



**Dirección General de Diversidad Biológica**

**INFORME FINAL**

**AMC N° 066 – MINAM/OGA-3**

**SERVICIO DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE  
CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD  
GENÉTICA DE LA CASTAÑA EN EL PERÚ**

Preparado por:

Consorcio QIRI - SHIWI

*Lima, 25 de octubre de 2016*



## Contenido

II.- MATERIALES Y METODOLOGÍA .....	7
1.- Área de estudio.....	7
2.- La castaña en el Perú .....	8
3.- Modelamiento de Castaña .....	10
3.1.- Maxent .....	10
3.2.- Datos climáticos .....	10
3.3.- Obtención de datos de presencia de castaña.....	11
3.4.- Subconjunto de puntos aleatorios 10%.....	12
3.5.- Proceso de modelamiento .....	13
4.- Altos Valores de Conservación – AVC.....	16
4.1.- AVC 1: Diversidad de Especies .....	17
4.2.- AVC 2: Ecosistemas y Mosaicos a escala de paisaje .....	17
4.3.- ACV 3: Ecosistemas y hábitats .....	18
4.4.- ACV 4: Servicios Ecosistémicos .....	18
4.5.- ACV 5 & 6: Necesidades de la Comunidad y Valores Culturales.....	19
4.6.- Stocks de Carbono.....	20
5.- Indicadores de Riesgo para Altos Valores de Conservación.....	20
6.- Datos .....	22
III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
1.- Definición de Umbral de idoneidad climática. ....	23
2.- Importancia de variables .....	23
3.- Identificación de Altos Valores de Conservación .....	25
3.1.- AVC 1: Diversidad de Especies .....	25

3.2.- AVC 2: Ecosistemas y Mosaicos a escala de paisaje .....	34
3.3.- AVC 3: Ecosistemas y hábitats .....	35
3.4.- AVC 4: Servicios Ecosistémicos .....	37
3.5.- AVC 5 & 6: Necesidades de la Comunidad y Valores Culturales.....	39
3.6.- Stocks de Carbono.....	40
4.- Indicadores de Riesgo para Altos Valores de Conservación.....	41
5.- Indicadores de Riesgo para Idoneidad Climática de la Castaña .....	42
6.- Mapeo de Oportunidades .....	43
7.- Taller de Presentación del Plan de Conservación de la Castaña en el Perú.....	45
IV.- CONSIDERACIONES FINALES .....	47
VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

### Índice de Cuadros

Cuadro 1: Criterios para determinar el Riesgo para Altos Valores de Conservación.....	21
Cuadro 2: Clasificación y Ponderación de Niveles de Riesgo .....	22
Cuadro 3: Insumos utilizados para identificar los Altos Valores de Conservación .....	22
Cuadro 4: Situación de los ecosistemas/hábitats presentes en Madre de Dios.....	36

### Índice de Figuras

Figura 1: Mapa base del departamento de Madre de Dios .....	8
Figura 2: Árbol de castaña en Madre de Dios. ....	9
Figura 3: Presencia de Castaña.....	12
Figura 4: Subconjunto de puntos aleatorios del cultivo de castaña. ....	13
Figura 5: Interfaz de Maxent .....	14
Figura 6: Pestaña Advance, interfaz de Maxent.....	15
Figura 7: Interfaz final luego de la carga de datos en Maxent. ....	15
Figura 8: Resultados del test de Jacknife para el cultivo de castaña en base a condiciones climáticas actuales.....	24

---

Figura 9: Idoneidad Climática para el cultivo de la Castaña.....	25
Figura 10: Áreas Naturales Protegidas de Madre de Dios.....	29
Figura 11: <i>Atelopus Spumarius</i> .....	30
Figura 12: <i>Tremarctos Omatus</i> .....	30
Figura 13: <i>Mazama chunyi</i> .....	31
Figura 14: <i>Callimico Goeldi</i> .....	31
Figura 15: <i>Blastocerus dichotomus</i> .....	32
Figura 16: <i>Caluromysipos irrupta</i> .....	32
Figura 17: Áreas de distribución de especies.....	33
Figura 18: Hábitat indicativo para especies.....	34
Figura 19: Zona núcleo del bosque.....	35
Figura 20: Ecosistemas amenazados.....	37
Figura 21: Funciones Hidrológicas.....	38
Figura 22: Barreras de fuego naturales.....	39
Figura 23: Necesidades socioculturales.....	40
Figura 24: Stocks de Carbono.....	41
Figura 25: Indicadores de Riesgo para Altos Valores de Conservación.....	42
Figura 26: Indicadores de Riesgo para Idoneidad Climática de la Castaña.....	43
Figura 27: Mapeo de Oportunidades.....	45

## I.- INTRODUCCIÓN

Los modelos de circulación global demuestran que a lo largo de los últimos 100 años, el clima en la tierra ha cambiado, sufriendo un incremento aproximado de 0,6 ° C (Walther et al. 2002) . Las modificaciones en el clima referidas al cambio climático generan un impacto sobre diversas actividades. Para conocer los efectos que posee el cambio climático sobre las diferentes coberturas, se trabaja a partir de modelos.

Los modelos son representaciones parciales de la realidad, que nacen de la necesidad de reducir la complejidad del objeto real. Los modelos de distribución de especies son representaciones cartográficas de la idoneidad de un espacio para la presencia de una especie en función de las variables empleadas para generar dicha representación (Mateo, Felicísimo and Muñoz 2011). Son considerados una caracterización de las condiciones ambientales adecuadas para las especies, lo cual ayuda a identificar donde están espacialmente ubicados los sitios que cumplen con los requisitos adecuados para las especies en estudio (Pearson, Brown and Birdsey 2007).

Existe una variedad de modelos para predecir la idoneidad de áreas para cultivos, entre ellos tenemos ECOCROP (Hijmans et al. 2005b), DOMAIN (Carpenter, Gillison and Winter 1993), BIOCLIM (Busby 1991) y MAXENT (Phillips, Anderson and Schapire 2006) (Phillips and Dudík 2008). Basados en P Anderson et al. (2006), Hijmans and Graham (2006), quienes consideran a MAXENT como el modelo más preciso, se decidió utilizar este para el presente estudio.

Por otro lado, el manejo responsable de la biodiversidad y de las áreas con Altos Valores de Conservación dentro de un paisaje son clave para definir las políticas y/o programas a ser llevados a cabo dentro de él. Desde que en 1996 el *Forest Stewardship Council* (FSC) desarrolló por primera vez el concepto de Alto Valor de Conservación (AVC), éste ha demostrado su utilidad para la identificación y gestión de valores medioambientales y sociales en paisajes.

Un Alto Valor de Conservación (AVC) es un valor biológico, ecológico, social o cultural excepcionalmente significativo o de importancia crítica. Mantener las áreas con altos valores de conservación, es clave para conservar áreas con una excepcional

importancia a nivel local, nacional regional o mundial y que suelen estar amenazadas por el avance de actividades no sostenibles. Los enfoques de AVC no sólo son aplicables a una determinada escala, sino también toman en cuenta una visión integradora a escala de paisaje. Son ampliamente utilizados para determinar el adecuado uso de recursos, así como en la planificación de su conservación.

Para el presente estudio, el uso del modelo *Maxent* permitió obtener una aproximación de las áreas con aptitud climática o idóneas para el cultivo de la castaña (*Bertholletia excelsa*) en Madre de Dios, así mismo, a través de la aplicación de la Metodología elaborada por *FSC* para la identificación de zonas con Altos Valores de Conservación, se identificaron seis AVC dentro del área ocupada por castaña, en el departamento de Madre de Dios. Estos AVC fueron la base para el desarrollo del Mapa de Riesgo de Altos Valores de Conservación, en el cual se identificaron zonas con riesgo muy alto (no recomendadas para tipos de actividades que no impliquen temas de conservación), riesgo alto, riesgo medio y riesgo bajo.

## II.- MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 1.- Área de estudio

El departamento de Madre de Dios está ubicado en el sudeste de Perú y limita con Ucayali, Cuzco, Puno, Bolivia y Brasil. Su superficie tiene 8,476 millones de hectáreas que representan el 6,6 por ciento del territorio nacional. Su territorio es poco accidentado. La parte central y norte de la región es baja, con llanuras aluviales formadas por terrazas, generalmente pantanosas por estar sometidas a inundaciones anuales. Posee un clima tropical cálido, húmedo y con precipitaciones anuales superiores a 1 000 mm. La temperatura media anual es de 26°C.

EL INEI estima que para el año 2016 la población es de 140 508 habitantes, siendo el departamento menos poblado a nivel nacional. La principal actividad económica del departamento es la minería con una participación de 40.8 % al Valor Agregado Bruto departamental, seguido del sector comercio, agricultura y ganadería.

La minería es una de las actividades más dinámicas del departamento y una parte importante de la PEA. Está enfocada en la búsqueda y extracción del oro en polvo o

pepitas en los ríos, playas y antiguos cauces de ríos. Siendo Huepetuhe donde se obtiene el oro de mayor calidad. La actividad minera en el departamento ha causado grandes daños a los ecosistemas ubicados dentro de él. Madre de Dios, es considerado Capital de la Biodiversidad del Perú, existiendo dentro de su territorio algunas de las más importantes Reservas de Biodiversidad, con altos índices de especies vulnerables y en peligro de extinción, así como un gran endemismo.



Figura 1: Mapa base del departamento de Madre de Dios

## 2.- La castaña en el Perú

La castaña (*Bertholletia excelsa*) 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 para 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.

Es una especie autoincompatible (incapaz de producir semillas por autopolinización) con altos niveles de diversidad genética a nivel individual y poblacional y distancias de flujo de polen entre árboles de una misma población igualmente altos (Sujii et al. 2015). Sus flores son polinizadas por abejas de los generos *Bombus* (Muller et al. 1980) *Euglossa* (Mori y Prance 1990), *Eulaema* (Cavalcante et al. 2012) y *Xylocopa*. El fruto de la castaña, por ser leñoso y de gran tamaño (10-16 cm; Mori y Prance 1990), requiere de 14-15 meses para su maduración (Maues 2002) y contiene entre 10 y 25 semillas.

Madre de Dios es el único departamento del Perú donde se encuentran árboles de castaña en densidad suficiente que permitan 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 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.



*Figura 2: Árbol de castaña en Madre de Dios.*

### 3.- Modelamiento de Castaña

#### 3.1.- Maxent

Para el modelamiento se trabajó con el software *Maxent* (Phillips et al. 2006) y ArcGis 10.2. *Maxent* es un programa multiuso basado en una aproximación estadística llamada máxima entropía. El método de máxima entropía es considerado una metodología que realiza predicciones o inferencias a partir de información incompleta (Phillips et al. 2006, Phillips and Dudík 2008). Dentro de las diversas aplicaciones que *Maxent* posee, se encuentran la priorización de zonas para conservación y restauración ecológica y modelaciones de efecto de cambio climático sobre los ecosistemas (Morales 2012). El modelo utiliza datos de presencia para hallar una distribución probabilística de máxima entropía (las cuales pueden proyectarse a cualquier escenario temporal) alrededor de un número de variables predictoras (Zapata-Caldas et al. 2012) (en nuestro caso, las variables climáticas y de elevación). Algunos autores consideran que *Maxent* posee grandes ventajas sobre otros modelos similares: (1) Se requiere sólo datos de presencia de la especie, (2) el buen desempeño que posee en comparación con otros 16 modelos similares (Phillips et al. 2006) (Hernandez et al. 2008, P Anderson et al. 2006) y (3) su disponibilidad gratuita ([www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent](http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent)).

#### 3.2.- Datos climáticos

Los datos climáticos (1950 – 2000) fueron obtenidos de la página de *World Clim* (Hijmans et al. 2005a): <http://www.worldclim.org/current>. Los datos fueron descargados con una resolución de 30 arco segundos equivalente a 1 Km. Estos datos fueron generados a partir de una interpolación de datos provenientes de estaciones meteorológicas globales mediante un algoritmo *spline* utilizando longitud, latitud y altitud como variables independientes (Hijmans et al. 2005a). En total fueron descargadas 19 variables bioclimáticas, que representan promedios de temperatura y precipitación (temperatura media anual, precipitación total anual), estacionalidad (rango de temperatura anual, estacionalidad de precipitación), y factores limitantes extremos (i.e. temperaturas de los meses fríos o calientes del año, y precipitaciones de los meses más secos o húmedos). Cabe indicar que, de las 19 variables, 11 variables pertenecen a temperatura (BI01 – BI11)

y 8 variables pertenecen a precipitación (BI12 – BI19). Se describen a continuación las 19 variables:

- BIO1 = Temperatura Media anual
- BIO2 = Rango de Temperatura Diurna (Promedio del mes (max - min temp))
- BIO3 = Isotermalidad (BIO2/BIO7) (\*100)
- BIO4 = Estacionalidad en la Temperatura (desviación estándar \*100)
- BIO5 = Temperatura máxima del mes más cálido
- BIO6 = Temperatura mínima del mes más frío
- BIO7 = Rango Anual de Temperatura (BIO5-BIO6)
- BIO8 = Temperatura media del trimestre más lluvioso
- BIO9 = Temperatura media del trimestre más seco
- BIO10 = Temperatura media del trimestre más cálido
- BIO11 = Temperatura media del trimestre más frío
- BIO12 = Precipitación anual
- BIO13 = Precipitación del mes más lluvioso
- BIO14 = Precipitación del mes más seco
- BIO15 = Estacionalidad en la precipitación (coeficiente de variación)
- BIO16 = Precipitación del trimestre más lluvioso
- BIO17 = Precipitación del trimestre más seco
- BIO18 = Precipitación del trimestre más cálido
- BIO19 = Precipitación del trimestre más frío

Todos los datos fueron homologados a un único sistema de coordenadas y proyección: WGS 1984 UTM Zona 19S.

### **3.3.- Obtención de datos de presencia de castaña**

Se obtuvo información tomada en campo de la presencia del árbol de castaña. En fueron tomados 170 puntos.



**Figura 3: Presencia de Castaña**

### 3.4.- Subconjunto de puntos aleatorios 10%

De la totalidad de puntos se escogió como muestra representativa para el modelamiento un subconjunto de puntos equivalente al 10% del total. Estos puntos fueron escogidos por el software Arcgis 10.2, utilizando la herramienta *Field Calculator*, dentro de la cual se incluyó el siguiente código en *Python* con el fin de aleatorizar el subconjunto de puntos:

```
import random
def rand():
    return random.random()
```

Finalmente se obtuvo el subconjunto de puntos aleatorios para castaña, a partir de los cuales se llevó a cabo la modelación en *Maxent*.



**Figura 4: Subconjunto de puntos aleatorios del cultivo de castaña.**

### 3.5.- Proceso de modelamiento

El procedimiento llevado a cabo para la modelación en *Maxent* estuvo basado en la utilización de datos del clima (19 variables de *World Clim*) y la variable de elevación o altura (DEM). A continuación, se describe el procedimiento técnico:

**A.-** Cuando abrimos el programa *Maxent*, observamos en el lado izquierdo la ventana denominada *Samples* (**Figura 5**). En esta ventana subimos los archivos con los puntos aleatorios (10%) en formato .csv para castaña. Esta información en .csv representa nuestros datos de presencia del cultivo.

En el lado derecho, en la ventana denominada "*Environmental layers*" (**Figura 5**) se cargaron las variables climáticas de *World Clim*, así como el *raster* con la información de elevación. Todos los archivos utilizaron el formato *ASCII*.

Se marcaron las casillas: *Create response curves* (crear curvas de respuesta) y *Do jackknife to measure variable importance* (Realizar el test de Jacknife para medir la importancia de la variable). Lo demás quedó por defecto.

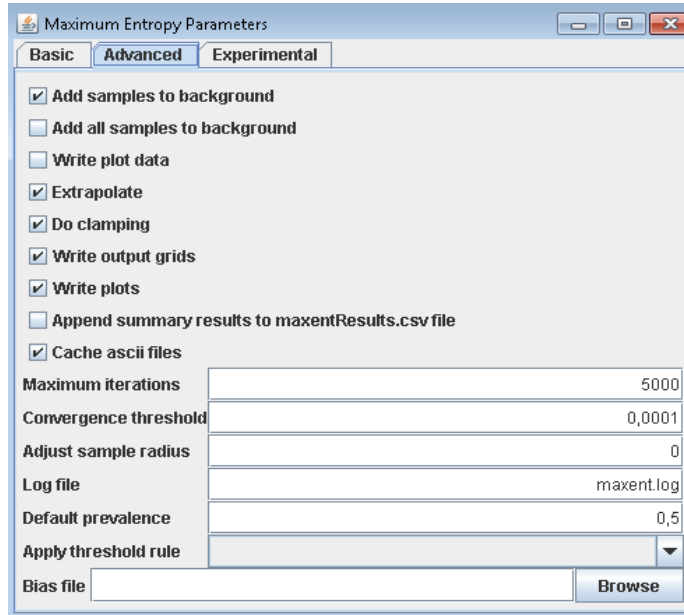


**Figura 5: Interfaz de Maxent**

**B.-** Luego de cargar las variables, se dio clic en la pestaña *Settings* (ubicada en la parte inferior central de la interface) (**Figura 6**). Aparecieron tres nuevas pestañas: *Basic*, *Advanced* y *Experimental*.

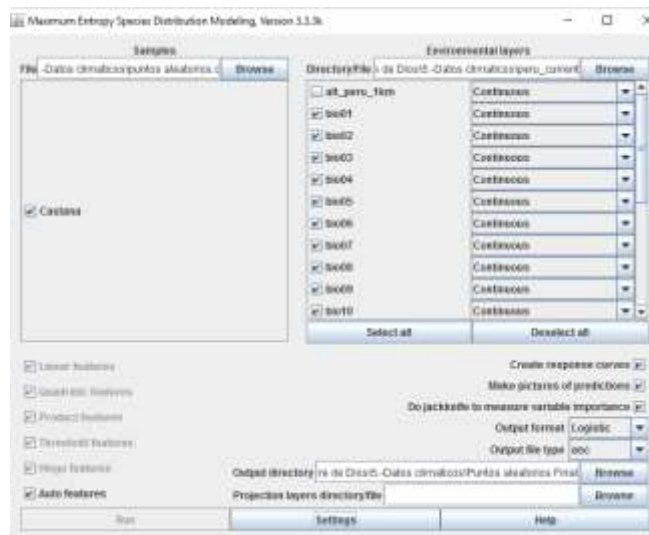
Dentro de la pestaña *Advanced*, aparecen dos parámetros (**Figura 6**): (1) *Maximum iterations*, definido como el número máximo de tiempo para alcanzar una convergencia; el valor por defecto de este parámetro es de 500, pero se recomienda indicar un valor de 5000 con la finalidad de que el modelo tenga suficiente tiempo para converger a través de las iteraciones y así no exista un sobre o bajo ajuste en la predicción. Para el presente trabajo se utilizó el valor de 5000 (Jobe and Zank 2008, Young, Carter and Evangelista 2011). (2) *Convergence threshold*, definido como la tasa de omisión de predicción, es decir, la probabilidad que posee el modelo de predecir una no ocurrencia en zonas donde actualmente hay una. El valor por defecto es 0.001%. Un bajo valor puede resultar en un

modelo sobre-ajustado, mientras que un valor cercano a 1 produce resultados difusos (Jobe and Zank 2008). Para el presente trabajo se utilizó el valor de 0,0001. Los demás parámetros quedaron por defecto.



**Figura 6: Pestaña Advance, interfaz de Maxent.**

C.- Al finalizar la carga de datos, obtuvimos una interfaz similar a la mostrada en la Figura 7.



**Figura 7: Interfaz final luego de la carga de datos en Maxent.**

D.- Se escogió un directorio de salida y se dio clic en *Run*, para iniciar con la modelación.

#### **4.- Altos Valores de Conservación – AVC**

Las definiciones de Altos Valores de Conservación (HCV por sus siglas en inglés) fueron presentadas por el *Forest Stewardship Council* (FSC) en la versión 4.0 de sus principios y criterios en 1996.

Un Alto Valor de Conservación, es definido como el valor biológico, ecológico, social o cultural que posea una gran significancia o se encuentre en una situación crítica. Existen seis categorías de AVC: (1) Diversidad de Especies, (2) Ecosistemas y mosaicos a escala de paisaje, (3) Ecosistemas y hábitats, (4) Servicios ecosistémicos, (5) Necesidades de las comunidades, (6) Valores culturales.

Los AVC son utilizados en temas referidos al uso y en la planificación de la conservación de recursos, con el fin de asegurar el mantenimiento de los valores medioambientales y sociales significativos o críticos como parte de una gestión responsable en un contexto local o nacional.

La identificación de un AVC está basada en la interpretación de las seis categorías a distintos niveles y a partir de ésta, definir que AVC estarían presentes en el área de interés o cuáles podrían verse afectados por diversas actividades dentro de un paisaje de mayor amplitud.

En el sector forestal, los AVC se utilizan para identificar las áreas que deben protegerse o las que necesitan prácticas especiales de manejo. Del mismo modo, la identificación de AVC en las plantaciones agrícolas puede ayudar a proteger las zonas forestales de alto valor que albergan especies importantes o proporcionan servicios ecosistémicos. En un entorno agrícola, las áreas forestales de AVC deberían ser mantenidas y protegidas contra la conversión.

A continuación, se indica la descripción de los seis AVC presentes en el estudio:



#### **4.1.- AVC 1: Diversidad de Especies**

La categoría de Altos Valores de Conservación AVC 1, incluye concentraciones significativas de biodiversidad reconocidas como únicas en comparación con otras áreas o con base en marcos prioritarios de conservación. Dentro de este punto, se consideran a todas las áreas que contengan concentraciones significativas de especies o que contengan hábitats críticos para la supervivencia de estas. Cabe resaltar que sólo se considera una concentración de la especie cuando es significativa a escala mundial, regional o nacional. La finalidad de este AVC, es identificar las áreas de protección y/o conservación, así como las áreas potenciales de distribución de especies en la cuenca.

Para determinar identificar los AVC 1, se consideraron tres subclases:

- (1) AVC 1.1.- Referido a la identificación de las Áreas Naturales Protegidas. Se utilizaron los datos nacionales de Áreas Naturales Protegidas. Se consideraron los límites de las ANP, ya que se asumen que estas áreas albergan concentraciones significativas de valores de biodiversidad.
- (2) AVC 1.2.- Áreas de Distribución de Especies, para este caso al no contar con datos nacionales, se utilizó la información disponible en la web para la distribución de especies de la IUCN. Se incluyó también la información de cobertura de Bosque.
- (3) AVC 1.3.- Hábitat Indicativo para Especies, obtenido a partir del cruce de AVC 1.1 y AVC 1.2. El resultado, nos permitirá conocer, las áreas de distribución potencial de las especies amenazadas o en peligro existentes dentro del departamento de Madre de Dios.

#### **4.2.- AVC 2: Ecosistemas y Mosaicos a escala de paisaje**

La categoría AVC 2 incluye ecosistemas y mosaicos de ecosistemas lo suficientemente grandes y relativamente no perturbados como para albergar poblaciones viables de la gran mayoría de las especies presentes de manera natural.

Para determinar el presente AVC 2, se tomó como base la información de cobertura vegetal y la información de paisajes de bosque intactos. Con el fin de determinar áreas relativamente no perturbadas se aplicaron dos buffers internos de 3 km y 6 km para

obtener las zonas núcleo del bosque. El valor de referencia del umbral de superficie utilizado en diversos estudios es de 500 km<sup>2</sup> (50 000ha), pero este debe ser determinado por las interpretaciones nacionales o consultas con expertos. Por ejemplo, en Sudáfrica fue utilizado el rango de 5 000 – 10 000 hectáreas. En Indonesia y en Vietnam se utilizó un rango entre 10 000 – 20 000 hectáreas. Para nuestro caso, se utilizó un núcleo mayor a 20 000 ha.

Se incluyó información de Paisajes de Bosque intactos, obtenida de la página web de *Intact Forest Landscape*<sup>1</sup>. Estos datos brindan información acerca de ecosistemas naturales que no muestran actividad humana significativa. El concepto fue desarrollado por un grupo de organización no gubernamentales como *Greepace, World Resources Institute, Transparent World*. El mapa global de *Intact Forest Landscape*, fue realizado en 2014 con el apoyo de la Universidad de Maryland, *World Resources Institute* y *WWF Rusia*.

#### **4.3.- ACV 3: Ecosistemas y hábitats**

La categoría de ACV 3, incluye ecosistemas, hábitats o refugios con un alto grado de importancia debido a su vulnerabilidad y el nivel de peligro que poseen. Una de las formas para determinar un ecosistema o hábitat dentro del AVC 3 es identificar la presencia de ecosistemas con un alto grado de fragmentación.

Para identificar los AVC 3 dentro de las zonas donde se cultiva la castaña, se utilizaron datos de cobertura vegetal, para realizar la identificación de los ecosistemas. Se tomó en cuenta las definiciones desarrolladas en la Memoria Descriptiva de la Cobertura Vegetal del Perú.

#### **4.4.- ACV 4: Servicios Ecosistémicos**

Los AVC 4, están referidos directamente a los servicios de regulación y mantenimiento que proporcionan los ecosistemas. El enfoque AVC 4, considera que los servicios básicos que proveen los ecosistemas tales como servicios de aprovisionamiento de agua y alimentos, regulación, del clima control de enfermedades, reciclaje de nutrientes, pueden ser considerados situaciones críticas. Estas situaciones críticas suceden cuando una interrupción de un servicio ecosistémico representa una amenaza de impactos negativos

---

<sup>1</sup> <http://www.intactforests.org/>

sobre el bienestar, la salud o la supervivencia de las comunidades locales, o sobre otros AVC. Cabe indicar, que el enfoque AVC, no considera el almacenamiento de carbono como un AVC, debido a que se presenta en cualquier tipo de cobertura vegetal y no encaja con el concepto de “situación crítica”, por lo cual es tratado de una manera independiente.

En la práctica, muchas interpretaciones nacionales han utilizado tres categorías principales: áreas críticas para la captación de agua, áreas críticas para el control de la erosión y áreas que proporcionan barreras contra incendios devastadores. Esta categorización no ha sido exclusiva, ya que algunos países han añadido otros servicios críticos tales como los servicios de polinización en Indonesia, o la protección contra vientos destructivos en Ghana.

No se consideró el factor de erosión, debido a que no se contó con información de las propiedades del suelo a una escala adecuada para poder llevar a cabo el análisis.

Para determinar los AVC 4.1 y 4.2, se utilizaron datos de cobertura vegetal (Cuadro 3), elevación (DEM) (Cuadro 3) y puntos calientes (incendios). Los puntos de ocurrencia de incendios, fueron obtenidos del *Fire Information for Resource Management System (FIRMS)*<sup>2</sup>, una plataforma desarrollada por la Universidad de Maryland, para proveer información de incendios a una escala temporal, así como en tiempo real.

#### **4.5.- ACV 5 & 6: Necesidades de la Comunidad y Valores Culturales**

Las comunidades nativas obtienen variedad de servicios y productos de los bosques. La función de los AVC 5 & 6, es identificar las áreas de bosque que son aptas para proveer las necesidades básicas a las comunidades nativas/indígenas. Además, se considera que las comunidades poseen valores culturales representados por sitios, recursos, hábitat o paisajes significativos con una elevada importancia local. Estos valores culturales pueden incluir áreas que corresponden a lugares religiosos o sagrados, cementerios o zonas en las que se llevan a cabo ceremonias tradicionales.

Para determinar cuáles serían estas áreas se utilizó información de ubicación de las comunidades nativas dentro del departamento de Madre de Dios, la cual se superpuso

---

<sup>2</sup> <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms/about-firms>

con los datos de cobertura de bosque, con el fin de determinar las áreas con alta probabilidad de ser utilizadas por las comunidades nativas.

#### **4.6.- Stocks de Carbono**

Los Stocks de carbono no representan un valor de conservación en sí, pero son incluidos en el análisis debido a que poseen una relación con los actuales debates acerca del cambio climático y la relación que poseen con políticas de este tipo, así como con Programas de Pago por Servicios Ambientales y Proyectos REDD+.

El estudio consideró la información producida por Asner et al. (2014) en el mapa de alta resolución de carbono del Perú. Los datos fueron descargados libremente de la página web del Geo Servidor del Ministerio del Ambiente<sup>3</sup>. El mapa de carbono en alta resolución del Perú fue elaborado a partir de la integración de datos LIDAR, imágenes de satélite de disponibilidad libre y técnicas geoestadísticas.

#### **5.- Indicadores de Riesgo para Altos Valores de Conservación**

Para determinar la presencia de Altos Valores de Conservación fueron utilizados los valores desarrollados por Smit et al. (2013) para priorizar las áreas más importantes de estudio en el departamento de Madre de Dios. Los resultados del análisis de categorías de AVC fueron combinados en un solo mapa denominado Indicadores de Riesgo para AVC, mostrado en la Figura 25. Se utilizaron algunos criterios para determinar el riesgo de los AVC (Cuadro 1). El mapa de riesgo se elaboró a partir de una ponderación de cada categoría de AVC mediante valores de 0, 1, 2 y 5. A partir de la ponderación se categorizaron los rangos indicados en el Cuadro 2 para definir las zonas de riesgo:

---

<sup>3</sup> <http://geoservidor.minam.gob.pe/intro/geoservicios/intercambio-de-base-de-datos-12.html>

**Cuadro 1: Criterios para determinar el Riesgo para Altos Valores de Conservación.**

<b>Componente</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto/No Recomendable</b>
<b>AVC 1</b>	No se superpone	No se superpone	(1) Se superpone con zona buffer de las Áreas Naturales Protegidas. (2) Se superpone con hábitats potenciales de especies raras y/o amenazadas.	Se superpone con Áreas Naturales Protegidas
<b>AVC 2</b>	No se superpone	No se superpone	No se superpone	Se superpone con áreas núcleo > 20 000 ha.
<b>AVC 3</b>	No se superpone	No se superpone	Se superpone con ecosistemas amenazados/vulnerables	Se superpone con ecosistemas en peligro
<b>AVC 4</b>	No se superpone	No se superpone	No se superpone	Se superpone con SSEE de provisión hidrológica y barreras naturales contra el fuego.
<b>AVC 5 &amp; 6</b>	No se superpone	No se superpone	No se superpone	Se superpone con cobertura de bosques dentro de las comunidades nativas.
<b>Stocks de Carbono.</b>	0-30 tnC/ha	30-60 tnC/ha	60-90 tnC/ha	>90 tnC/ha

**Cuadro 2: Clasificación y Ponderación de Niveles de Riesgo**

<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Rango de ponderación</b>
Riesgo Bajo	0-4
Riesgo Medio	5-8
Riesgo Alto	9-12
No Recomendable/Riesgo muy alto	>12

**6.- Datos**

Para determinar los altos valores de conservación, se utilizaron datos de diversas fuentes.

El Cuadro 3 describe los datos utilizados, así como las fuentes de obtención.

**Cuadro 3: Insumos utilizados para identificar los Altos Valores de Conservación**

	<b>Fuente</b>
<b>Centros Poblados</b>	INEI
<b>Red Hidrográfica</b>	ANA
<b>Áreas Naturales Protegidas</b>	SERNANP
<b>Cobertura de Bosque – No Bosque</b>	MINAM
<b>Cobertura Vegetal</b>	MINAM
<b>Tenencia de Tierra/Comunidades Nativas</b>	IBC
<b>Stocks de Carbono</b>	MINAM
<b>SRTM 90m</b>	CGIAR-CSI

### III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Finalizada la modelación climática, se obtuvieron los resultados para determinar la idoneidad climática de la castaña. Se creó una carpeta de resultados con múltiples archivos de salida para la especie en base a datos climáticos actuales. El archivo en extensión HTML contiene toda la información con los resultados del modelo, por lo cual es el más importante a analizar. La carpeta *plots* contiene todos los gráficos generados por el modelo en formato .png

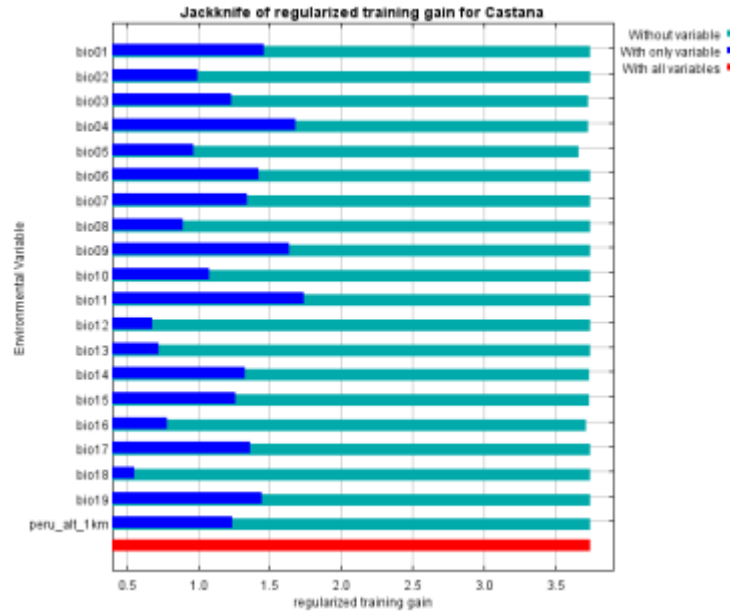
#### 1.- Definición de Umbral de idoneidad climática.

A partir de un determinado umbral se definió la idoneidad climática para la castaña. Se definió el umbral en base al valor resultante en el *10 percentile training presence*, ubicado en el archivo HTML. El rango dentro del cual se define el umbral va de 0 a 1. Para el caso de la castaña en base a condiciones climáticas de temperatura y precipitación, obtuvo un valor de 0.404. Es decir, todas las áreas con un valor inferior a 0.404, son consideradas no idóneas o no aptas para el cultivo de la especie en base a las condiciones climáticas. Áreas con valores mayores a 0.404 se consideran idóneas o aptas para el desarrollo de la especie.

#### 2.- Importancia de variables

Mediante el test de *Jackknife*, se obtuvo la importancia de cada variable climática en el modelamiento.

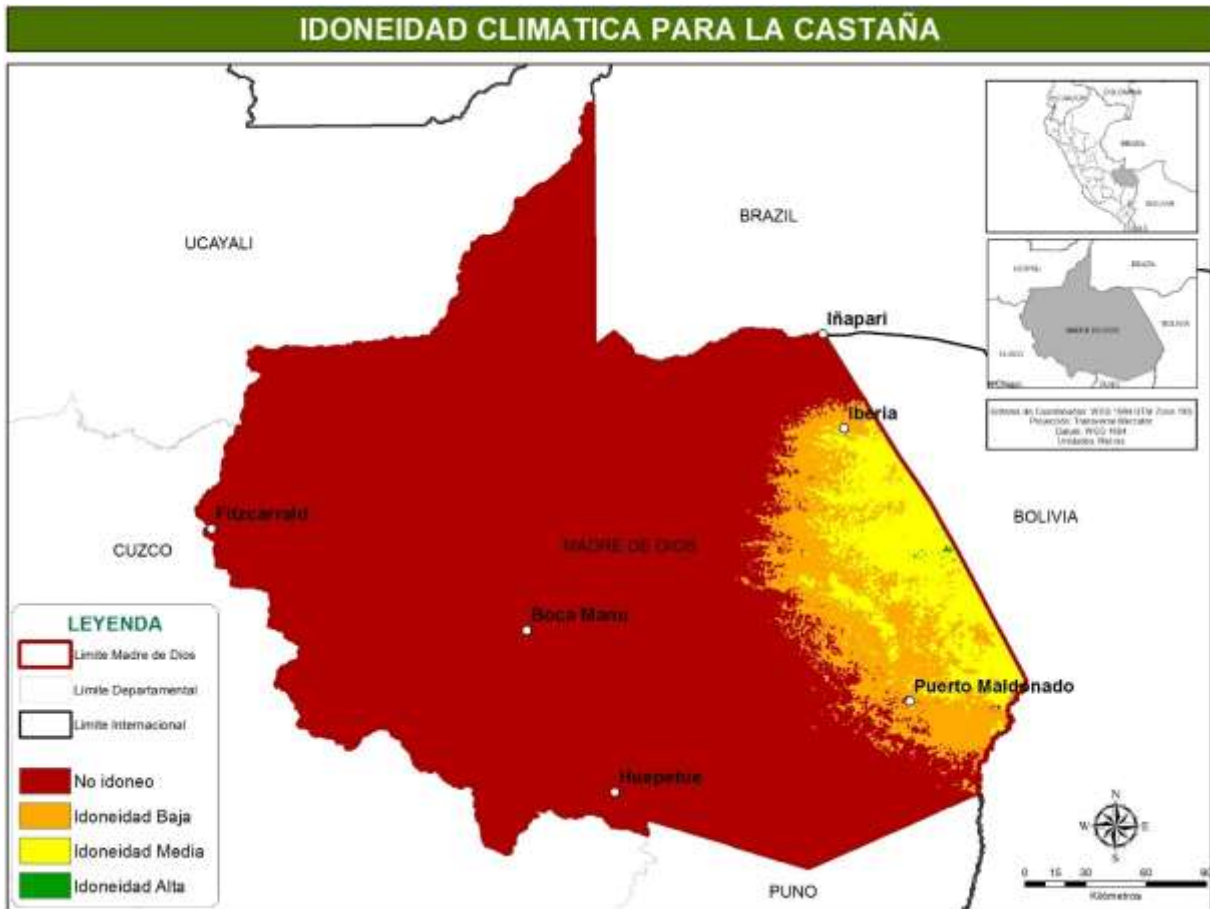
La barra de color azul representa la importancia de la variable en relación a todas las variables (barra roja). Mientras mayor sea la longitud de la barra azul, la importancia de esa variable climática será mayor sobre la distribución del cultivo. Como resultado se obtuvo que todas las variables tuvieron cierto grado de importancia en el modelo (por lo cual no se eliminó ninguna). Pero las variables relacionadas a temperaturas tuvieron una mayor influencia, probablemente esto se deba a que la castaña es muy sensible a las heladas y temperaturas climáticas extremas, por lo cual esta variable tiene mayor influencia que las relacionadas a la precipitación. A continuación, se indican los resultados del test de *Jackknife* para el cultivo de la castaña.



**Figura 8: Resultados del test de Jacknife para el cultivo de castaña en base a condiciones climáticas actuales.**

Una vez definidos los umbrales y la importancia de las variables, se elaboró la cartografía temática en ArcGis 10.2 para representar la idoneidad climática del cultivo de la castaña. Cabe indicar que los resultados no representan la distribución actual de la especie (*Maxent* toma los datos de presencia actual para realizar el modelamiento), sino las áreas idóneas (áreas aptas para el cultivo) en base a variables climáticas como temperatura y precipitación.





**Figura 9: Idoneidad Climática para el cultivo de la Castaña**

### 3.- Identificación de Altos Valores de Conservación

#### 3.1.- AVC 1: Diversidad de Especies

A partir de los indicadores y las fuentes de datos se obtuvieron tres **AVC 1**:

**A.- AVC 1.1: “Áreas de Protección”,** representa la ubicación de las áreas naturales protegidas (Figura 10). Dentro del departamento de Madre de Dios, se ubican seis áreas naturales protegidas, las cuales son descritas a continuación:

- ❖ Alto Purús. - El Parque Nacional Alto Purús se ubica en los distritos de Iñapari y Tambopata de las provincias de Tahuamanu y Tambopata respectivamente, del departamento de Madre de Dios y el distrito de

Purús, provincia de Purús, departamento de Ucayali. Posee una extensión de 2 510 694,41 hectáreas (equivalente casi al área del departamento de La Libertad). Fue creada el 18 de noviembre de 2004, mediante Decreto Supremo N° 040 2004 AG. Sus objetivos son Conservar una muestra representativa del bosque húmedo tropical y sus zonas de vida transicionales, los procesos evolutivos que en ellas se desarrollan, así como especies de flora y fauna endémicas y amenazadas. Proteger el área donde habitan indígenas voluntariamente aislados. Proteger los cursos de agua que se encuentran al interior del ANP. Desarrollar trabajos de investigación, educación y turismo. La fauna dentro del PNAP es muy diversa (más de 900 especies registradas) e incluye a poblaciones saludables de especies silvestres que en otros lugares están en declive. En cuanto a la flora se ha registrado la presencia de más de 2,500 especies. En el PNAP se conservan aún extensos territorios con caobas y cedros, especies muy depredadas en la selva amazónica..

- ❖ Amarakaeri. - La Reserva Comunal Amarakaeri (RCAM) está ubicada en los distritos de Fitzcarrald, Manú, Madre de Dios y Huepetuhe, provincia de Manú, departamento de Madre de Dios; y tiene una superficie de 402 335,62 hectáreas. Fue creada el 09 de mayo del 2002, mediante Decreto Supremo N° 031-2002-AG. Su establecimiento busca contribuir a la protección de las cuencas de los ríos Madre de Dios y Colorado, a fin de asegurar la estabilidad de las tierras y bosques para mantener la calidad y cantidad de agua, el equilibrio ecológico y un ambiente adecuado para el desarrollo de las comunidades nativas Harakmbut. La RCAM es una de las más grandes reservas comunales del país. Posee una alta variedad fisiográfica, compuesta por terrazas, colinas y montañas, en diversos pisos de selva alta y baja, con una gran variedad de ecosistemas y microclimas que brindan refugio a un enorme número de especies de fauna y flora, muchas de ellas en situación amenazada.

- ❖ Bahuaja Sonene.- Se ubica en el norte del departamento de Puno y en el sur este del departamento de Madre de Dios. Posee una extensión de 1 091 416,00 hectáreas. Fue creada el 17 de Julio de 1996 mediante Decreto Supremo N° 012-96-AG. Su presencia busca conservar un mosaico de hábitats que alberga una gran diversidad de flora y fauna, representada por elementos tanto del sur como del norte amazónico. El PNBS protege elementos únicos en el Perú, como la sabana húmeda tropical (Pampas del Heath), hábitat de especies como el ciervo de los pantanos y el lobo de crin, y las formaciones del valle del Candamo. En su interior se protege también los procesos culturales de la cultura Ese'jeja, etnia originaria y ancestralmente vinculada a estos territorios. Entre los hábitats que destacan dentro de Bahuaja Sonene están las Pampas del Heath, las cuales motivaron la creación de un santuario en 1983 para su conservación. El PNBS es el eslabón que conecta las áreas naturales protegidas del Perú con las de Bolivia (colinda con el Parque Nacional Madidi), en el propuesto Corredor de Conservación Vilcabamba Amboró.
- ❖ Manú. - El parque Nacional del Manu, está ubicado en las provincias de Paucartambo en el Cusco y Manú en Madre de Dios. Su extensión es de 1716295.22 hectáreas. Fué creado el 29 de mayo de 1973 mediante Decreto Supremo N° 0644-73 AG. Su establecimiento busca proteger una muestra representativa de la diversidad biológica, así como de los paisajes de la selva baja, de ceja de selva y de los Andes del suroriente peruano. El PNM protege una de las zonas más importantes del planeta en cuanto a la megadiversidad de especies biológicas. Desde 1977 el PNM cuenta con el estatus de Reserva de Biosfera, el cual fue otorgado por UNESCO. En sus fronteras se encuentra la Reserva Territorial de los grupos étnicos Kugapakori y Nahua, el Santuario Nacional Megantoni y la Reserva Comunal Amarakaeri. A su vez, en 1987 fue declarado Patrimonio Natural de la Humanidad. Gran parte del PNM es territorio indígena. Las comunidades de

los Yora, Mashko-Piro, Matsiguenka, Harakmbut, Wachipaeri y Yine habitan ancestralmente entre los bosques y ríos de estas selvas. Las comunidades nativas de Tayakome y Yomibato son reconocidas dentro del área. Ambas se ubican en la zona alta del río Manu. En el sector suroeste existe una asociación de agricultores conocida como Callanga. Además, en el sector noroeste adyacente al PNM (y en el interior) existe un número no determinado de poblaciones indígenas en aislamiento voluntario.

- ❖ Purús. - La Reserva Comunal de Purús, se encuentra ubicada en el distrito de Iñapari, provincia de Tahuamanu, departamento de Madre de Dios y el distrito de Purús, provincia de Purús, departamento de Ucayali. Su objetivo es conservar la diversidad biológica y el manejo sostenible de los recursos para beneficio de las poblaciones locales aledañas. Conformar el área de amortiguamiento del Parque Nacional Alto Purús, en el límite correspondiente. Posee una extensión de 202 033,21 hectáreas. Fue creada el 04 de septiembre del 2000, mediante Decreto Supremo N° 048-2000-AG.
- ❖ Tambopata.- La Reserva Nacional Tambopata (RNTMB) está ubicada al sur del río Madre de Dios en los distritos de Tambopata e Inambari de la provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios; y su extensión es de 274 690.00 hectáreas. La cuenca del río Tambopata presenta uno de los mayores índices de diversidad biológica en el mundo. La RNT se ubica en la zona media y baja de esta cuenca, vecina a la ciudad de Puerto Maldonado. Entre sus ecosistemas más comunes se encuentran los aguajales, los pantanos, los pacales y los bosques ribereños, cuyas características físicas permiten a los pobladores locales el aprovechamiento de los recursos naturales. Se ubica además de manera contigua al Parque Nacional Bahuaja Sonene que la rodea íntegramente por el sur, formando con este una unidad de protección de alta importancia para el país. La RNTMB alberga hábitats principalmente acuáticos que son usados como paraderos de más de 40 especies de aves migratorias transcontinentales.

En la reserva nacional se protege importantes especies consideradas en vías de extinción y le ofrece al turismo un destino privilegiado para la observación de la diversidad de flora y fauna silvestre. En la zona de amortiguamiento se encuentran las comunidades nativas de Palma Real, Sonene e Infierno pertenecientes al grupo etnolingüístico Ese' Eja; y la comunidad nativa Kotsimba del grupo etnolingüístico Puquirieri.



**Figura 10: Áreas Naturales Protegidas de Madre de Dios.**

**B.- AVC 1.2:** “Distribución de especies” (Figura 17), representa las áreas que contienen poblaciones viables de especies presentes bajo patrones de distribución natural y abundancia que se encuentren restringidos y que poseen un nivel de amenaza. Se encontraron seis especies representativas:

*Atelopus Spumarius*. - Está considerada como una especie vulnerable por la IUCN. Sólo se presenta en la Amazonía de Perú, Colombia y Brasil. Su hábitat se encuentra amenazado debido a la pérdida del bosque por actividades agrícolas y tala.



**Figura 11: *Atelopus Spumarius***

*Tremarctos Omatus*: Conocido como Oso de Anteojos u oso andino (Figura 12). Es una especie endémica de los Andes Tropicales en países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. En Perú se encuentra en los bosques andinos y en la vertiente occidental de los Andes Centrales. Se encuentra en el Apéndice I de la CITES, en estado vulnerable para la IUCN y en peligro según la legislación del Perú (OSINFOR 2011). La cacería del oso andino se da debido a que los pobladores de las zonas aledañas lo ven como un peligro para sus cultivos y ganado, así como una forma de ganar dinero utilizándolo como materia prima para medicinas, venta de piel o amuletos (Figueroa 2015).



**Figura 12: *Tremarctos Omatus***

*Mazama chunyi*.- Conocido como chuñi o corzuela enana. La especie se presenta al sur del Perú (Junín, Cuzco y Puno) y al norte de Bolivia. Recientemente se ha reportado al

sur del Manu. Su población ha declinado en más de 40% en un período de 10 a 14 años. Por lo cual es considerada en estado vulnerable. La destrucción de su hábitat se debe a actividades de ganadería y agricultura por comunidades locales. Se considera que las plantaciones de coca son perjudiciales para la especie, así como la actividad minera y construcción de carreteras.



**Figura 13: Mazama chunyi**

Callimico Goeldi. - Su hábitat ocurre en áreas con presencia de bosques mixtos con bamboo y varillales en Brasil, Colombia y Perú. En Madre de Dios está presente sólo en el Parque Nacional del Manu.



**Figura 14: Callimico Goeldi**

Blastocerus dichotomus. - Conocido como Ciervo de los Pantanos. Se ubica en Argentina, Brasil, Paraguay y Perú. En Madre de Dios está presente en pequeños números

en las Pampas del Heath. El decline en su población se debe a la caza furtiva, así como la fragmentación y desaparición de su hábitat (pantanales).



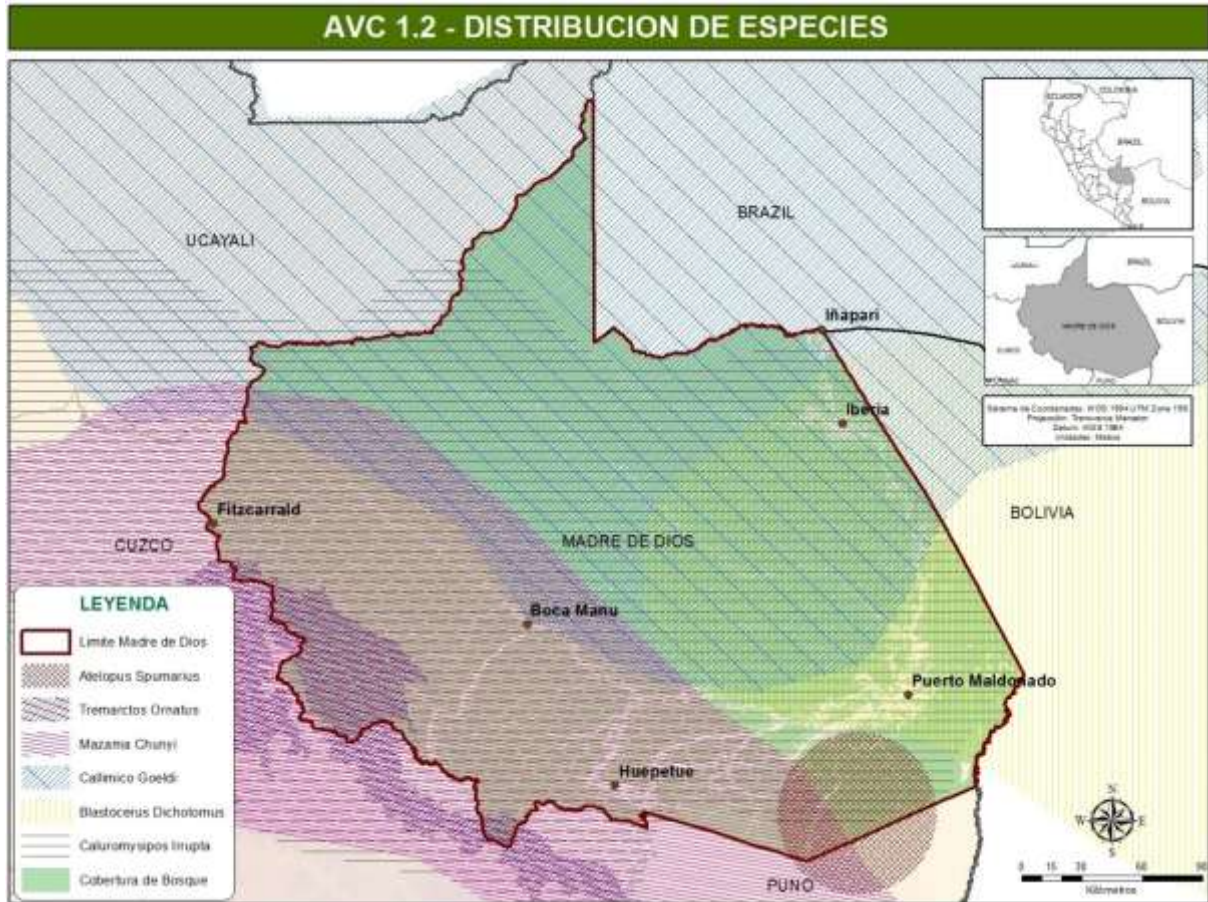
**Figura 15: Blastocerus dichotomus**

Caluromysipos irrupta. - Es nativa de Brasil, Colombia y Perú. No está muy bien registrada, pero se estima que han sido observadas alrededor de 30 especímenes, debido a que es una especie de hábitos nocturnos y sus áreas están restringidas a las partes altas de los árboles. Se indica que está amenazada por la destrucción de su hábitat debido a la tala de árboles.



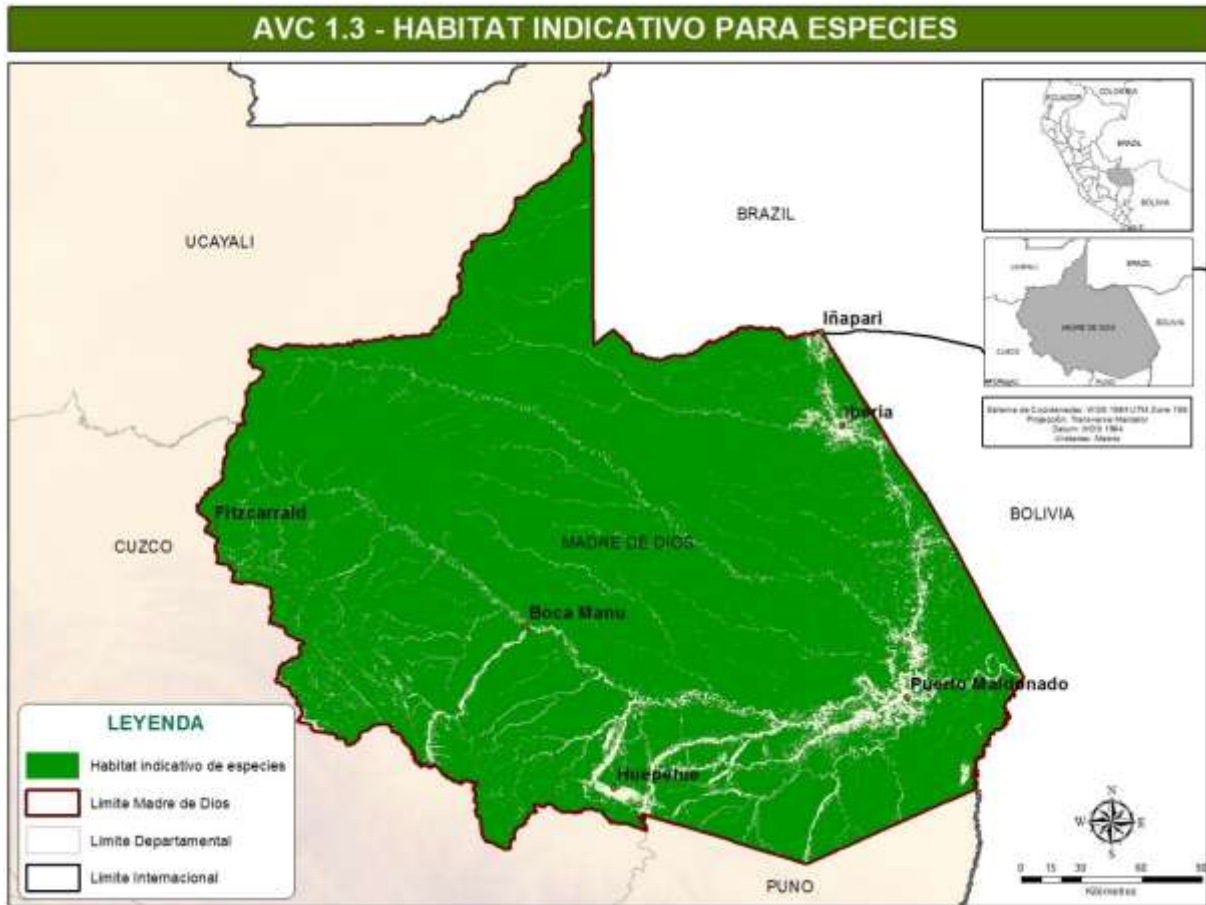
**Figura 16: Caluromysipos irrupta**





**Figura 17: Áreas de distribución de especies.**

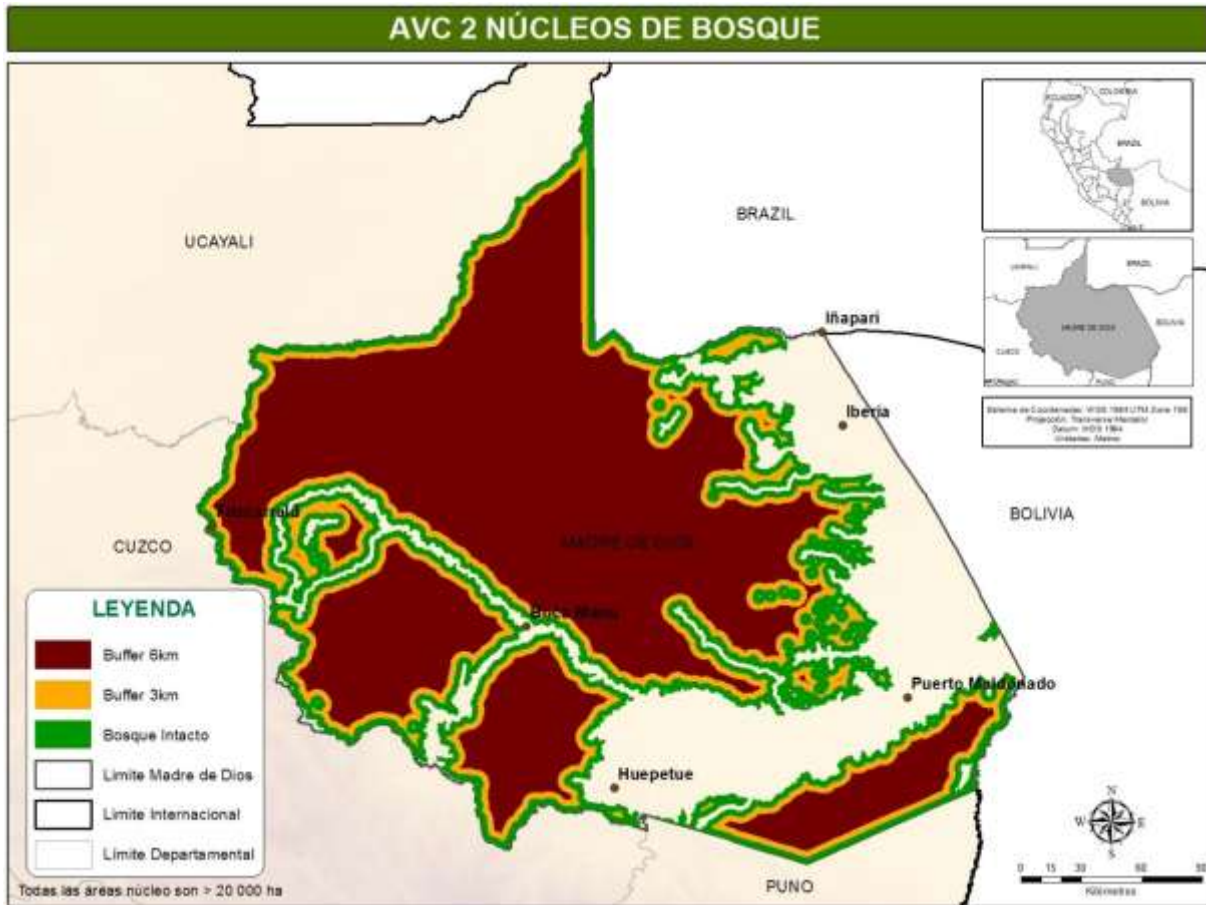
**C.- AVC 1.3: “Hábitat indicativo para especies”** (Figura 18). Se obtuvo como resultado de la intersección del área de cobertura de áreas de bosque con las áreas de distribución de las cuatro especies descritas en AVC 1.2.



**Figura 18: Hábitat indicativo para especies**

### 3.2.- AVC 2: Ecosistemas y Mosaicos a escala de paisaje

Luego de aplicar dos buffers internos de 3 km y 6 km, se obtuvieron las áreas núcleo del bosque. Cabe indicar, que las áreas núcleo obtenidas fueron mayores a 20 000 ha. Se considera que estas áreas son las que estarían mejor conservadas debido a la poca o nula perturbación que han sufrido.



*Figura 19: Zona núcleo del bosque*

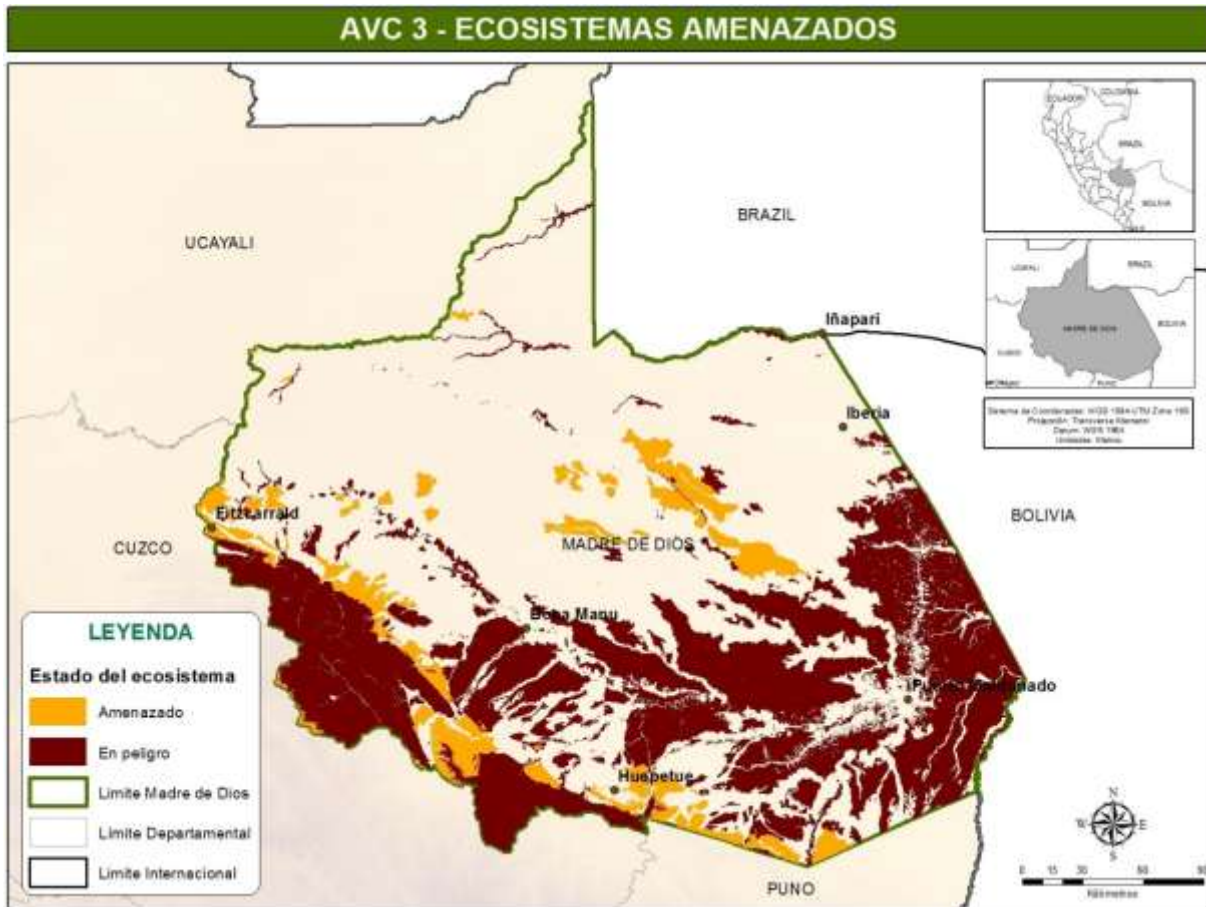
### 3.3.- AVC 3: Ecosistemas y hábitats

Para el caso del AVC 3, se identificaron los ecosistemas en peligro y vulnerables. Se encontró que muchos de los ecosistemas amenazados y en peligros, están ubicados a lo largo de centros poblados y zonas donde se realiza la minería aurífera.

**Cuadro 4: Situación de los ecosistemas/hábitats presentes en Madre de Dios.**

<b>Ecosistema</b>	<b>Situación</b>	<b>Área (ha)</b>
Bosque de montaña con paca	Amenazado	21.28
Lagunas, lagos y cochas	En peligro	4,183.00
Pacal	Amenazado	5,548.00
Pajonal andino	Amenazado	6,409.00
Sabana hidrofítica con palmeras	En peligro	6,631.00
Bosque de montaña altimontano	En peligro	7,006.00
Vegetación de isla	En peligro	15,600.00
Bosque de terraza baja con castaña	En peligro	18,570.00
Bosque de montaña montano	En peligro	61,560.00
Bosque de montaña basimontano con paca	En peligro	83,870.00
Bosque de terraza baja con paca	En peligro	95,710.00
Bosque de llanura meándrica	En peligro	106,400.00
Bosque inundable de palmeras	En peligro	139,100.00
Bosque de montaña	En peligro	190,900.00
Bosque de colina baja con castaña	En peligro	205,800.00
Bosque de colina alta con paca	Amenazado	205,900.00
Bosque de colina alta	Amenazado	294,700.00
Bosque de montaña basimontano	En peligro	300,600.00
Bosque de terraza alta	En peligro	573,000.00
Bosque de terraza alta con castaña	En peligro	860,400.00





**Figura 20: Ecosistemas amenazados**

### 3.4.- AVC 4: Servicios Ecosistémicos

Partiendo de los indicadores y fuentes de datos, se identificaron dos servicios ecosistémicos principales. A continuación, se describen los resultados:

**A.- Funciones Hidrológicas.** - Partiendo de la capacidad que poseen algunos ecosistemas de brindar funciones hidrológicas, se determinó que en el área de estudio estuvieron presentes seis tipos de bosque que proveen este tipo de servicio ecosistémico.

- Bosque inundable de palmeras.
- Bosque nublado
- Bosque de llanura meándrica
- Lagunas, lagos y cochas
- Sabana hidrofítica con palmeras

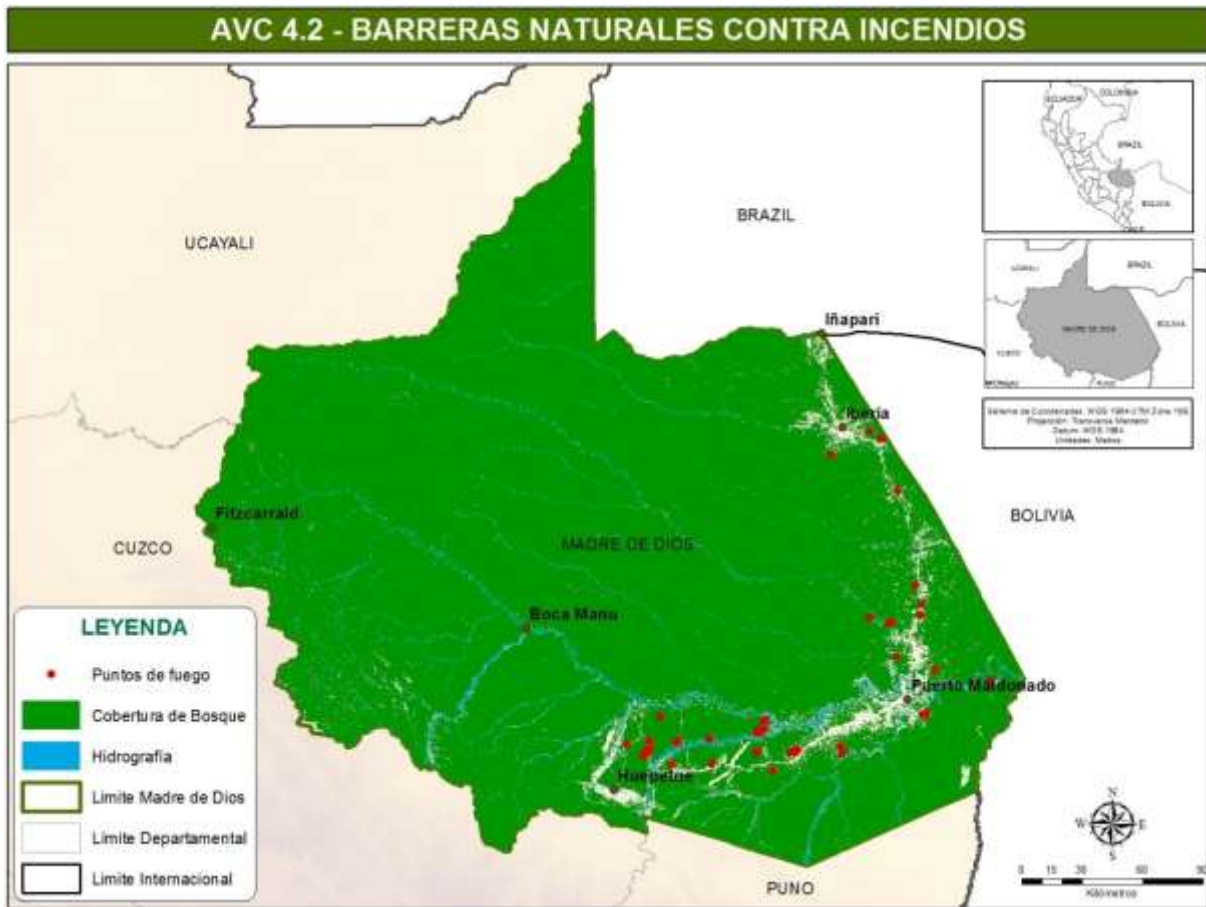
- Vegetación de Isla

Cabe indicar que algunos de estos ecosistemas se encuentran amenazados y en peligro, por lo que en base a la guía genérica de HCV, automáticamente su situación se convertiría en crítica debido a que son proveedores de servicios hidrológicos.



**Figura 21: Funciones Hidrológicas**

**B.- Barreras de fuego naturales.** - En este caso se ubicaron puntos de incidencia de incendios, localizados en zonas cercanas a centros poblados; amenazando a las comunidades, infraestructura y a otros altos valores de conservación. Se observa en la Figura 22 que la cobertura de Bosque (color verde) estaría actuando como una barrera natural ante la aparición de incendios, cumpliendo su función de protector natural contra eventos de este tipo.

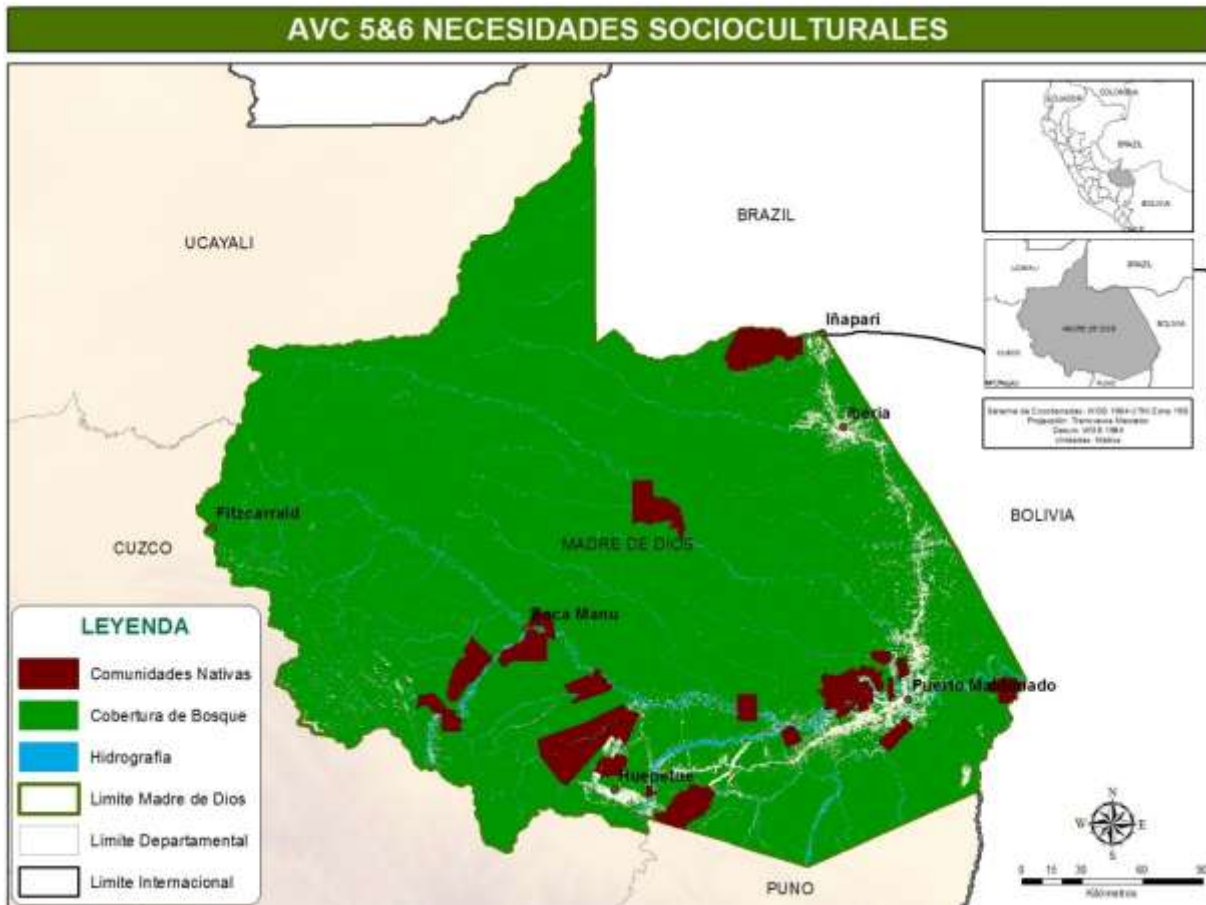


**Figura 22: Barreras de fuego naturales**

### 3.5.- AVC 5 & 6: Necesidades de la Comunidad y Valores Culturales

Los últimos dos AVC 5 y 6 fueron resultado del cruce de la información de localización de comunidades nativas y de cobertura de bosques (Figura 23). Se partió del supuesto que las comunidades nativas utilizarían los servicios que brinda el bosque para su beneficio, ya que este es fundamental para satisfacer sus necesidades básicas. Además, también se consideró el uso sagrado o tradicional del bosque por parte de las comunidades.

A través de esta superposición de información, se encontraron 24 comunidades nativas.



**Figura 23: Necesidades socioculturales**

### 3.6.- Stocks de Carbono

Las concentraciones más elevadas de carbono (colores rojos y naranjas) se situaron (como era de esperarse) en áreas con alta cobertura de bosques. Estas áreas también coincidieron con paisajes de bosques intactos y núcleos de bosque (vistos en AVC 2). Las áreas con baja concentración (color verde) están presentes en áreas cercanas a centros poblados y en áreas donde se asientan actividades extractivas como la minería aurífera.





**Figura 24: Stocks de Carbono**

#### **4.- Indicadores de Riesgo para Altos Valores de Conservación**

Por lo descrito anteriormente para los seis AVC, se llevó a cabo un cruce de información ponderando cada AVC para determinar el nivel de riesgo que representa.

Las áreas coloreadas de verde, representan zonas de bajo riesgo y están restringidas a zonas donde se asientan centros poblados, y donde se llevan a cabo actividades de minería como en Huetpetu.

Las áreas de riesgo medio, representadas de color amarillo, son casi inexistentes, se identificaron cerca a Iberia y en las áreas colindantes a zonas de bajo riesgo.

Las áreas coloreadas en naranja, representan zonas de alto riesgo, y estuvieron concentradas en su mayoría hacia las zonas cercanas a Iñapari e Iberia.

Las áreas coloreadas de rojo, representan zonas no recomendables o con un riesgo muy elevado, representaron casi la totalidad del departamento. En estas áreas se debería de evitar actividades que no estén relacionadas a la conservación y mantenimiento de los ecosistemas, debido a que representan áreas con altos valores de conservación.



Figura 25: Indicadores de Riesgo para Altos Valores de Conservación.

### 5.- Indicadores de Riesgo para Idoneidad Climática de la Castaña

Mediante el cruce de información de riesgo para AVC con el mapa de idoneidad climática, se identificaron las zonas de riesgo para el cultivo de la castaña. Aquí cabe indicar que, al ser la castaña un producto que crece naturalmente en algunas zonas, brinda sustento a comunidades que dependen de sus frutos y de su comercialización, así como ser consideradas una especie importante para la conservación, no se considera que las zonas de riesgo alto para AVC representen zonas donde no se deba cultivar la castaña. Al

contrario, en estas zonas, son necesarias actividades dedicadas a la conservación y mantenimiento del bosque y el cultivo de la castaña es una de ellas. Mediante una superposición de los ecosistemas donde se presenta la castaña naturalmente con las áreas de idoneidad climática media y alta, se obtuvieron zonas que presentarían oportunidades para una mayor producción. Gran parte de estas áreas ya pertenecen a zonas concesionadas para el cultivo, existiendo algunas que aún no lo están. Las concesiones de castaña representan aproximadamente un 30% del área de Madre de Dios, en su mayoría las zonas de producción están ubicadas en los alrededores de Tahuamanu, encontrándose de forma natural asociadas con otras especies arbóreas existentes.

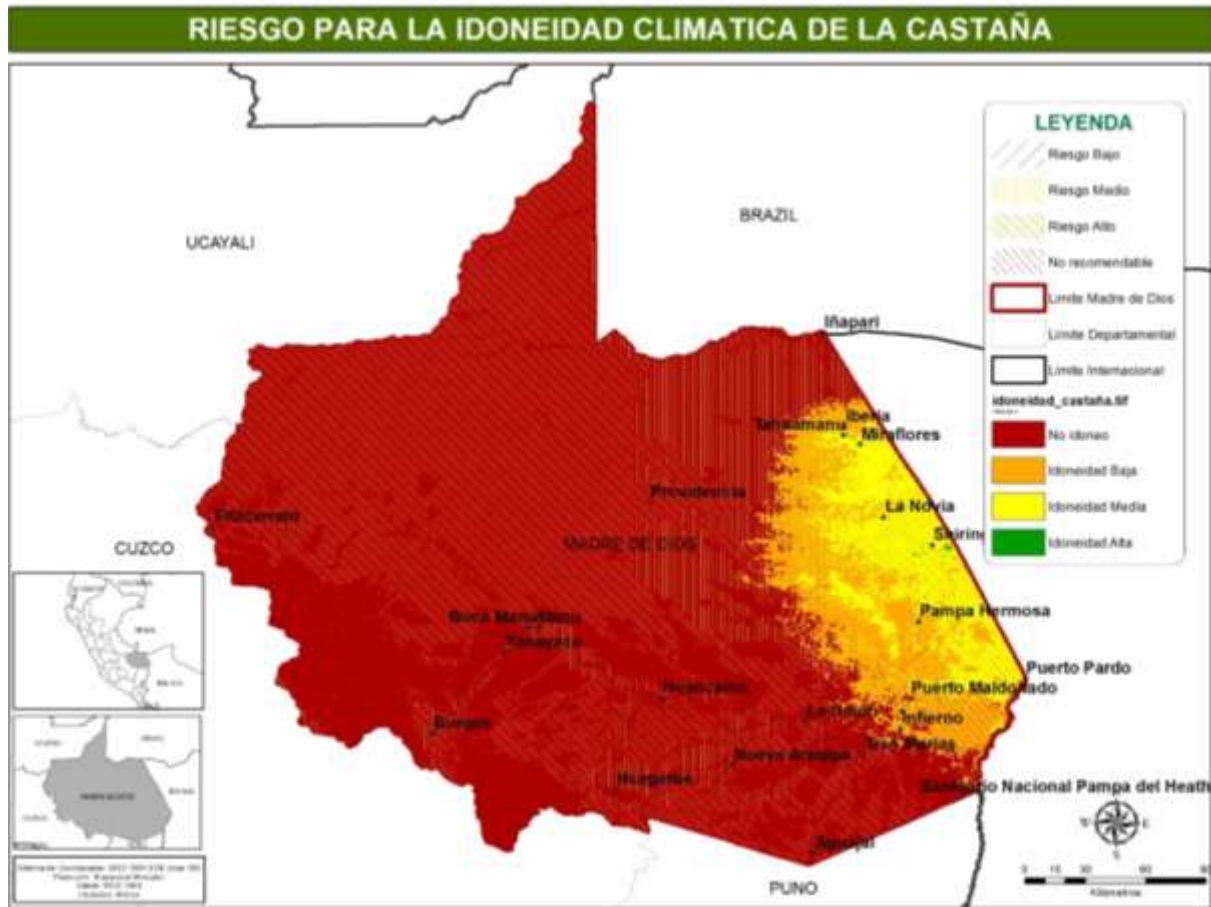


Figura 26: Indicadores de Riesgo para Idoneidad Climática de la Castaña

## 6.- Mapeo de Oportunidades

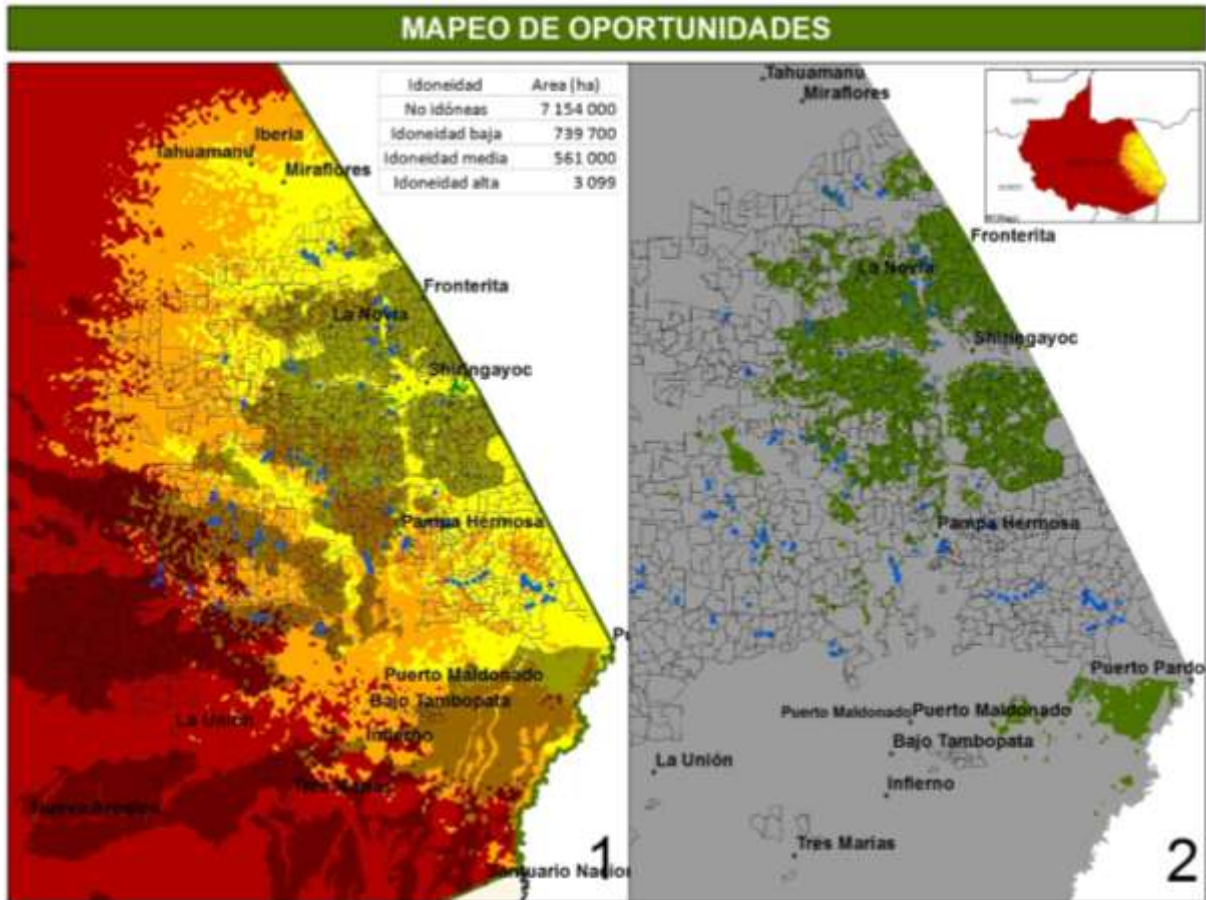
Entre un 22 y 30% de la población de Madre de Dios, obtienen sus ingresos directa o indirectamente del comercio de la castaña. Algunos estudios indican que los

recolectores de la nuez de la castaña, finalizan la actividad de recolección en tres meses generando un promedio de 67% de su ingreso anual bruto. Esto representa 6, 410 dólares americanos por recolector lo que equivale a un promedio de 534 dólares por mes. Esto por un lado representa una oportunidad de ingreso para ellos, pero no representa un mercado atractivo para las instituciones financieras, debido al tiempo limitado de ingresos. Mediante un fortalecimiento de las asociaciones de castañeros se podría lograr una mayor estabilidad económica y financiera.

Por otro lado, dentro de las concesiones de castaña, también se encuentran algunas especies de madera que son altamente comercializables, lo cual proveería de un ingreso mayor a los concesionarios, siempre y cuando la extracción sea llevada a cabo por ellos mismos y no por terceros y se limite a una determinada cantidad que no implique una baja en la recolección de las semillas de castaña. Unificar los cultivos de castaña (los cuales se regeneran naturalmente) con la actividad maderera proveería de un sistema integrado del bosque, logrando no sólo el beneficio económico del castañero, sino conservando mediante un manejo forestal sostenible.

Adicionalmente, se observó que las áreas donde está presente la castaña, tanto en concesiones en ecosistemas naturales y áreas idóneas para su cultivo, poseen elevadas cantidades de carbono. Esto es ampliamente beneficioso ya que estas áreas actúan como grandes almacenes de carbono ofreciendo una oportunidad para acceder a beneficios de pagos por servicios ambientales por conservar los bosques de castaña.

La figura 27 .1 muestra la ubicación de concesiones de castaña en áreas con idoneidad climática alta (áreas de color rojo), media (áreas de color naranja) y baja (áreas de color verde). 2: indica las áreas potenciales en las cuales el cultivo de castaña podría tener mayor éxito, considerando la idoneidad climática y los ecosistemas donde se ubica naturalmente. Los puntos azules representan la presencia de árboles de castaña, muchos de los cuales se ubican fuera de las zonas de idoneidad climática.



**Figura 27: Mapeo de Oportunidades**

### 7.- Taller de Presentación del Plan de Conservación de la Castaña en el Perú.

El taller se llevó a cabo el día 25 de octubre del 2016 a horas 4.00 pm, en la sede del IIAP en la ciudad de Puerto Maldonado, Madre de Dios. El taller tuvo como finalidad presentar los resultados previos del Desarrollo de un plan de conservación de castaña en base al mapeo de riesgos y oportunidades en la región de Madre de Dios, con el fin de que los actores involucrados puedan enriquecer el estudio a través de sus percepciones y conocimiento local de la zona.

Se contó con la presencia del Director General del IIAP Ing. Ronald Corvera, así como con seis asistentes representantes y presidentes de asociaciones castañeras. El taller tuvo una duración de 2 horas, dentro de las cuales se realizó una presentación a cargo de la Geo. Victoria Espinoza y del Ing. Gilber Martínez. La presentación se basó en mostrar los resultados previos del Mapeo de Riesgos y Oportunidades en la región de Madre de Dios,



utilizando modelamiento de idoneidad climática para la castaña y aplicación de la metodología de Altos Valores de Conservación o HCV (por sus siglas en inglés).

Al finalizar la presentación, se generaron una serie de preguntas, comentarios y recomendaciones descritas a continuación:

- a. La jefa de Acopio de Manutata, Srta. Katherine Bravo, indicó que sería pertinente incluir información acerca de la productividad en base a características edafológicas del suelo, y unirlas a la información climática, debido a que considera que las características edafológicas cuentan con importancia relevante para la producción y rendimiento de la castaña.
- b. A partir del comentario del punto b., se generó una discusión acertada acerca del tema de idoneidad climática para la castaña, en la cual el Ing. Ronald Corvera, dio alcances muy pertinentes y actualizados. Indicó que, para el tema de suelos, sería importante generar información para el tema de la erosión en Madre de Dios, destacando el uso del Modelo de Elevación Digital junto con información de textura del suelo y otras variables, lo cual nos podría dar un mayor alcance la erosión utilizando la ecuación universal de pérdida de suelos (RUSLE).
- c. El punto más relevante fue la información referida por el Ing. Corvera, acerca de la ubicación de castañales en la zona del VRAE, los cuales cuentan con mayor rendimiento y mayor densidad que las zonas de concesiones de castaña en Madre de Dios, además indicó que existen otras zonas como Loreto, San Martín y Ucayali en donde la castaña produce con condiciones climáticas diferentes, una variedad de individuos con mayor rendimiento y densidad.
- d. Otro tema clave que se generó en la discusión fue incluir en el análisis de riesgo la construcción de las carreteras y el avance de la red vial en las zonas donde se produce la castaña. También se comentó como experiencia de uno de los asistentes, que en las concesiones de su padre se generó el problema de apertura de nuevas vías que ha traído como consecuencia no sólo una baja en la recolección de la semilla de castaña sino el cambio de esta actividad a una extractiva, que en

este caso sería la extracción y venta de especies maderables encontradas en sus concesiones, lo cual ha generado mayores ingresos que la venta de castaña.

- e. El Sr. Martín Huaypuna Flores presidente del AFIMAD, expuso sus inquietudes referidas a la necesidad que ellos tienen de mejorar las condiciones de los castañeros y que necesitan programas y proyectos que estén enfocados en mejorar la productividad de la castaña, debido a que en los últimos años ha observado una gran baja en la recolección, llegando a recolectar por temporada sólo 1 barrica.
- f. Finalmente se habló del tema de diversidad genética y el interés en conocer cuál de las variedades genéticas que se presentan en la zona de Madre de Dios contaría con una mejor idoneidad climática para obtener altos rendimientos. En las investigaciones realizadas por el IIAP, se ha encontrado que existirían tres variedades de castaña, debido a que la castaña encontrada en Manu, difiere de la castaña encontrada en Tahuamanu y esta a su vez difiere de la encontrada en Tambopata.
- g. Adicionalmente, se habló acerca de los 170 puntos de ubicación del árbol de castaña, los cuales están sesgados a individuos plus (individuos seleccionados por ser los mejores). Estos puntos no incluyen por lo tanto árboles de castaña que crecen con características diferentes a los mejores individuos (plus), por lo que se recomendó incluir en el modelo información de árboles de castaña sin la presencia de ese tipo de sesgos.
- h. Surgió la idea de acoplar este tipo de estudios a las investigaciones que está llevando a cabo el IIAP para la castaña en Madre de Dios, y así validar nuestros resultados además de comprobar que las zonas en donde están las concesiones se encuentran ubicadas en lugares idóneos.

#### **IV.- CONSIDERACIONES FINALES**

Todas las variables climáticas contaron con influencia sobre el modelamiento. Sin embargo, existieron algunas que mostraron mayor influencia, sobre todo las variables relacionadas a la temperatura.

Las zonas con mayor idoneidad climática (media y alta) para los cultivos de castaña coinciden en algunas partes con áreas concesionadas para el cultivo de la castaña, sobre todo las que se encuentra entre Iberia y Puerto Maldonado. Esto demostraría la capacidad que posee el software *Maxent* basado en características climáticas para indicar las posibles áreas idóneas en las cuales los cultivos mencionados podrían tener mayor éxito. Pero también, se observó la presencia de áreas concesionadas en zonas no idóneas para su cultivo.

Cabe resaltar, que *Maxent* modela tomando como referencia puntos de presencia del cultivo, variables climáticas y datos de elevación. No representa las zonas donde se lleva a cabo el cultivo, sino donde de acuerdo a las características climáticas sería más viable.

Consideramos que estos resultados son referenciales y pueden servir como una guía para el establecimiento de nuevas áreas con cultivos de castaña con probabilidades de mayor éxito en su producción tomando como base las variables climáticas, pero en ningún caso se deberían considerarse como definitivos. La distribución actual obedece no sólo a factores climáticos sino también a factores sociales, culturales, históricos y económicos.

En el presente trabajo se ha discutido la presencia de seis Altos Valores de Conservación y presencia de stocks de carbono. Dentro de los cuales, algunos como 1 y 4 poseen más de un AVC. La falta de algunos AVC como por ejemplo el riesgo de erosión no fueron abordados debido a la falta de información detallada que garantice un resultado adecuado.

Lo datos utilizados para el presente estudio, han tomado como base información espacial utilizada por instituciones y organismos nacionales e internacionales que trabajan en los temas de conservación y medio ambiente. Por lo cual la calidad de estos es considerada la adecuada para llevar a cabo un estudio de este tipo.

Madre de Dios es considerado un departamento que posee una invaluable diversidad biológica, social y cultural. Eso se vio reflejado en los resultados del Mapa de Riesgo de AVC en el cual más de 70% del área se identificó como zona de Alto Riesgo, en



las cuales cualquier tipo de actividad no sostenible NO debería llevarse a cabo. Lamentablemente el aumento de algunas actividades extractivas como la minería, amenazan los servicios que ofrecen los bosques, así como a las comunidades nativas que se ubican dentro de ellos y que en gran medida dependen de los productos que este les ofrece.

El cultivo de la castaña, se convierte en una actividad bastante rentable y sobre todo sostenible, ya que es considerada una especie importante para las estrategias de conservación y desarrollo de los bosques, así como para el mantenimiento de la diversidad biológica en la Amazonía. Sirve de sustento a muchas comunidades, las cuales, mediante las concesiones, aprovechan sostenidamente el recurso.

## VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asner, G. P., D. E. Knapp, R. E. Martin, R. Tupayachi, C. B. Anderson, J. Mascaro, F. Sinca, K. D. Chadwick, S. Soutsan & M. Higgins (2014) The high-resolution carbon geography of Peru. *Carnegie Airborne Observatory and the ministry of environment of Perú*.
2. Busby, J. (1991) BIOCLIM-a bioclimate analysis and prediction system. *Plant Protection Quarterly (Australia)*.
3. Carpenter, G., A. Gillison & J. Winter (1993) DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity & Conservation*, 2, 667-680.
4. Figueroa, J. (2015) Interacciones humano-oso andino *Tremarctos ornatus* en el Perú: consumo de cultivos y depredación de ganado. *Therya*, 6, 251-278.
5. Hernandez, P., I. Franke, S. Herzog, V. Pacheco, L. Paniagua, H. Quintana, A. Soto, J. Swenson, C. Tovar & T. Valqui (2008) Predicting species distributions in poorly-studied landscapes. *Biodiversity and conservation*, 17, 1353-1366.
6. Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones & A. Jarvis (2005a) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25, 1965-1978.

7. Hijmans, R. J. & C. H. Graham (2006) The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global change biology*, 12, 2272-2281.
8. Hijmans, R. J., L. Guarino, A. Jarvis, R. O'brien, P. Mathur, C. Bussink, M. Cruz, I. Barrantes & E. Rojas (2005b) Diva-GIS version 5.2. *Published on the Internet* <http://diva-gis.org>.
9. Jobe, R. T. & B. Zank (2008) Modelling species distributions for the Great Smoky Mountains National Park using Maxent.
10. Mateo, R. G., A. Felicísimo & J. Muñoz (2011) Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 84, 217-240.
11. Morales, N. (2012) Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Conservación Ambiental*, 2.
12. OSINFOR. 2011. Fichas técnicas de mamíferos representativos de la Amazonía Peruana. Loreto, San Martín y Madre de Dios., ed. O. d. S. d. I. R. F. y. d. F. Silvestre, 51.
13. P. Anderson, R., M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li & L. G. Lohmann (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29, 129-151.
14. Pearson, T. R., S. L. Brown & R. A. Birdsey (2007) Measurement guidelines for the sequestration of forest carbon.
15. Phillips, S. J., R. P. Anderson & R. E. Schapire (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190, 231-259.
16. Phillips, S. J. & M. Dudík (2008) Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161-175.
17. Smit, H. H., E. Meijaard, C. van der Laan, S. Mantel, A. Budiman & P. Verweij (2013) Breaking the link between environmental degradation and oil palm expansion: a method for enabling sustainable oil palm expansion. *PloS one*, 8, e68610.

18. Walther, G.-R., E. Post, P. Convey, A. Menzel, C. Parmesan, T. J. Beebee, J.-M. Fromentin, O. Hoegh-Guldberg & F. Bairlein (2002) Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389-395.
19. Young, N., L. Carter & P. Evangelista (2011) A MaxEnt model v3. 3.3 e tutorial (ArcGIS v10). *Fort Collins, Colorado*.
20. Zapata-Caldas, E., A. Jarvis, J. Ramirez & C. Lau (2012) Potenciales impactos del Cambio Climático en cultivos andinos. *Lima-Quito: CONDESAN, SGCAN*. 69p.

ANEXO 1

Ficha de Registro del Taller de Difusión en Puerto Maldonado

RELACION DE PARTICIPANTES.

Nombres y Apellidos	Cargo	Institución	Teléfono	Correo electrónico
1. MARTÍN HUAYPUNA FLORES	Presidente	AFFIMOD	982786620	pincedirigene@hotmail.com
2. Shirley Alasillo Dymitina	Asistente	EL PRO CAMO	966949566	Shirley7707@hotmail.com
3. Miguel Zamalloa Condori	Presidente	RONA	941670026	miguel.zamalloa@gmail.com
4. Carlo S. Calvo Aguirre	Administrador	Condor totum spc	976322685	CarloCalvo@gmail.com
5. Gilber R. Martinez	Especialista	—	982.694.474	Gilberpiniz@yahoo.es
6. Luis Delgado Andara	Asesor	Provincia	959-79711	luisdelgado2011@hotmail.com
7. Katherine Bruce P.	Info Asesor	Municipalidad SMO	956864072	KatherineBruce@gmail.com
8. Susai Verjan Quispe	Asistente	—	942733558	oslinca814@gmail.com
9.-				
10.-				
11.-				
12.-				
13.-				
14.-				