrez	RPa-CGG-A01	453171	8643972	315
148	2	Rio pariamarca	Carmen Góngora Gutiérrez	RPa-CGG-A02	454807	8642756	222
149	3	Rio pariamarca	Carmen Góngora Gutiérrez	RPa-CGG-A03	455143	8643551	225
150	4	Rio pariamarca	Carmen Góngora Gutiérrez	RPa-CGG-A04	455122	8643486	241
151	1	Rio pariamarca	Florentino Cañari Turpo	RPa-FCT-A01	442735	8650815	312
152	1	Rio pariamarca	Nila Delia Peña Mamani	RPa-NPM-A01	441922	8652925	294
153	2	Rio pariamarca	Nila Delia Peña Mamani	RPa-NPM-A02	441573	8653425	304
154	1	Rio pariamarca	Jorge Galindo Tineo	RPa-JGT-A01	449091	8645004	260
155	2	Rio pariamarca	Jorge Galindo Tineo	RPa-JGT-A02	449017	8644543	280
156	3	Rio pariamarca	Jorge Galindo Tineo	RPa-JGT-A03	449167	8644436	275
157	1	Rio pariamarca	María López Vera	RPa-MLV-A01	449020	8645948	282
158	2	Rio pariamarca	María López Vera	RPa-MLV-A02	449111	8646324	280
159	3	Rio pariamarca	María López Vera	RPa-MLV-A03	449038	8646689	280
160	1	Rio pariamarca	Adán Baltazar Pacherez Salazar	RPa-APS-A01	447085	8643993	280
161	2	Rio pariamarca	Adán Baltazar Pacherez Salazar	RPa-APS-A02	447278	8643669	282
162	3	Rio pariamarca	Adán Baltazar Pacherez Salazar	RPa-APS-A03	447632	8643180	281
163	1	Rio pariamarca	Liliana Octavia Huamani Pillaca	RPa-LHP-A01	443209	8646137	300
164	2	Rio pariamarca	Liliana Octavia Huamani Pillaca	RPa-LHP-A02	442970	8646107	302
165	3	Rio pariamarca	Liliana Octavia Huamani Pillaca	RPa-LHP-A03	442675	8646095	298
166	1	Rio pariamarca	José Moasi Acosta Jovino	RPa-JAJ-A01	438918	8649195	300
167	2	Rio pariamarca	José Moasi Acosta Jovino	RPa-JAJ-A02	438131	8649254	302
168	3	Rio pariamarca	José Moasi Acosta Jovino	RPa-JAJ-A03	438075	8649799	298
169	1	Rio pariamarca	Andrés Avelino Rojas Aguirre	RPa-ARA-A01	437245	8648897	301
170	2	Rio pariamarca	Andrés Avelino Rojas Aguirre	RPa-ARA-A02	436907	8649074	300

Cuadro 3. Plantaciones de castaña monitoreadas y establecidas en propiedades de productores rurales en Madre de Dios

PLANTACIONES DE CASTAÑA					
N°	PROPIETARIO	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE PLANTADA (ha)	SECTOR
		Este	Norte		
1	Humberto Condo Ccopa	456803	8597506	1	San Bernardo
2	Jaime Rojas Calla	446539	8593655	1	Florida Baja
3	Santos Cárdenas Zuniga	440740	8590601	3	Tahuantinsuyo
4	Porfirio Quintanilla Cruz	428257	8583876	2	San Juan
5	Asunción Rengifo Oliveira	425346	8578434	2	San Juan
6	Marino Silva Enriquez	416741	8575632	2	La Distancia
7	Arturo Lázaro Chacón	404628	8575132	3	Sol Naciente
8	Rosaura Quispe Ramos	403892	8574928	3	Sol Naciente
9	Andrés Torres Butrón	484279	8631898	1	Sudadero
10	Fundo "Arlanza"	482221	8637207	6	Sudadero
11	Lino Collque Collque	485095	8673479	2	Santa Rosa
12	Edson Pizango Sinuiri	486599	8678288	1	Mavila
13	Pedro Marchena Mendieta	484754	8688683	1	San Pedro
14	Walter Sanchez M.	479911	8695117	1	Villa Rocio
15	Alberto Salazar Valencia	478080	8706840	2	Alerta
16	Martín Huaman Puma	472332	8715133	2	Alerta
17	Alcibiades Ramirez	485392	8687143	2	La Novia
18	Natividad Mamani Cruz	483333	8691061	4	La Novia
19	Jossé de la Cruz Carrasco	481527	8692658	1	La Novia
20	Vivero "Villa Rocío"	480532	8699856	3	Villa Rocio
21	Genoveva Orconi Chambi	486291	8663877	1	Fray Martin
22	Justino Colque Lazaro	484268	8675082	1	Fray Martin
23	Francisco Quispe Hamanhuallpa	481055	8622400	1	Loboyoc
24	Hilaria Quispe Mamani	479857	8636034	1	San Francisco
25	Rosalio Pariguana Pjuiro	480479	8635880	1	San Francisco
26	Leonardo Quispe Mamani	478459	8635868	1	San Francisco
27	Felipe Basques Cahuana	478443	8635490	1	San Francisco
28	Paulino Huamán Zuniga	474124	8637082	1	San francisco
29	Basilisa Gastelu Ayala	485888	8649606	1	Monterrey
30	Teresa Palla Panduro	484831	8640106	1	Planchón
31	Elena Racua Cacuná	485034	8638792	1	Planchón
32	Yerco Ríos Mardini	484456	8636400	1	San Francisco
33	Lidislao Apaza Checca	483801	8629959	1	Sudadero
34	Aquiles Espirilla Laura	484555	8630025	1	Sudadero

Figura 9. Mapa de sectores con mayor densidad de castaña estudiada. Densidad superior a 9 árboles/hectárea

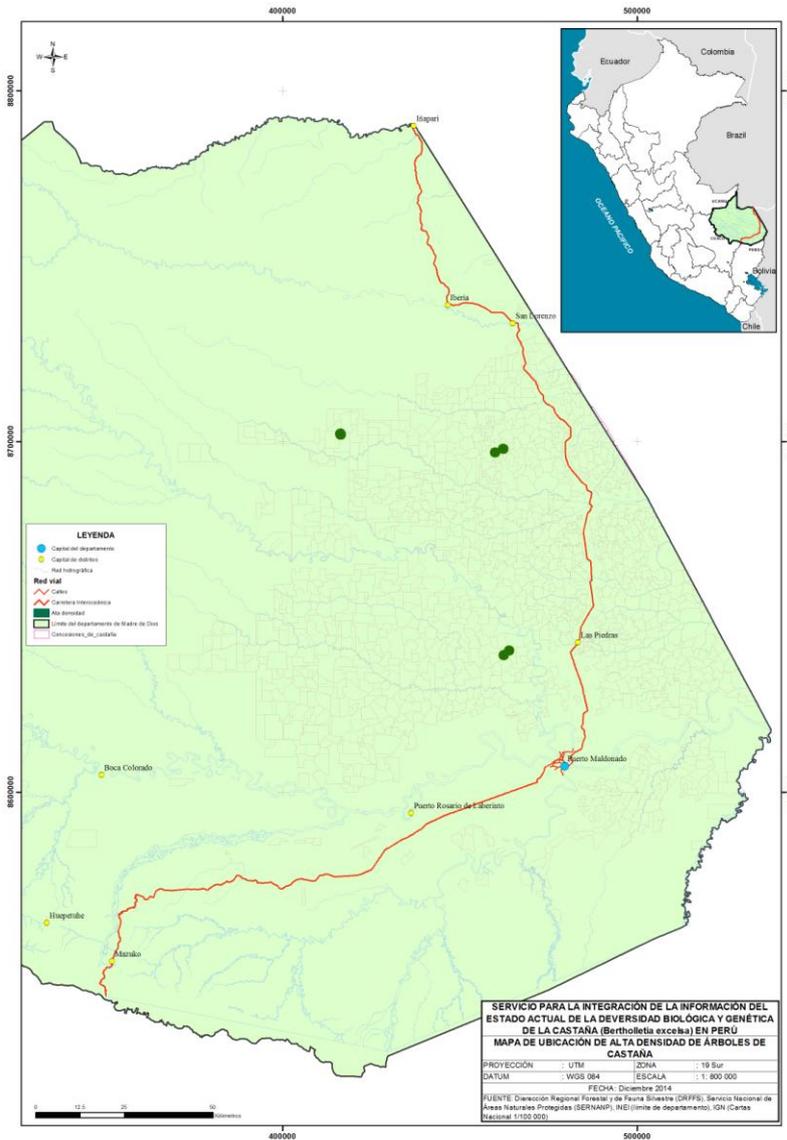


Figura 10. Mapa de rango de densidades de castaña en Madre de Dios. Densidades de 0.08 a 1.7 árboles/hectárea clasificado en cinco rangos

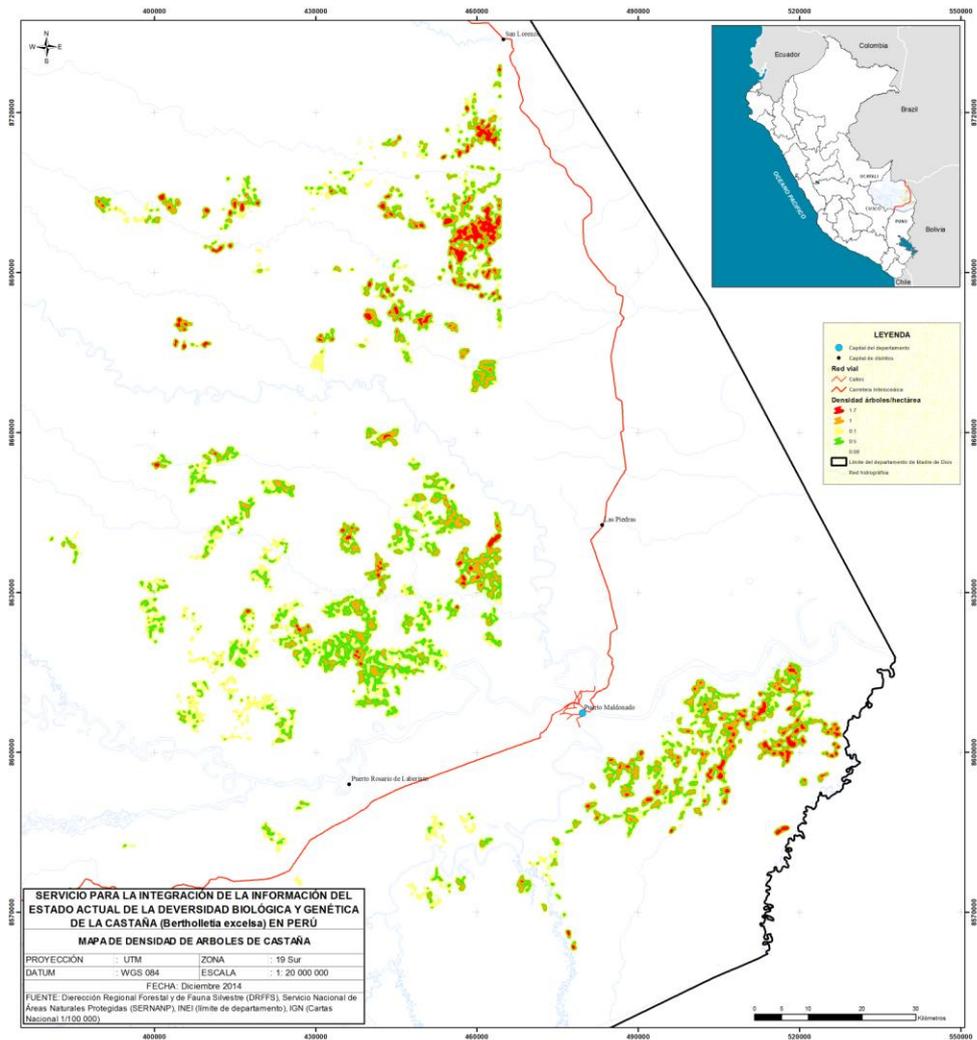


Figura 11. Mapa de distribución de plantaciones de castaña monitoreadas y establecidas en propiedades de productores rurales en Madre de Dios

