



CIES  
consorcio de investigación  
económica y social



# USO DE LA TIERRA, COMUNIDADES Y ÁREAS PROTEGIDAS EN LA AMAZONÍA BAJA PERUANA: APLICACIÓN DE UN ENFOQUE MULTINIVEL

## INFORME FINAL

A1-PB Loreto-T21-08-2015

Javier Montoya, Carlos Zumaeta

Agosto 2016

### Auspicio:



Global Affairs  
Canada

Affaires mondiales  
Canada

Canada



IDRC | CRDI

International Development Research Centre  
Centre de recherches pour le développement international

Canada



FUNDACION  
M.J. BUSTAMANTE DE LA FUENTE  
Lima - Perú

## Contenido

<b>1. Introducción</b> .....	4
<b>2. Modelo Teórico</b> .....	7
<b>3. Aspectos metodológicos</b> .....	9
3.1. Área del estudio.....	9
3.2. Muestreo .....	10
3.3. Análisis de los datos.....	13
<b>4. Resultados y discusión</b> .....	18
4.1. Estadísticas descriptivas.....	18
4.2. Modelos econométricos.....	21
4.3. ¿En qué comunidades la demanda por tierras clareadas es mayor?.....	24
4.4. Viabilidad económica del manejo cíclico de purmas: una primera aproximación	27
<b>5. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	28
<b>6. Plan de incidencia</b> .....	31
<b>7. Referencias bibliográficas</b> .....	33
<b>Anexo 01.</b> Comunidades rurales consideradas en el estudio .....	41
<b>Anexo 02.</b> Revisión de aplicaciones de modelos multinivel en el análisis de decisiones sobre el uso de la tierra .....	42
<b>Anexo 03.</b> Matriz de correlación entre las variables consideradas en el modelo .....	44
<b>Anexo 04.</b> Jefes del hogar por género y comunidad .....	45
<b>Anexo 05.</b> Ranking de las comunidades por su contribución a la demanda de tierras clareadas.....	46

## Índice de figuras

<b>Figura 01.</b> Cuenca del Nanay y comunidades consideradas en la muestra.....	9
<b>Figura 02.</b> Contribución estimada de las comunidades a la demanda por tierras clareadas .....	26

## Índice de tablas

<b>Tabla</b>	<b>01.</b> Estratos, población y tamaño estimado de la muestra .....	11
<b>Tabla</b>	<b>02.</b> Distribución de la muestra.....	12
<b>Tabla</b>	<b>03.</b> Potencia de la muestra .....	13
<b>Tabla</b>	<b>04.</b> Variables de los modelos .....	16
<b>Tabla</b>	<b>05.</b> Estadísticos descriptivos .....	20
<b>Tabla</b>	<b>06.</b> Modelos econométricos .....	22
<b>Tabla</b>	<b>07.</b> Rentabilidad de las actividades con potencial a ser promovidas en la cuenca del Nanay .....	28
<b>Tabla</b>	<b>08.</b> Cronograma del Plan de incidencia.....	32

## Lista de abreviaturas, acrónimos y unidades

ACR	Área de Conservación Regional
AIDSESP	Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana
ANP	Áreas Naturales Protegidas
° C	Grados centígrados
CIES	Consortio de Investigación Económica y Social
COFOPRI	Organismo de Formalización de la Propiedad Informal
COICA	Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Amazonía Peruana
Ha	Hectáreas
IBC	Instituto del Bien Común
IIAP	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INRENA	Instituto Nacional de los Recursos Naturales
km	Kilómetros
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
NCI	Naturaleza y Cultura Internacional
ONG	Organización No Gubernamental
PFNM	Productos Forestales No Maderables
RN	Reserva Nacional
S/.	Soles
Sernanp	Servicio Nacional de Áreas Protegidas

## 1. Introducción

Debido a su relevancia global, el análisis de las trayectorias de los usos del suelo en la Amazonía ha venido siendo un tema recurrente para diversas investigaciones, que lo abordan tanto desde perspectivas regionales (Pfaff, 1999; Cattaneo, 2001; Kaimowitz & Smith, 2001; Pacheco *et al.*, 2002; Perz *et al.*, 2002; Barona *et al.*, 2010; Müller *et al.*, 2011) como locales (Jones *et al.*, 1995; Pichon, 1997; Perz, 2001; Caviglia-Harris, 2004; Pan & Bilsborrow, 2005). La cuenca amazónica tiene la extensión de bosques y la red hidrográfica más grande del mundo, y provee de diversos servicios ecosistémicos a la sociedad, entre ellos el mantenimiento de la diversidad biológica y stock de carbono; además de abastecer de alimentos, vestidos, medicinas y otros bienes a las comunidades que en la región habitan (Fearnside, 1997).

El Perú cuenta con la segunda extensión de bosques amazónicos más grandes del mundo luego de Brasil, los cuales cubren aproximadamente el 60% del territorio nacional. Sin embargo, a lo largo de la historia republicana sucesivos gobiernos nacionales han puesto en marcha políticas de colonización (que han incluido tanto infraestructura vial como programas para la promoción agropecuaria) como respuesta a los problemas internos de escasez de tierras productivas tanto en la sierra como en la costa del país (San Román, 1994). Los mismos han devenido en un avance acelerado de la frontera agrícola particularmente en distintas áreas de la selva alta, franja paralela a los Andes peruanos (Lucich *et al.*, 2015).

Sin embargo en Loreto, el departamento de mayor extensión territorial en el Perú y que se encuentra íntegramente ubicado en la selva baja peruana, la inexistencia de vías terrestres que lo pudieran comunicar ya sea con la costa peruana u otros mercados externos importantes (Brasil, Colombia o Ecuador, países con los que colinda) condicionan el relativamente bajo impacto que ha tenido la agricultura en el cambio de uso del suelo en la mayor parte de su territorio.<sup>1</sup> De hecho, los procesos de deforestación en este departamento se caracterizan por concentrarse en las áreas cercanas a las comunidades asentadas a lo largo de los ríos, y aun con mayor intensidad en las cercanías a las capitales provinciales (Castro *et al.*, 2005). Entre las áreas que han venido experimentado mayor presión a sus recursos forestales se encuentra la cuenca

---

<sup>1</sup> El último Censo Agropecuario del año 2012 (INEI, 2013) da cuenta que solo el 5% del total de la superficie agropecuaria del departamento estaba siendo ocupada por cultivos.

del Nanay, principal fuente de agua potable de la ciudad de Iquitos, la ciudad más poblada de la Amazonia peruana (INEI 2008). En las últimas décadas, la cuenca ha venido experimentado procesos de crecimiento demográfico y ocupación desordenada lo que ha devenido en una mayor presión por los recursos naturales presentes (IIAP, 2002; 2009a). Una de las actividades de mayor impacto en la cuenca es la agricultura, la cual tradicionalmente ha sido descrita como migratoria, de baja escala y orientada principalmente al autoconsumo (IIAP, 2009a).

Frente a la problemática de armonizar la conservación de los recursos con las crecientes demandas de la población en el área de estudio, en las últimas décadas se han desarrollado en el área iniciativas orientadas a la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales presentes con la participación de los mismos centros poblados. Entre otras actividades, tales iniciativas han promovido principalmente la promoción de actividades de manejo sostenible de los recursos presentes y el reconocimiento formal de los espacios territoriales en el área como comunidades indígenas o campesinas.<sup>2</sup>

La presente investigación tiene por objetivo contribuir al entendimiento acerca de los factores que influyen las decisiones sobre el uso de la tierra tomados por los hogares asentados en la cuenca del Nanay. En este sentido, este estudio busca:

1. Identificar las condiciones demográficas, socioeconómicas y ecológicas a nivel de hogar que determinan la extensión de las áreas agrícolas (“chacras”) en los predios ubicados en la cuenca.
2. Analizar si existen diferencias en los niveles de dependencia económica de la actividad agrícola entre los hogares diferenciados por el género del jefe o jefa.
3. Determinar en qué medida algunas características de los centros poblados que han venido influenciando las extensiones agrícolas en los predios; y finalmente,
4. Analizar de qué manera la participación de las comunidades en las iniciativas de conservación (implementadas alrededor de las áreas protegidas existentes) vienen influenciando en las decisiones del hogar acerca del uso de la tierra.

Adicional a su importancia ecológica, las particularidades del área de estudio justifican el análisis de los determinantes de los usos de suelo, las cuales además traen importantes

---

<sup>2</sup> El anexo 01 se detallan el estatus oficial de los centros poblados que conforman la muestra para el presente estudio.

hallazgos para ser considerados en el diseño e implementación de políticas en áreas con características similares dentro de la región amazónica peruana. Por ejemplo, una de estas particulares es la larga tradición de manejo comunal de los recursos forestales presente en algunas de las comunidades de la cuenca, promovida además por las iniciativas de conservación que vienen llevándose a cabo. La promoción de este enfoque se debe a la creencia de que este tipo de manejo por parte de los pobladores nativos amazónicos es más sostenible comparado con el que realizan los pobladores mestizos, que dependen más de la agricultura y ganadería (Lu *et al.*, 2010).

La apropiación de esta lógica por parte de diversos actores vinculados al manejo de los recursos naturales de la Amazonía ha llevado a que diversas intervenciones locales y políticas gubernamentales se enfoquen en el manejo comunal de los recursos, asumiendo que el escalamiento de los impactos de estas intervenciones hacia los hogares es automático. Sin embargo, a la fecha aún existe limitada evidencia empírica que documente los efectos esperados y/o no esperados de tales intervenciones, por lo menos en el contexto de la Amazonia peruana. En el marco de la presente investigación nuestro enfoque metodológico nos permite contrastar el nivel de influencia que tiene las condiciones presentes en las comunidades, incluyendo su participación en las iniciativas de conservación, sobre las decisiones acerca de la demanda de suelos clareados de los hogares de la cuenca del Nanay.

Asimismo a nivel de hogar, existe literatura relevante (Perz, 2001; Carr, 2004) que evidencia que algunas características demográficas pueden ser importantes factores que influyen fuertemente la decisiones sobre los usos de los suelos en la Amazonía. De manera particular, en el presente estudio contrastaremos si el hecho que la jefatura del hogar recaiga en la mujer tiene algún efecto en la actividad agrícola, tal cual es realizada en el área de estudios. En la siguiente sección del presente documento se detalla el modelo teórico básico del cual se deriva nuestro análisis, posteriormente se describe el proceso metodológico seguido, luego se presentan los resultados de la aplicación del enfoque multinivel, los cuales son discutidos en la misma sección. Finalmente, se presentan las conclusiones del análisis realizado, remarcando sus implicancias para políticas públicas.

## 2. Modelo Teórico

Basados en el modelo básico de producción agrícola presentado en Singh *et al.* (1986), se asume en cada ciclo productivo los hogares buscan maximizar una función de utilidad de la forma:

$$U = U(X_a, X_m, X_l)$$

Dicha función de utilidad está compuesta por la producción para autoconsumo ( $X_a$ ), un conjunto de bienes comprados en el mercado ( $X_m$ ) y tiempo de ocio ( $X_l$ ). La misma se maximiza sujeto a las siguientes restricciones:

$$p_m X_m = p_a (Q - X_a) - w(L - F) \dots \text{Restricción presupuestaria}$$

$$X_l + F = T \dots \text{Tiempo}$$

$$Q = Q(L, A) \dots \text{Producción}$$

Donde  $p_m$  y  $p_a$  son los precios de los bienes comprados en el mercado y de autoconsumo respectivamente;  $Q$  es la producción total;  $w$  el salario de mercado;  $L$  el total de la mano de obra y  $F$  la mano de obra familiar. Asimismo,  $T$  es el stock total de tiempo disponible para el hogar y  $A$  es la dotación fija de tierras disponibles para la producción agrícola. Las tres restricciones anteriormente mencionadas pueden ser expresadas en una sola:

$$p_m X_m + p_a X_a + w X_l = w T + \pi$$

Los hogares pueden elegir los niveles de consumo para los tres bienes que conforman la función de utilidad y el total de mano de obra asignada a la producción agrícola. Consideremos primero la mano de obra ( $L$ ), su condición de primer orden es:  $p_a \frac{\partial Q}{\partial L} = w$ ; y su solución óptima es  $L^* = L^*(w, p_a, A)$ . Esto es, el hogar igualará el retorno marginal producto del trabajo al salario de mercado. Un importante atributo de esta ecuación es que solo contiene una variable endógena,  $L$ . Esta ecuación entonces puede sustituir el término del lado derecho de la restricción simplificada para obtener el valor del "ingreso completo" cuando la rentabilidad de la parcela ha sido maximizada gracias a una apropiada selección del nivel de mano de obra. La nueva restricción se expresaría como:

$$p_m X_m + p_a X_a + w X_l = Y^*$$



Donde  $Y^*$  es el valor del “ingreso total” asociado con una lógica maximizadora de rentabilidad. Maximizando la utilidad sujeta a esta nueva versión de la restricción nos permite estimar las condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial U}{\partial X_m} = \lambda p_m ; \frac{\partial U}{\partial X_a} = \lambda p_a ; \frac{\partial U}{\partial X_l} = \lambda w ; p_m X_m + p_a X_a + w X_l = Y^*$$

Finalmente, la solución a la ecuación nos permite proyectar las curvas de demanda de la forma:  $X_i = X_i(p_m, p_a, w, Y^*)$  donde  $i = a, m, l$ . Es decir, la demanda de cada uno de los bienes que son argumento de la función de utilidad va a depender de sus respectivos precios y el ingreso del hogar. Sin embargo, en el caso de los hogares agrícolas, el consumo no es independiente de la producción, caracterizando la recursividad del modelo (Singh *et al.*, 1986). El marco teórico descrito permite analizar las decisiones del hogar sobre producción, consumo y uso de activos (principalmente cantidad de trabajo destinado y tierras) a partir de formas reducidas de este modelo básico (Sills *et al.*, 2003; Caviglia-Harris & Sills, 2005; Caviglia-Harris & Harris, 2008).

En caso de que el análisis se realice en mercados completos, tales estimaciones podrían ser aproximadas a través las teorías clásicas de producción y consumo. Sin embargo, la mayoría de aplicaciones empíricas del modelo básico se caracterizan por estar vinculadas a mercados incompletos; y debido a ello, no tienen restricciones acerca de sus formas funcionales. Generalmente los modelos y las variables finalmente seleccionados son evaluados de acuerdo a su capacidad de identificar determinantes de la variable dependiente y su poder explicativo (De Janvry *et al.*, 1991, Sills *et al.*, 2003).

Sin embargo, usualmente las variables utilizadas en estos modelos reducidos pertenecen a alguna de las siguientes categorías: 1) aspectos demográficos que determinan las preferencias de los hogares, 2) dotación de recursos (principalmente mano de obra y tierras disponibles), 3) fuentes de ingresos, 4) características biofísicas, y 5) características del entorno (Pattanayak *et al.*, 2003, Sills *et al.*, 2003). A partir de dicha distinción podemos plantear que la proporción de tierras clareadas en los predios de los hogares ( $B_t$ ) puede ser expresada de la manera siguiente (Caviglia-Harris & Sills, 2005):

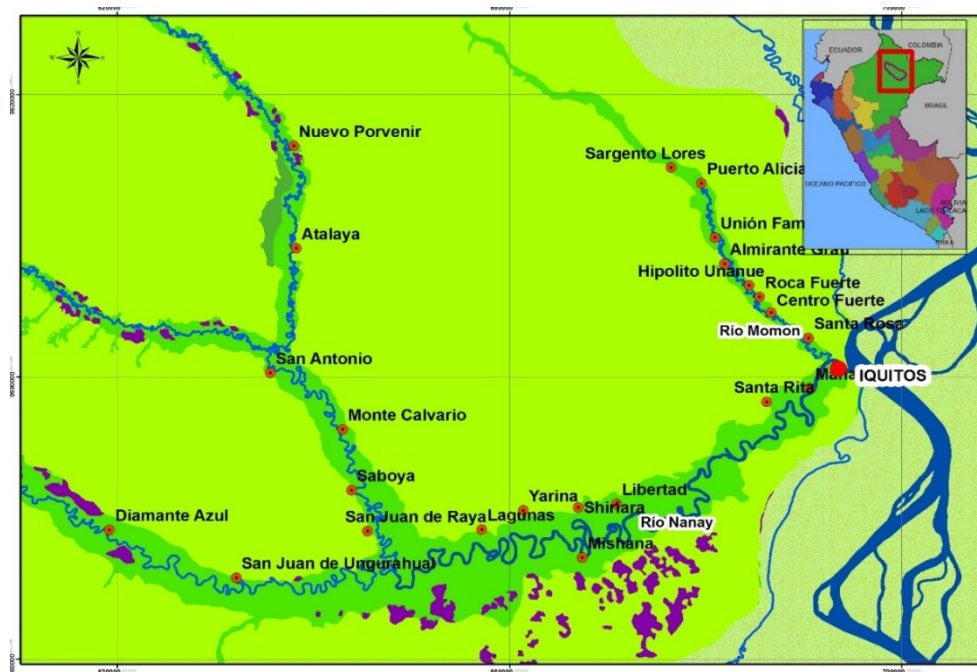
$$B_t = f(X, L, A, p_a, p_m, w, I, \theta, Z)$$

Donde  $X$  representa las preferencias de los hogares,  $L$  es la disponibilidad de mano de obra en el hogar,  $A$  es la dotación de tierras del hogar,  $p_a$  es el valor en el mercado de la producción agrícola del hogar,  $p_m$  el valor de los bienes comprados en el mercado,  $w$  el salario fuera de finca,  $I$  el resto de ingresos exógenos,  $\theta$  las características biofísicas del predio y  $Z$  las características institucionales en el ámbito del centro poblado. La posibilidad de existencia de anidamiento entre los errores de las variables que representan las preferencias a nivel de hogar ( $X$ ) y las características del centro poblado ( $Z$ ) justifican la posibilidad de estimar un modelo multinivel que cuantifique en qué medida las variables institucionales de la comunidad podrían jugar un papel importante en las preferencias de los hogares (Goldstein, 1999).

### 3. Aspectos metodológicos

#### 3.1. Área del estudio

La cuenca del Nanay se encuentra íntegramente en el departamento de Loreto al noroeste del Perú y cuenta con una extensión de 1'721 343 Ha. Con un clima típico del trópico con temperaturas medias mínimas y máximas de 15° a 31° C, respectivamente; y una humedad relativa por encima del 80%. El territorio de la cuenca es predominantemente plano y cuenta con altitudes de entre 68 y 259 msnm (IIAP, 2009).



**Figura 01.** Cuenca del Nanay y comunidades consideradas en la muestra

Por otro lado, la población total de la cuenca (la cual incluye algunas áreas periurbanas) muestra una mayor densidad en su parte baja dada la cercanía a la ciudad de Iquitos, capital de Loreto (Figura 01). Considerando sólo las áreas rurales, el 70.1% tiene como actividades principales a la agricultura, caza y silvicultura; el 5.7% a la pesca artesanal y el 24.2% tiene por actividad principal aquellas relacionadas a los rubros comercio y servicios (IIAP, 2009).

La actividad agrícola en la cuenca se realiza en las zonas aledañas a las comunidades, estos territorios son parcelados y otorgados a los comuneros en predios cuyas extensiones varían de acuerdo a la disponibilidad de terrenos y/o los estatutos comunitarios. Los títulos para el uso de la tierra son a nivel de comunidad; los predios agrícolas no cuentan con títulos individuales sino con constancias de propiedad emitidas por las autoridades correspondientes (agente municipal o gobernador), previa aprobación en la asamblea comunal. Debido a ello, se consideró como unidad de análisis para el presente estudio al predio manejado por los hogares (Singh *et al.* 1986).<sup>3</sup> Sin embargo, las decisiones a nivel de hogares se encuentran influenciadas por los acuerdos en cada centro poblado que incluyen ciertas restricciones en el uso de los recursos presentes como consecuencia de su participación en las iniciativas de conservación llevadas a cabo en la cuenca (INRENA, 2005).

La producción agrícola proveniente de estos predios se destina principalmente al autoabastecimiento del hogar, y los excedentes se dirigen a los mercados cercanos (Coomes & Burt, 1997; Coomes *et al.*, 2000; IIAP, 2009a). Asimismo, en el interior de los predios es frecuente la combinación de cultivos anuales (yuca y plátano) con árboles permanentes (Padoch *et al.*, 1985; Coomes & Burt, 1997). Los ingresos generados por la actividad agrícola se complementan con otras fuentes de ingreso, como la extracción de madera y de otros productos forestales no maderables (PFNM), la caza y la pesca (Coomes, 1996; Takasaki *et al.*, 2001; L'Roe & Naughton-Treves, 2014).

### **3.2. Muestreo**

El proceso inició con la identificación de los 59 centros poblados que forman parte del área de estudio, los cuales fueron estratificados de acuerdo al acceso (distancia y

---

<sup>3</sup> Lo cual difiere con unidad de análisis utilizada para estadísticas oficiales que estiman en que en promedio cada unidad agropecuaria para el departamento de Loreto (la cual incluye personas natural, empresas asociativas y comunidades) cuenta con 48.09 Ha de los cuales 3.66 son áreas en agricultura (INEI, 2013).

frecuencia de transporte) a la ciudad de Iquitos, el principal mercado de la cuenca. En este sentido los estratos quedaron definidos en:

- a) *Comunidades de difícil acceso (Estrato A)*: Centros poblados de menos acceso a Iquitos ubicados en las cuencas altas de los ríos Nanay y Momón. El transporte desde Iquitos a tales comunidades es en lanchas o colectivos más grandes y con frecuencia más restringida (1 a 2 veces por semana).
- b) *Comunidades de acceso medio a Iquitos (Estrato B)*: Centros poblados de mayor dificultad en el acceso a la ciudad de Iquitos, ubicados en las cuencas medias de los ríos Nanay y Momón. El transporte desde Iquitos a tales comunidades es por medio de botes colectivos en viajes que duran más de 3 horas.
- c) *Comunidades de fácil acceso (Estrato C)*: Aquellas centros poblados cercados a la ciudad de Iquitos, ubicados en las cuencas bajas de los ríos Nanay y Momón, y a los cuales es posible llegar en colectivo de frecuencia diaria.

Los hogares presentes en los centros poblados fueron agregados a nivel de estrato. Para ello se utilizó los datos provistos por el Directorio Nacional de Centros Poblados (INEI, 2010) además de información secundaria generada en el marco de iniciativas llevadas a cabo en el área de estudio. Con esto se procedió a estimar el tamaño mínimo de la muestra por cada estrato ( $n_i$ ) con un error permitido al 10%. De esta manera la población por cada estrato se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 01.** Estratos, población y tamaño estimado de la muestra

<b>Estrato</b>	<b>Nro. de hogares</b>	<b>Tamaño estimado</b>
A	1426	90
B	534	82
C	448	79
<b>Total</b>		<b>251</b>

Considerando este parámetro se procedió a distribuir el tamaño mínimo de muestra entre las comunidades que conforman cada estrato básicamente tratando de balancearlos en ambos ríos que conforman la cuenca (Nanay y Momón) de acuerdo a su población

relativa en cada estrato. Finalmente, la muestra se encuentra conformada según se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 02.** Distribución de la muestra

Centro Poblado	Río	Estrato	Hogares en la muestra	Estatus (*)
Puerto Alicia	Momón	A	16	Caserío
Union Familiar	Momón	A	6	Caserío
Sargento Lores	Momón	A	26	Caserío
Diamante Azul	Nanay	A	21	Com. campesina
Saboya	Nanay	A	6	Com. campesina
Ungurahual	Nanay	A	8	Com. indígena
San Antonio	Nanay	A	27	Com. indígena
Atalaya	Nanay	A	10	Com. indígena
Monte Calvario	Nanay	A	2	Com. campesina
Nuevo Porvenir	Nanay	A	4	Com. campesina
Almirante Grau	Momón	B	3	Caserío
Hipolito Unanue	Momón	B	8	Caserío
Rocafuerte	Momón	B	9	Com. campesina
Libertad	Nanay	B	31	Com. campesina
Shiriara	Nanay	B	14	Com. campesina
Yarina	Nanay	B	9	Com. campesina
Mishana	Nanay	B	4	Com. campesina
Lagunas	Nanay	B	3	Com. campesina
Santa Rosa	Momón	C	12	Caserío
Centrofuerte	Momón	C	24	Com. Campesina
Santa Rita	Nanay	C	21	Caserío
Manacamiri	Nanay	C	30	Centro poblado

(\*) Fuentes: COFOPRI (2009); IBC (2012),

A partir de la tabla anterior se puede estimar la potencia de la muestra con respecto a la cantidad real de hogares que conforman la muestra para el presente estudio.

**Tabla 03.** Potencia de la muestra

<b>Estrato</b>	<b>n<sub>i</sub> estimado</b>	<b>Cuestionarios válidos</b>	<b>Error permitido estimado</b>
A	90	126	8.3%
B	82	81	10.0%
C	79	87	9.4%
Total	251	294	5.36%*

(\*) Asumiendo un muestreo aleatorio simple

Finalmente, para la selección de los hogares en cada comunidad se realizó mediante un proceso aleatorio simple al contarse con un padrón (listado) de los comuneros obtenido al inicio de cada visita a las comunidades de la muestra.

### **3.3. Análisis de los datos**

La principal innovación de la presente propuesta consiste en el modelamiento del uso del suelo a través de una especificación multinivel en el contexto de la Amazonía baja peruana. En este sentido, la mayoría de modelaciones econométricas para proyectar los usos de suelo a nivel de fincas o parcelas explican la proporción de la finca destinada a cada uso del suelo (comúnmente bosque, agricultura o pastos) a partir de características ecológicas, demográficas, institucionales y/o socioeconómicas del hogar que la maneja, a veces sin considerar la jerarquización de las unidades de análisis, lo que podría llevarnos a conclusiones erróneas como consecuencia de la estimación de coeficientes poco robustos (Paterson & Goldstein, 1991).

La jerarquización a la que nos referimos en el presente estudio surge como consecuencia de las agrupaciones de las unidades de análisis en diferentes niveles. Por ejemplo, el rendimiento estudiantil puede ser analizado a través de una estructura de dos niveles correspondiendo el primer nivel a los propios alumnos y siendo las escuelas en las que están matriculados dichos alumnos el segundo nivel. Este planteamiento tiene la ventaja de reconocer la influencia del grupo, en este caso las características de la escuela, sobre el rendimiento del alumno en sí. Este enfoque inclusive puede ser extendido a más niveles, como por ejemplo agrupando las escuelas que conforman un distrito, y posteriormente a niveles geopolíticos superiores (Goldstein, 1999).

Tradicionalmente, una de las formas más frecuentes de capturar los efectos grupales en modelos lineales ha sido incluir parámetros grupales como la media dentro del grupo de regresores; sin embargo de acuerdo a Paterson & Goldstein (1991) este enfoque presenta dos problemas: el primero, es que los coeficientes estimados suelen ser muy sensibles frente a pequeñas perturbaciones en los datos como consecuencia de que los errores estándar de los estimadores calculados de esta forma son altos (heterocedasticidad). Por otro lado, la segunda y más importante dificultad que presenta este procedimiento es que las conclusiones derivadas de estos modelos presentan el riesgo de alejarse de los procesos sociales de interés. Por ejemplo, los aprendizajes son procesos a nivel de estudiantes, no de las escuelas. Los modelos lineales que consideran variables agregadas a nivel de escuela podrían no reflejar de manera precisa las relaciones que pueden llegar a tener dichas variables con el proceso de aprendizaje en sí.

De manera particular, en los estudios sobre determinantes del uso de la tierra los modelos multinivel tienen la posibilidad de considerar la variabilidad a diferentes niveles (parcelas, hogares, comunidades, distritos y así sucesivamente); por lo cual se constituyen en una herramienta importante para abordar los problemas de escalamiento de los datos (Verburg *et al.*, 2004, Overmars & Verburg, 2006). Estos modelos reconocen explícitamente la influencia de factores subyacentes como mercados o medidas de políticas que operan a niveles superiores y que en última instancia también influyen de forma indirecta sobre las decisiones sobre el uso del suelo (Geist & Lambin, 2002).

Cabe la aclaración que aunque la aplicación de modelos jerarquizados o multinivel pueden tener la capacidad de contribuir a superar implícitamente los frecuentes problemas de autocorrelación espacial existentes en los estudios relacionados con el uso de recursos naturales (Orford, 2000); estudios más recientes indican la necesidad de que estos problemas sean abordados de forma más explícita usando especificaciones econométricas que diferencien los efectos del contexto de las interacciones espaciales (Chasco & Le Gallo, 2012, Dong *et al.*, 2015).<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Por ejemplo, la participación de una comunidad en una iniciativa de conservación o el género del dirigente de la comunidad (que podrían ser modeladas como binarias) son variables de contexto que podrían influir sobre las decisiones sobre el uso del suelo. Asimismo, las distancias a otras parcelas se constituyen en variables espaciales y posiblemente también tendrá un efecto significativo sobre la variable respuesta. En el caso de las últimas, el abordaje más común es plantear especificaciones econométricas estandarizadas que incluyen la construcción e inclusión una matriz espacial, que usualmente refleja la distancia (como proxy del nivel de influencia) entre cada observación (Anselin, 2002). En el marco de la presente investigación no se aplica este último abordaje por estar fuera del alcance de los objetivos planteados.

A pesar de las evidentes ventajas de su uso, las aplicaciones empíricas de este enfoque para el abordaje de los determinantes para analizar los patrones en el uso del suelo permanecen relativamente escasas, destacando los trabajos pioneros de Hoshino (2001) en Japón, Pan & Bilsborrow (2005) en la Amazonía ecuatoriana, de Carr *et al.* (2008) en la región del Petén en Guatemala, de Overmars & Verburg (2006) en Filipinas y de Vance & Iovanna (2006) con datos de un panel de datos conformado por granjeros mexicanos.<sup>5</sup>

Para la realización de la presente investigación se contó con una base de datos de corte longitudinal que cuenta con 294 observaciones correspondientes a igual número de predios ubicados en 22 centros poblados establecidas de la cuenca del Nanay, las cuales incluyen 11 comunidades campesinas y 3 indígenas reconocidas oficialmente, además de otras en proceso de reconocimiento. La base de datos fue construida a partir de la aplicación en el año 2014 de una encuesta a hogares rurales en la cuenca, y la interpretación de una imagen satelital del área correspondiente al mismo tiempo de aplicación de las encuestas mediante el cual se pudo estimar la proporción de áreas clareadas dentro del predio.

El promedio del tamaño de las parcelas y el área destinada a agricultura de la muestra es 5.41 Ha y 0.72 Ha respectivamente, comparable a las 7.87 Ha y los 2.5 Ha que constituyen el promedio regional considerando únicamente la propiedad de agentes individuales (INEI, 2013). En el marco de la presente investigación se estimó un modelo de la forma (Pan & Bilsborrow, 2005):

$$y_{ij} = \beta_0 X_0 + \sum_{p=1}^p \beta_p X_{ijp} + \sum_{q=1}^q \gamma_q Z_{iq} + \sum_{c=1}^c (u_{c0} Z_{c0} + u_{c1} Z_{c1}) + e_{ij}$$

Donde los parámetros  $\beta_p$  y  $\gamma_q$  son los efectos fijos a nivel de predio y comunidad, respectivamente. Ambos parámetros acompañan a los vectores de las covariables a nivel de predios representado por  $(X_{ijp})$  y las covariables a nivel de comunidad  $(Z_{iq})$ . Los efectos aleatorios a nivel de hogar/predio se encuentran capturados por  $e_{ij}$ . Mientras que los efectos aleatorios a nivel de comunidad se encuentran representados por  $u_{i0}$  y  $u_{i1}$ . En ambos casos, estos se encuentran afectados por los parámetros  $Z_{c0}$  y  $Z_{c1}$  que representan al intercepto y la pendiente inter comunidades, respectivamente.

---

<sup>5</sup> En el anexo 2 se incluye un resumen de las principales características de los estudios mencionados.



Se asume que  $e_{ij}$  y  $u_i = (u_{i0}, u_{i1})^T$  son independientes y distribuidos normalmente con media 0 y varianza  $\Sigma_e$  y  $\Sigma_u$  respectivamente. Usualmente  $\Sigma_e$  se establece en  $\sigma^2 I$  y  $\Sigma_u$  en:

$$\Sigma_u = \text{var}(u_i) = \text{var} \begin{bmatrix} u_{i0} \\ u_{i1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{u0}^2 & \sigma_{01} \\ \sigma_{01} & \sigma_{u1}^2 \end{bmatrix}$$

De tal forma que la varianza para  $y_{ij}$  puede ser escrita como (Pan & Bilsborrow, 2005):

$$\text{var}(y_{ij}) = Z_{0r}^2 \sigma_{u0}^2 + 2Z_{0r}Z_{1r} \sigma_{01} + Z_{1r}^2 \sigma_{u1}^2 + \sigma^2$$

La Tabla 01 presenta las variables básicas utilizadas en los modelos explicitándose si corresponden a cualquiera de las siguientes categorías: demográficas, socioeconómicas, geográficas o biofísicas o características de la comunidad.

**Tabla 04.** Descripción de las variables de los modelos

<b>Tipo/nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Efecto esperado sobre la var. dep.</b>	<b>Fuente</b>
<i>Variable dependiente</i>			
agric	<b>Variable dependiente:</b> Proporción (%) de tierras clareadas en la parcela.	n.a.	GIS
<i>Demográficos</i>			
origen	Si el jefe del hogar nació fuera del área del estudio (1=Si)	+	CH
educ_enc	Niveles de educación básica regular recibido por el jefe o jefa del hogar	+	CH
gen_enc	Genero del jefe o jefa del hogar (1= mujer)	+	CH
<i>Socioeconómicos</i>			
trabajo	Número de miembros del hogar $\geq 18$ años	+	CH
herramientas	Índice policórico de dotación de herramientas agrícolas <sup>6</sup>	-/+	CH
ing_noa	Monto (en miles de S/.) de ingresos obtenidos por trabajos remunerados fuera de su predio desde junio 2013 a junio 2014	+	CH
ing_ext	Monto (en miles de S/.) de ingresos obtenidos por actividades extractivas fuera de su predio desde junio 2013 a junio 2014	-	CH
ing_agr	Monto (en miles de S/.) de ingresos obtenidos por productos de la parcela desde junio 2013 a junio 2014	+	CH
Riqueza	Índice de riqueza obtenido a partir de los materiales de construcción de la vivienda	-/+	CH

<sup>6</sup> Kolenikov & Ángeles (2004)

### Geográficos y climáticos

Distancia	Log de la distancia (en km) de la parcela al mercado (Iquitos)	-	GIS
tam_predio	Tamaño del predio (en Ha) asignado para la actividad agrícola.	-	GIS
Altitud	Altitud del predio (en msnm)	-	GIS
Precipitación	Nivel de precipitación en la parcela (en mm)	-	GIS

### Comunidad

area_prot	Si la comunidad se encuentra en el área de influencia de alguna de las áreas de conservación (1=Si)	-	ES, FS
tit_ind	Si la comunidad se encuentra titulada como indígena (1=Si)	+	ES, FS
tit_camp	Si la comunidad se encuentra titulada como campesina (1=Si)	+	ES, FS

(\*) GIS = Herramientas GIS; CH = Cuestionarios a hogares; ES = Entrevistas semiestructuradas; FS = Fuentes secundarias.

Durante el trabajo de campo, para definir la jefatura del hogar los encuestadores utilizaron un criterio muy práctico que consistió en preguntar directamente a ambas cabezas de la familia (padre y madre) quién podría ser señalado como el jefe o la jefa del hogar. Si bien en la mayoría de casos, eran los varones quienes asumían este papel (con la venia de sus respectivas parejas), hubo también casos en los que la mujer asumía tal rol principalmente debido a su propiedad sobre el predio. Obviamente en los casos en los que una de las cabezas abandonó el hogar, se asumió que la jefatura recae en la cabeza que quedaba en el hogar.

La distribución limitada de nuestra variable dependiente agric (la cual solo puede tomar valores entre 0 y 1) implica una dificultad adicional que debió de ser abordado en el modelamiento econométrico. Convencionalmente este tipo de variables es tratado mediante la estimación de modelos censurados como Tobit (Cameron & Trivedi, 2005), de hecho estudios previos que analizan decisiones de los usos de la tierra en fina escala utilizan tales especificaciones (Chomitz & Thomas, 2003; Caviglia-Harris & Sills, 2005). En el presente análisis para abordar esta dificultad usaremos el procedimiento propuesto en Rabe-Hesketh *et al.* (2005) para especificaciones multinivel con variables dependientes limitadas, el cual estima los coeficientes usando una especificación del modelo lineal generalizado que aplica el enfoque de cuadratura adaptativa. De manera operativa, este

procedimiento se realiza mediante el uso del comando *gllamm* disponible en el paquete estadístico Stata v 13.0 (Rabe-Hesketh *et al.*, 2004; Rabe-Hesketh & Skrondal, 2008).

Nuestro proceso metodológico estuvo basado en estudios previos similares (Polsky & Easterling III, 2001, Overmars & Verburg, 2006, Vance & Iovanna, 2006) que construyen sus respectivos modelos siguiendo la siguiente secuencia: 1) estimación de un modelo simple de efectos aleatorios puros a nivel de comunidades a fin de analizar las fuentes de varianza de este nivel en la variable respuesta; 2) inclusión de variables tanto de nivel de hogar como de centro poblado evaluando si es que estas agregan poder explicativo; 3) se evalúa la posibilidad de incluir pendientes en los niveles superiores analizando si la inclusión de estos podrían agregar mayor poder explicativo; 4) eventualmente se analiza la existencia de algunas interacciones entre las variables evaluándose si es que la inclusión de estas agrega poder explicativo; y finalmente, 5) se define el modelo final a partir de un criterio basado en la mayor precisión en sus proyecciones y/o menor pérdida de información.

## **4. Resultados y discusión**

### **4.1. Estadísticas descriptivas**

Como proceso inicial, se exploran las estadísticas descriptivas de la muestra considerada. Para facilitar el análisis dividimos la muestra entre aquellas parcelas menores a 3 Ha y aquellas mayores a 3 Ha, las cuales constituyen el 59% y el 41% del total de observaciones, respectivamente. Basándonos en los análisis de Chomitz & Thomas (2003) y el IIAP (2009b), esta diferenciación se realizó para identificar aquellas parcelas que, por no tener limitaciones de tamaño, tienen mayores posibilidades de realizar actividades agrícolas orientadas al mercado. Asimismo es importante mencionar que 66 de los predios de la muestra no presentaban con áreas clareadas al momento del recojo de los datos para estudio. La media de la proporción destinada a la agricultura en los restantes 228 predios asciende al 47% sobre la extensión total del predio, siendo este porcentaje significativamente más alto en las parcelas pequeñas (en promedio 70% del predio) que en las parcelas mayores donde las áreas clareadas son en promedio el 14%.

En cuanto a aspectos demográficos, el 29% del total de parcelas de la muestra son manejadas por hogares cuyo jefe o jefa ha nacido fuera del área del estudio, siendo este

porcentaje ligeramente mayor en las parcelas mayores que en las parcelas menores a 3 Ha. Por otro lado, el 14% del total de parcelas son manejadas por hogares cuya cabeza es de sexo femenino, con un porcentaje significativamente mayor en aquellas parcelas mayores a 3 Ha (21%) que en aquellas menores (10%). Este resultado, de alguna forma, confirma estadísticamente una tendencia observada en el trabajo de campo: las mujeres usualmente son las que heredan las parcelas de los padres logrando con ello una mayor dotación de tierras, esto debido a que son usualmente ellas las que cuidan de sus progenitores cuando estos llegan a la vejez.

Relacionado con aspectos socioeconómicos, las estadísticas nos indican una mayor dotación de herramientas (machetes útiles, motosierras, cultivadoras y peque peque) en hogares con parcelas menores. Asimismo también nos muestran que en promedio el ingreso por actividades extractivas (extracción de madera e irapay, pesca y caza) es significativamente más alto en hogares con parcelas menores a 3 Ha; y los ingresos por actividades agrícolas (venta de productos de la finca) es significativamente más alto en hogares con parcelas mayores a 3 Ha. Otras variables como mano de obra familiar (número de miembros mayores a 18 años en el hogar), otros ingresos exógenos (negocios propios, turismo y artesanías) entre hogares que manejan ambos tipos de parcelas no presentan diferencias significativas.

Las características geográficas y biofísicas entre ambos tipos de parcelas también presentan diferencias significativas en algunos aspectos. Así, en cuanto a tamaño las parcelas menores tienen en promedio 0.9 Ha y las mayores 6.49 Ha. Las características climatológicas también presentan ligeras diferencias significativamente entre ambos tipos de parcelas, así las parcelas menores presentan menores altitudes y niveles de precipitación que las parcelas mayores.

En cuanto a características institucionales de las comunidades, el 71% de las parcelas pequeñas y el 13% de parcelas mayores se encuentran en las zonas de influencia de las áreas protegidas presentes en el área de estudio. Esto debido a que como se mencionó anteriormente, las comunidades aledañas a las áreas protegidas cuentan con acuerdos que limitan la sesión de parcelas mayores a sus comuneros, sin embargo estas limitaciones no se aplican para aquellas parcelas mayores que fueron ya otorgadas antes del establecimiento de las áreas protegidas. Asimismo, el 18% de las parcelas menores y el 11% de las parcelas mayores se encuentra en comunidades tituladas como indígenas. Finalmente, el 55% de las parcelas menores y el 44% de parcelas mayores se encuentra

titulada en comunidades campesinas. Los estadísticos descriptivos para las variables relevantes de los modelos econométricos pueden ser visualizados en detalle en la Tabla 05.

**Tabla 05.** Estadísticos descriptivos

Variable	Parcelas < 3Ha (n=173)				Parcelas > 3Ha (n=121)				Muestra completa (n=294)			
	Media	D.E.	Max.	Mín.	Media	D.E.	Max.	Mín.	Media	D.E.	Max.	Mín.
<b>Dependiente</b>												
agric°	0.70	0.31	0.04	1.00	0.14	0.17	0.001	0.88	0.47***	0.39	0.001	1.00
<b>Explicativas: Demográficos</b>												
Origen	0.23	0.03	0	1	0.31	0.04	0	1	0.29*	0.03	0	1
educ_enc	3.55	1.16	0	5	3.42	1.21	0	6	3.50	1.18	0	6
gen_enc	0.10	0.30	0	1	0.21	0.41	0	1	0.14***	0.35	0	1
<b>Socioeconómicos</b>												
Trabajo	2.65	0.99	1	5	2.70	1.09	1	6	2.67	1.03	1	6
herramientas	0.40	0.48	-0.28	1.20	0.30	0.44	-0.28	1.28	0.36*	0.47	-0.28	1.28
ing_noa	1.72	4.13	0	29.3	2.11	7.85	0	60.0	1.88	5.94	0	60.0
ing_ext	3.14	5.37	0	28.5	0.84	2.69	0	17.6	2.19***	4.60	0	28.5
ing_agr	1.74	2.47	0	17.4	2.68	3.73	0	22.7	2.13***	3.09	0	22.7
Riqueza	1.62	0.41	0.5	2.25	1.65	0.32	0.5	2.5	1.63	0.37	0.5	2.5
<b>Geográficos y climáticos</b>												
Distancia	4.36	1.05	2.42	5.61	3.79	0.51	2.45	5.39	4.13	0.92	2.42	5.61
tam_predio	0.90	0.62	0.8	2.69	11.87	6.49	3.01	40	5.41***	6.84	0.8	40
Altitud	101.87	10.42	81	137	106.89	8.89	82	130	103.94***	10.11	81	137
Precipitación	2824	54	2727	2954	2883	19	2783	2910	2848***	52	2727	2954
<b>Comunidad</b>												
area_prot	0.71	0.45	0	1	0.13	0.34	0	1	0.47***	0.50	0	1
tit_ind	0.18	0.39	0	1	0.11	0.31	0	1	0.15***	0.36	0	1
tit_camp	0.55	0.50	0	1	0.26	0.44	0	1	0.43*	0.50	0	1

(°) Se consideraron 96 parcelas mayores a 3 Ha y 137 menores a 3 Ha, haciendo un total de 226 parcelas. Las medias entre ambas categorías fueron comparadas mediante un T test para identificar diferencias significativas al 10% (\*), 5% (\*\*) y 1% (\*\*\*)

En el anexo 03 se detalla la matriz de correlación de las variables consideradas en los modelos. Asimismo, en el anexo 04, el detalle del género de los jefes de hogar por comunidad visibilizándose una mayor presencia de estos hogares en la cuenca del Momón debido a que se percibe que la migración masculina es mayor en esta cuenca por la mayor accesibilidad de la mayoría de sus comunidades a la ciudad de Iquitos.

## 4.2. Modelos econométricos

Siguiendo el proceso metodológico descrito en la sección 3.3, en la Tabla 6 se reportan los coeficientes de los modelos sucesivos que han sido testeados para estimar los determinantes de la proporción de tierras clareadas en las parcelas que conforman la muestra. El modelo 1 corresponde al modelo vacío o de efectos aleatorios puros que sirve como planteamiento inicial para ser comparado con modelos que agregan otras variables adicionales a fin de aumentar el poder explicativo de estos.

Este primer modelo nos permite descomponer la varianza en los dos niveles incluidos: hogar/parcela y comunidad. A partir de la estimación de las varianzas en ambos niveles podemos estimar el parámetro rho ( $\rho$ ) también conocido como correlación residual o correlación intraunitaria (Rabe-Hesketh & Skrondal, 2008). En este sentido, para el modelo 1,  $\rho$  se estima en 60.64%, el cual puede interpretarse de dos formas complementarias: como la contribución de las características a nivel de comunidad a la varianza total, o el nivel de correlación de las parcelas en cada comunidad (Pan & Bilborrow, 2005; Overmars & Verburg, 2006).<sup>7</sup>

En el modelo 2 se agregan las variables demográficas, socioeconómicas, geográficas y biofísicas correspondientes al primer nivel del modelo. La inclusión de estas permite un mejor ajuste de los datos el cual se explicita a través de la alta significancia de la razón de verosimilitud que compara la especificación básica con respecto a esta nueva especificación (Greene, 1999). El modelo 3 completa las variables anteriores agregando algunas características específicas de las comunidades como su localización en las zonas de influencia de las áreas protegidas presentes en el área de estudio y su estatus legal. La agregación de tales variables también permite una contribución significativa al ajuste del modelo explicitado en su respectivo contraste de razón de verosimilitud. A pesar que el modelo 3 mejoró significativamente la razón de verosimilitud con respecto al modelo anterior, la presencia de inconsistencias en los signos de algunos coeficientes nos llevó a buscar incluir un factor más que contribuya a explicar mejor la variabilidad entre las comunidades.

---

<sup>7</sup>  $\rho = \frac{0.2761}{(0.2761+0.1792)} = 0.6064$

**Tabla 06. Modelos econométricos**

VARIABLES	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
<b>Efectos fijos</b>				
<u>Demográficos</u>				
origen		0.0344 (0.0574)	0.0417 (0.0542)	0.026 (0.0584)
educ_enc		0.0175 (0.022)	0.019 (0.0208)	0.0189 (0.2167)
gen_enc		0.067 (0.0705)	0.0135 (0.0665)	0.0477 (0.0692)
<u>Socioeconómicas</u>				
trabajo		0.0527* (0.0256)	0.0640** (0.0247)	0.0583** (0.0247)
herramientas		0.0139 (0.0592)	0.0171 (0.0549)	-0.0212 (0.0568)
ing_noa		0.0064 (0.0046)	-0.0005 (0.0045)	0.0046 (0.0005)
ing_ext		-0.0024 (0.0062)	-0.00527 (0.0057)	-0.0055 (0.0057)
ing_agr		0.0005 (0.0085)	-0.0003 (0.008)	0.0046 (0.0087)
riqueza		-0.0871 (0.0684)	-0.1154 (0.0676)	-0.1243* (0.07)
<u>Geográficos y climáticas</u>				
distancia		0.0784* (0.0446)	0.4165*** (0.0665)	0.1379 (0.1149)
tam_predio		-0.0086 (0.006)	-0.00502 (0.0052)	-0.0413*** (0.012)
tam_predio <sup>2</sup>				0.0011*** (0.0004)
altitud		-0.0135*** (0.0029)	-0.0171** (0.0008)	-0.0145*** (0.0029)
precipitación		-0.00105 (0.0008)	-0.00171** (0.0008)	-0.0026** (0.0029)
<u>Institucionales</u>				
area_prot			-0.0419 (0.1081)	-0.25* (0.1512)
tit_ind			0.026 (0.130)	0.088 (0.157)
tit_camp			-0.1097 (0.0934)	0.0803 (0.080)
Constant	0.3258*** (0.2807)	4.352* (2.287)	5.144** (2.31)	8.946* (4.081)
<b>Efectos aleatorios</b>				
$\sigma^2_{u0}$	0.2761 (0.0556)	0.1264 (0.0514)	0.1271 (0.0326)	0.0465 (0.0565)
$\sigma^2_{u1}$				0.0204 (0.03)
$\sigma_{01}$				0.1053 (0.0819)
$e_{ij}$	0.1792 (0.0196)	0.1417 (0.0158)	0.1243 (0.0136)	0.1233 (0.0139)
Intraunit corr. ( $\rho$ )	0.6064	0.4715	0.5056	0.2739
Observations	294	294	294	294
Log Likelihood	-216.27	-190.18***	-179.54***	-176.54

Standard errors in parentheses.

\*\*\*  $p \leq 0.01$ , \*\*  $p \leq 0.05$ , \*  $p \leq 0.1$

En este sentido, además del intercepto de cada comunidad el modelo 4 incluye la variable *area\_prot* como pendiente (*slope*) en el componente aleatorio del modelo multinivel. Este modelo presenta una mejora relativa en términos del ajuste (significativo al 12%) y también permite identificar con mayor confiabilidad los efectos de las variables en la demanda de los hogares por tierras clareadas. Asimismo, la inclusión de la pendiente permite que la fuente de variabilidad a nivel de comunidad disminuya a casi la mitad (27.39%).

Con referencia a los coeficientes que el modelo presenta, se puede visualizar que en términos generales que las condiciones geográficas y climáticas determinan con mayor significancia la demanda por tierras clareadas de los hogares en la cuenca. Nuestros resultados encuentran que las parcelas localizadas en zonas con menores niveles relativos de altitud y precipitación presentan una mayor proporción de sus parcelas destinadas a tierras clareadas. Así, en promedio una unidad adicional de altitud (medido en msnm) disminuye la proporción de áreas clareadas en los predios en 1.47% y una unidad adicional de precipitación (medido en mm) tiene un efecto negativo promedio en la proporción de las áreas clareadas de los predios equivalente al 0.26%.

Mención aparte, merece el rol del tamaño de la parcela en la proporción de las tierras clareadas en las parcelas de los hogares (Brondízio *et al.*, 2013). En ese sentido, el modelo 4 encuentra una relación cuadrática entre la demanda de tierras clareadas y el tamaño de la finca. El signo negativo de la variable lineal indica que en un primer momento a medida que el tamaño de la parcela aumenta en 1 Ha, la demanda por tierras clareadas en promedio disminuye en 4.13%. El signo positivo de la misma variable en su forma cuadrática nos indica en las parcelas más grandes la demanda por tierras clareadas empieza a aumentar a un ritmo menor (0.11%) debido al remplazo gradual de los bosques secundarios presentes en las parcelas (conocidas localmente como *purmas*) por pastos usados eventualmente para el ganado vacuno. Este patrón también ha sido identificado y caracterizado en estudios previos llevados en áreas de la Amazonía brasilera (Vosti *et al.*, 2003) y ecuatoriana (Barbieri *et al.*, 2006).

En la categoría socioeconómicas encontramos también algunas variables significativas como la disponibilidad de mano de obra familiar, la cual como estaba prevista tiene una relación positiva con la variable dependiente significativa al 5%. El efecto marginal de una unidad adicional a la mano de obra familiar en los hogares supone un aumento promedio equivalente al 5.83% en la proporción de áreas clareadas en los predios. Asimismo, el



nivel de riqueza de los hogares (pragmáticamente estimado como un índice a partir de los costos monetarios de los materiales de la vivienda) presenta una relación inversa con la demanda de tierras clareadas significativa al 10%. El aumento marginal en el nivel de riqueza (en una escala del 0 al 3) tiene un efecto promedio negativo en la proporción de tierras clareadas equivalente a 12.43%. Este resultado confirma una menor dependencia de los hogares más ricos de los cultivos agrícolas tradicionales como el plátano o la yuca, con bajos precios en los mercados.

El modelo asimismo confirma que las características demográficas analizadas (origen foráneo, mayores niveles de educación y el género femenino del jefe del hogar) aportan positivamente a una mayor demanda por tierras clareadas, aunque los coeficientes estimados por el modelo son relativamente pequeños y no presentan significancia estadística. En el caso del género, en base a las observaciones encontradas en el campo podemos argumentar que la ligeramente mayor demanda por tierras clareadas que presentan los hogares liderados por mujeres se debería a la dificultades físicas, culturales y sociales que ellas afrontan por ser incluidas en las actividades extractivas (por ejemplo la extracción de madera), lo que en última instancia recae en una mayor orientación hacia la agricultura para compensar sus ingresos económicos.

Finalmente, de manera agregada y con una significancia al 10% el modelo confirma la influencia de la participación a nivel comunal de las iniciativas de conservación presentes en el área de estudio en la proporción de tierras clareadas en su parcela. La participación de los hogares en las iniciativas de conservación presentes en el área de estudio genera en promedio un efecto promedio negativo equivalente al 25% en la demanda por tierras clareadas en la parcela. Esto cobra sentido si se consideran las limitaciones institucionales que los hogares de las comunidades aledañas a las áreas protegidas del área de estudio tienen para extender sus áreas agrícolas, planteándose la sustitución de estos potenciales ingresos con actividades sostenibles basados en el aprovechamiento de productos forestales maderables y no maderables (INRENA, 2005).

#### **4.3. ¿En qué comunidades la demanda por tierras clareadas es mayor?**

Uno de los objetivos específicos del estudio consiste en identificar en qué medida las características de la comunidad han influenciado en las decisiones sobre el uso de la tierra de las comunidades. Para ello, utilizamos el componente aleatorio del modelo para

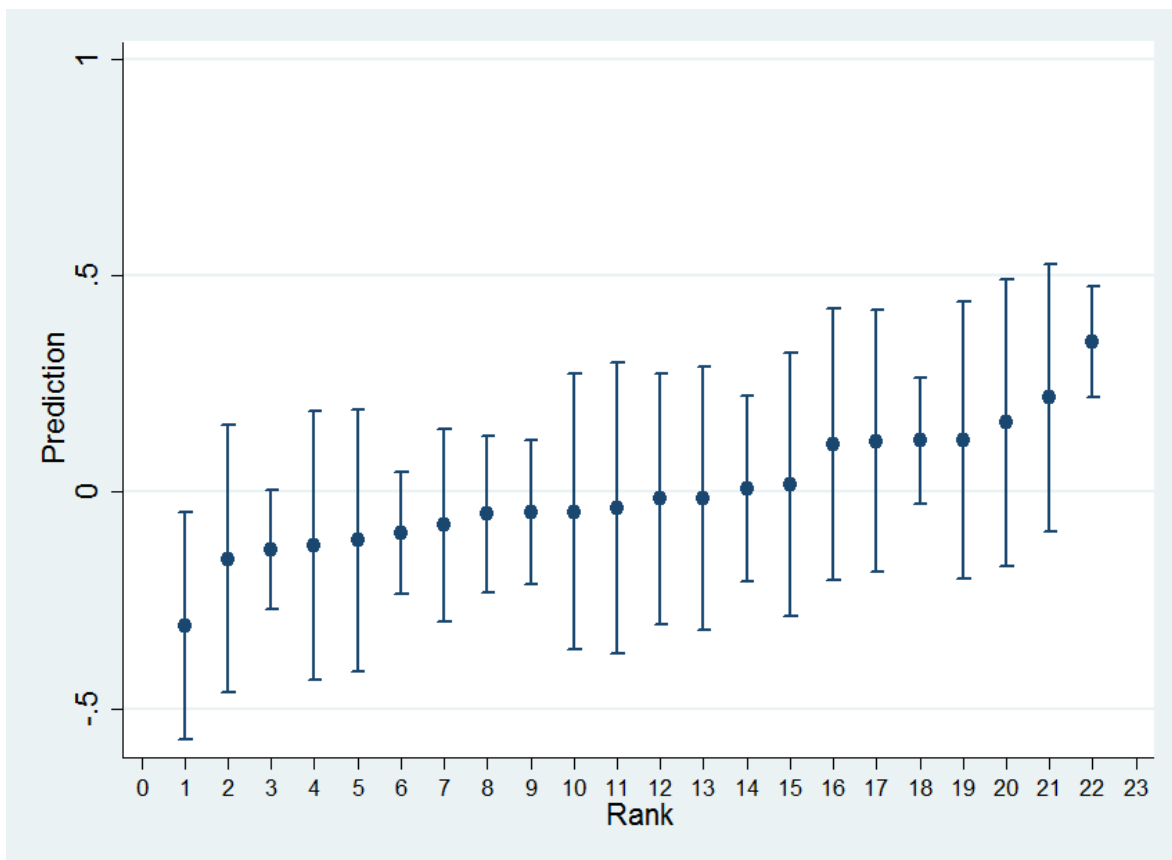
estimar la media del intercepto por comunidad el cual puede ser interpretado como la contribución de cada una de éstas en la proporción de tierras clareadas en los predios de los hogares de la muestra. Los resultados son presentados a través del gráfico de sierra mostrado en la Figura 2. El punto corresponde a la media del intercepto y las líneas por encima y por debajo representan los errores estándar al 95% de nivel de confianza (Rabe-Hesketh & Skrondal, 2008).

Los resultados que se presentan en la Figura 02 nos permiten inferir dos consideraciones importantes: la primera, nueve comunidades participantes en las iniciativas de conservación de la cuenca se encuentran entre las primeras doce comunidades con mayores contribuciones a la demanda de tierras clareadas. La segunda consideración es que, en general, las comunidades participantes en las iniciativas de conservación de la cuenca presentan altos niveles de heterogeneidad en la demanda de los hogares por tierras clareadas. El análisis del gráfico se complementa con el cuadro presentado como Anexo 05.

El proceso de asignación de predios en las comunidades de las zonas de influencia de las ANP presentes en el área de estudio nos brinda luces para una mejor comprensión de estos resultados. En las comunidades participantes de estas iniciativas de conservación, los predios para la práctica de la agricultura son asignados en terrenos comunales ya establecidos para específicamente realizar la actividad. En este sentido, los tamaños de los predios asignados a los hogares se restringen exclusivamente a la extensión del área comunal para el desarrollo de la actividad y los acuerdos institucionales a nivel de la comunidad que establecen que las parcelas se asignan para satisfacer primariamente las necesidades de autoabastecimiento de los hogares. Esto se traduce en que el 90% de los predios que conforman nuestra muestra localizadas en las zonas de influencia de las ANP sean menores a 3 Ha.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> El restante 10% tiene extensiones mayores en virtud del reconocimiento de derechos en terrenos adquiridos antes del establecimiento de ambas áreas (2004 para la RN Allpahuayo Mishana y 2010 para el ACR Alto Nanay)



**Figura 02.** Contribución estimada de las comunidades a la demanda por tierras clareadas

Nuestros resultados nos permiten inferir que el menor tamaño de estos predios lleva a los hogares a realizar un uso más intensivo (búsqueda de mayores rendimientos por Ha) de sus parcelas pequeñas en relación a los hogares que cuentan con parcelas mayores. Esto aparentemente influenciado también por el efecto limitado que tienen las actividades de aprovechamiento de madera y otros PNFM, promovidas como sustitutos de la actividad agrícola en estas comunidades participantes en las iniciativas de conservación. Este hallazgo es coherente con Cardozo (2011) que reporta la persistencia de altos niveles de dependencia de la agricultura en los hogares afectados por el establecimiento de la RN Allpahuayo Mishana. En este sentido, factores como la limitada participación de los miembros de la comunidad en las actividades alternativas promovidas, ligeros aumentos en el flujo de la migración hacia estas comunidades, el crecimiento demográfico interno y la inelasticidad de la oferta de los productos de las tierras clareadas (plátano, yuca y maíz) podrían llevar a que las restricciones impuestas para evitar la extensión de áreas clareadas en tales comunidades estén siendo poco efectivas (Angelsen & Kaimowitz, 1999).

La intensificación de la agricultura viene siendo influenciada por las iniciativas de conservación de la cuenca. Este enfoque difiere de los sistemas de producción agrícola más tradicionales presentes en la Amazonia baja peruana (e inclusive en las comunidades no aledañas a las ANP del área de estudio) y que han sido descritos en Padoch *et al.* (1985), los cuales tienen por características ser más complejos y extensivos en el uso de la tierra. Estos sistemas basados en el manejo cíclico de purmas (*purmas* o *barbechos*) y cultivos anuales usualmente han sido vistos usualmente como modelos no sostenibles por su aparente ineficiencia e impactos ambientales negativos debido a su contribución a la incidencia de prácticas como la corta de árboles, quema de terrenos y uso de técnicas destructivas de deshierbo (Thrupp *et al.*, 1997). Sin embargo, los altos niveles de biodiversidad presentes en estos sistemas así como las posibilidades de diversificación de ingresos que ofrece a los hogares que los manejan (Padoch *et al.*, 1985; De Jong, 1996; Coomes & Burt, 1997), posicionan a este tipo de sistemas como un enfoque de conservación preferible frente a los riesgos que supone la promoción de modelos de agricultura intensivos en la región Amazónica (Padoch & Pinedo-Vasquez, 2010).

#### **4.4. Viabilidad económica del manejo cíclico de purmas: una primera aproximación**

El manejo planificado de las purmas se constituye en una estrategia importante con potencial de generar impactos ambientales y económicos positivos en el ámbito de la Amazonía Peruana (Panduro-Murrieta, 2007; Padoch & Pinedo-Vasquez, 2010; Wood *et al.*, 2016). De manera particular, en el ámbito del área de estudios se han promovido estrategias de agricultura sostenible basados justamente en el manejo de purmas combinándolo con otras actividades complementarias como la acuicultura y la actividad pecuaria de crianza de aves. A continuación se replican los resultados obtenidos en el análisis económico realizado por Panduro-Murrieta (2007) sobre la rentabilidad a nivel familiar de las actividades promovidas en las comunidades de la cuenca del Nanay en el marco de la segunda fase del Proyecto Biodiversidad Amazónica - BIODAMAZ (periodo 2005-2007).

**Tabla 07.** Rentabilidad de las actividades con potencial a ser promovidas en la cuenca del Nanay

<b>Actividad</b>	<b>Horizonte temporal (en años)</b>	<b>Extensión requerida (en Ha.)</b>	<b>VAN (en S/.)</b>
Cultivos anuales (yuca, plátano)	1	1	2,080.00
Frutales varios	20	1	8,732.00
Pecuario (avícola)	1	0.25	487.00
Acuicultura	1	0.15	1,320.00
Forestal	40	1	10,715.00
<b>Total</b>		<b>3.4</b>	<b>23,334.00</b>

**Fuente:** Panduro-Murrieta (2007)

La tasa de descuento anual utilizada corresponde al 10% anual. Basados en dicho análisis, el autor proyecta que una familia podría llegar a generar ingresos mensuales promedios de hasta S/. 1,944.50 durante un periodo de 40 años. Este monto es sustancialmente superior a los S/.450.00 que el autor proyecta que podría generar en promedio mensualmente una familia en la misma área usando un manejo convencional durante el mismo horizonte de evaluación (Panduro-Murrieta, 2007).

Como se puede apreciar en la misma tabla aplicación de la propuesta requiere parcelas con extensiones mayores a 3 Ha., razón por la cual en caso se implementasen con las comunidades aledañas a las áreas protegidas del área de estudio se requiere un proceso de planificación conjunta con los actores involucrados con la gestión de los recursos naturales en la cuenca que incluye además de las propias comunidades, al Sernanp y el Gobierno Regional de Loreto.

## **5. Conclusiones y recomendaciones**

El presente estudio contribuye al entendimiento de los factores que influyen y determinan las decisiones sobre los usos del suelo en los hogares ribereños de la Amazonía peruana. En este sentido, a diferencia de otros estudios sobre los determinantes del uso de la tierra y sus cambios desarrollados en otros ámbitos de la región amazónica caracterizados por el uso de unidades cartográficas (píxeles) para el análisis (Gutiérrez-Vélez *et al.*, 2011; Almeyda Zambrano *et al.*, 2010), en la presente investigación nos hemos enfocado en las decisiones tomadas a nivel de los hogares ribereños. Esta perspectiva presenta ventajas en el diseño de políticas vinculadas al uso de la tierra dado que nos permite realizar

conjeturas basadas en la teoría económica para entender mejor la lógica detrás de tales decisiones (Irwin & Geoghegan, 2001).

Los resultados del modelo multinivel estimado nos indican que factores climáticos (menores niveles de precipitación y altitud) y el tamaño del predio influyen significativamente en la demanda de tierras clareadas de los hogares. Respecto al tamaño, el aumento marginal de 1 Ha en el tamaño de las parcelas tienen un efecto promedio negativo significativo equivalente al 4.13%, aunque el clareo de áreas para el establecimiento de pastos es también un patrón observado en las parcelas mayores de la cuenca, explicitado por la significancia en el respectivo coeficiente del modelo econométrico. Asimismo en cuanto a patrones socioeconómicos, los hogares más pobres con mayor disponibilidad de mano de obra familiar requieren de más áreas clareadas. Finalmente, en términos agregados la participación de las comunidades en las iniciativas de conservación llevadas a cabo en el área de estudio han influido en la menor demanda por tierras clareadas (equivalente en promedio a una disminución del 25%) que presentan los hogares involucrados en estas iniciativas.

Nuestros resultados descriptivos sugieren una relación directa significativa entre el género femenino de las jefas del hogar y la tenencia de parcelas mayores. Sin embargo, a pesar que el modelo multinivel estima un efecto positivo de esta variable (en promedio equivalente al 4.77%) en la demanda por tierras clareadas, aunque esta no es estadísticamente significativa. Este resultado confirma la preferencia de parte de los propietarios de las parcelas mayores de transferir la propiedad de estos terrenos hacia las hijas por ser las de mayor cercanía a los padres cuando estos llegan a una edad mayor. Por otro lado, este aspecto también visibiliza una mayor migración de parte de los jóvenes de género masculino desde las áreas rurales de la cuenca a la ciudad de Iquitos en busca de estudio y oportunidades laborales.

Los resultados del presente estudio evidencian una relación existente entre la implementación de las iniciativas de conservación presentes en la cuenca y la incidencia de la intensificación de las parcelas agrícolas. La intensificación agrícola puede resultar como una estrategia poco efectiva contra la deforestación en el contexto del área de estudio; el cual se caracteriza por la limitada participación de los hogares en las actividades sostenibles promovidas por las iniciativas de conservación, aumentos de los

flujos migratorios a estas comunidades, el propio crecimiento demográfico y la inelasticidad de la oferta de los productos agrícolas provenientes de tierras clareadas (Angelsen & Kaimowitz, 1999). Aún más, la implementación de iniciativas de conservación basadas en consolidar formas más tradicionales de producción persistentes en la Amazonía peruana tienen un alto potencial para armonizar la sostenibilidad de la provisión de los servicios ecosistémicos y mejorar el bienestar de la población local (Padoch *et al.*, 1985; De Jong, 1996; Coomes & Burt, 1997).

En este sentido, recomendamos que las actuales iniciativas de conservación en la cuenca adopten y promuevan el enfoque de agricultura tradicional basado en el manejo cíclico de *purmas* (Dourojeanni, 1980), permitiendo así a los hogares involucrados a consolidar sus medios de vida mediante estos sistemas productivos que permiten un manejo más sostenible de la tierra y una mayor resiliencia socioeconómica a los hogares. Ello implica que el Estado, a través de sus entes correspondientes (Sernanp y Gobierno Regional) debe contribuir flexibilizando las regulaciones innecesarias que limitan la práctica de este tipo de agricultura en las comunidades involucradas en el manejo de los recursos naturales en las ANP de la cuenca del Nanay. Como se ha explicado anteriormente, tales limitaciones se basan en el enfoque de subsistencia que prima en el otorgamiento de las parcelas en las comunidades involucradas en las iniciativas de conservación, y que en última instancia, se traducen en el otorgamiento de parcelas muy pequeñas para el manejo cíclico de *purmas* y la instalación de sistemas de producción perennes. Nuestro estudio además encuentra que la aplicación de tal enfoque viene contribuyendo a fomentar una mayor demanda relativa por tierras clareadas en el área de estudio. Ante ello, los hogares y sus representantes comunales deben de participar, conjuntamente con los entes gubernamentales encargados en los procesos de planificación futuro de ambas iniciativas definiendo el tamaño de parcela óptimo por cada comunidad para permitir y garantizar el manejo cíclico de tierras antes mencionado. Además, es importante que en estos procesos de planificación se garantice la participación femenina en la toma de decisiones por ser un aspecto primordial en las estrategias de reducción de la pobreza particularmente en el área de estudios.

Finalmente, los modelos multinivel o jeraquizados se constituyen en una herramienta innovadora y bastante útil para evaluar los efectos de diversos factores que actúan a diferentes niveles en las decisiones sobre los usos de la tierra. En este sentido, su

aplicación en análisis de los determinantes de la deforestación y otros cambios de uso de la tierra es bastante pertinente; y tiene además el potencial de contribuir a brindar importantes hallazgos para el diseño de mejores políticas públicas que armonicen el bienestar de las comunidades amazónicas y la conservación de sus ecosistemas, garantizando así la provisión sostenible de los servicios que estos último brindan tanto a nivel local como globalmente.

## **6. Plan de incidencia**

Loa autores del presente estudio consideramos que sus resultados son relevantes para para la mejora de la gestión pública relacionada directa o indirectamente con el uso del suelo en el área de estudio. Entre los actores interesados en los resultados que la investigación ofrece hemos identificado a:

- Las autoridades comunales de los centros poblados del área de estudio.
- Organizaciones del sector público, como por ejemplo el Sernanp, las Gerencias de Desarrollo Económico y Recursos Naturales del Gobierno Regional de Loreto, el IIAP, los Municipios Distritales de Punchana, San Juan, Alto Nanay y la Municipalidad Provincial de Maynas.
- Organizaciones privadas como ONG de conservación que vienen trabajando en el área de estudio (Pronaturaleza, Cedia, NCI, etc); y empresas de hidrocarburos que vienen realizando trabajos de exploración en áreas aledañas a la cuenca.
- La sociedad civil en Iquitos principalmente, debido a la importancia del área de estudios por su aprovisionamiento de agua potable y otros servicios ecosistémicos relevantes.
- Organizaciones indígenas como AIDSESEP o COICA, dada la presencia de este tipo de comunidades en el área de estudios.

Considerando estos aspectos, creemos que podrían desarrollarse dos eventos posteriores para la difusión y socialización de los resultados, los cuales serían:

1. Un foro regional de socialización de resultados. A este evento se invitaría a las diversas gerencias interesadas del Gobierno Regional así como a los representantes de los diversos municipios mencionados anteriormente y autoridades comunales de la cuenca en estudio.



2. Un evento de ámbito nacional para analizar el efecto de las políticas públicas en el uso del suelo. A tal evento asistirían los Ministerios de Ambiente, de Agricultura y de Energía y Minas.

Para la realización de tales eventos se buscaría el apoyo de los actores involucrados en la gestión de los recursos naturales de la cuenca para establecer lineamientos que permitan armonizar el bienestar socioeconómico de las comunidades con las iniciativas para conservar los recursos naturales presentes en el área de estudio. A continuación en la Tabla 08 se presenta un cronograma tentativo para la realización de dichos eventos a partir del segundo semestre del presente año. Se asume que el evento nacional podría realizarse en el marco Seminario Anual del CIES 2016.

**Tabla 08.** Cronograma del Plan de incidencia

Actividades	Año 2016					
	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Organización de evento regional						
Evento regional de presentación de resultados						
Organización de evento de ámbito nacional						
Evento de ámbito nacional						

## 7. Referencias bibliográficas

- Almeyda Zambrano, A., Broadbent, E., Schmink, M., Perz, S., & Asner, G. (2010). Deforestation drivers in Southwest Amazonia: Comparing smallholder farmers in Iapari, Peru, and Assis Brasil, Brazil. *Conservation and Society*, 8(3), 157. doi: 10.4103/0972-4923.73805
- Angelsen, A., & Kaimowitz, D. (1999). Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. *The World Bank Research Observer*, 14(1), 73-98.
- Anselin, L. (2002). Under the hood issues in the specification and interpretation of spatial regression models. *Agricultural Economics*, 27(3), 247-267.
- Barbieri, A. F., Bilsborrow, R. E., & Pan, W. K. (2006). Farm Household Lifecycles and Land Use in the Ecuadorian Amazon. *Popul Environ*, 27(1), 1-27. doi: 10.1007/s11111-005-0013-y
- Barona, E., Ramankutty, N., Hyman, G., & Coomes, O. T. (2010). The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, 5(2), 024002. doi: 10.1088/1748-9326/5/2/024002
- Brondízio, E. S., Cak, A., Caldas, M. M., Mena, C., Bilsborrow, R., Futemma, C. T., . . . Batistella, M. (2013). Small Farmers and Deforestation in Amazonia. In M. Keller, M. Bustamante, J. Gash & P. Silva Dias (Eds.), *Amazonia and global change* (pp. 117-143): American Geophysical Union.
- Cameron, C., & Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics : methods and applications*: Cambridge University Press.
- Cardozo, M. (2011). Economic displacement and local attitude towards protected area establishment in the Peruvian Amazon. *Geoforum*, 42(5), 603-614. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.04.008>
- Carr, D. L. (2004). Proximate Population Factors and Deforestation in Tropical Agricultural Frontiers. *Popul Environ*, 25(6), 585-612. doi: 10.1023/B:POEN.0000039066.05666.8d
- Carr, D. L., Bilsborrow, R. E., Pan, W. K., Suchindran, C., Murtinho, F., Barbieri, A., & Whitmore, T. M. (2008). *Un análisis multinivel de población y deforestación en el Parque Nacional Sierra de Lacandón (Petén, Guatemala)*. Paper presented at the Documents d'anàlisi geogràfica.

- Castro, I., Vilca Tello, J., & Rojas Tuanama, R. (2005). *La deforestación en la region Loreto*. UNAP - Escuela de Post Grado. Iquitos, Peru.
- Cattaneo, A. (2001). A General Equilibrium Analysis of Techonology, Migration and Deforestation in the Brazilian Amazon. In A. Angelsen & D. Kaimowitz (Eds.), *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation* (pp. 69-90). Wallington, Oxon, UK: CABI Publishing in association with CIFOR.
- Caviglia-Harris, J. L. (2004). Household production and forest clearing: the role of farming in the development of the Amazon. *Environment and Development Economics*, 9(02), 181-202. doi: doi:10.1017/S1355770X03001165
- Caviglia-Harris, J. L., & Harris, D. W. (2008). Integrating survey and remote sensing data to analyze land use at a fine scale: insights from agricultural households in the Brazilian Amazon. *International Regional Science Review*, 31(2), 115-137.
- Caviglia-Harris, J. L., & Sills, E. O. (2005). Land use and income diversification: comparing traditional and colonist populations in the Brazilian Amazon. *Agricultural Economics*, 32(3), 221-237. doi: 10.1111/j.1574-0862.2005.00238.x
- COFOPRI. (2009). Directorio de comunidades campesinas del Perú 2009 (05/2009 ed.): Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Coomes, O. T. (1996). *Income formation among Amazonian peasant households in northeastern Peru: empirical observations and implications for market-oriented conservation*. Paper presented at the Yearbook. Conference of Latin Americanist Geographers.
- Coomes, O. T., & Burt, G. J. (1997). Indigenous market-oriented agroforestry: dissecting local diversity in western Amazonia. *Agroforestry Systems*, 37(1), 27-44. doi: 10.1023/A:1005834816188
- Coomes, O. T., Grimard, F., & Burt, G. J. (2000). Tropical forests and shifting cultivation: secondary forest fallow dynamics among traditional farmers of the Peruvian Amazon. *Ecological Economics*, 32(1), 109-124. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00066-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00066-X)
- Chasco, C., & Le Gallo, J. (2012). Hierarchy and spatial autocorrelation effects in hedonic models. *Economics Bulletin*, 32(2), 1474-1480.

- Chomitz, K. M., & Thomas, T. S. (2003). Determinants of Land Use in Amazônia: A Fine-Scale Spatial Analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(4), 1016-1028. doi: 10.1111/1467-8276.00504
- De Janvry, A., Fafchamps, M., & Sadoulet, E. (1991). Peasant household behaviour with missing markets: some paradoxes explained. *The Economic Journal*, 1400-1417.
- De Jong, W. (1996). Swidden-fallow agroforestry in Amazonia: diversity at close distance. *Agroforestry Systems*, 34(3), 277-290. doi: 10.1007/BF00046928
- Dong, G., Harris, R., Jones, K., & Yu, J. (2015). Multilevel Modelling with Spatial Interaction Effects with Application to an Emerging Land Market in Beijing, China. *PLoS One*, 10(6), e0130761. doi: 10.1371/journal.pone.0130761
- Dourojeanni, M. J. (1980). Aprovechamiento del barbecho forestal en áreas de agricultura migratoria en la Amazonia peruana. *Revista forestal del Perú*, 14(2), 15-61.
- Fearnside, P. M. (1997). Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics*, 20(1), 53-70. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(96\)00066-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(96)00066-3)
- Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation: Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *BioScience*, 52(2), 143-150. doi: 10.1641/0006-3568(2002)052[0143:pcaudf]2.0.co;2
- Goldstein, H. (1999). *Multilevel Statistical Models*. London: Institute of Education.
- Greene, W. (1999). *Análisis econométrico* (Third ed.). Madrid, España: Prentice-Hall Inc.
- Gutiérrez-Vélez, V. H., DeFries, R., Pinedo-Vásquez, M., Uriarte, M., Padoch, C., Baethgen, W., . . . Lim, Y. (2011). High-yield oil palm expansion spares land at the expense of forests in the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters*, 6(4), 044029. doi: 10.1088/1748-9326/6/4/044029
- Hoshino, S. (2001). Multilevel modeling on farmland distribution in Japan. *Land Use Policy*, 18(1), 75-90. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0264-8377\(00\)00048-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0264-8377(00)00048-X)
- IBC. (2012). *Directorio de Comunidades Nativas del Perú 2012* (1 ed.).

- IIAP. (2002). *PROPUESTA DE ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA DE LA CUENCA DEL RIO NANAY-Medio Socioeconómico*. (IV).
- IIAP. (2009a). DIAGNÓSTICO Y MARCO ESTRATÉGICO PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE LA CUENCA DEL RÍO NANAY, LORETO *Foro Peruano para el Agua* (Documento en revisión ed., pp. 109). Iquitos, Perú.
- IIAP. (2009b). *Evaluación de la Economía Familiar en Bosques Inundables de la Amazonía Peruana. Estudio de caso: Pihuicho Isla (Isla Muyuy)*. Iquitos, Peru: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- INEI. (2010). *Directorio Nacional de Centros Poblados* (Vol. Tomo IV). Lima, Peru: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI.
- INEI. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados Definitivos*.: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Ministerio de Agricultura y Riego.
- INRENA. (2005). *Plan Maestro de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana 2006-2010*. Iquitos, Peru: Instituto Nacional de Recursos Naturales.
- Irwin, E. G., & Geoghegan, J. (2001). Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1–3), 7-24. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00200-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00200-6)
- Jones, D. W., Dale, V. H., Beauchamp, J. J., Pedlowski, M. A., & O'Neill, R. V. (1995). Farming in Rondônia. *Resource and Energy Economics*, 17(2), 155-188. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0928-7655\(94\)00011-8](http://dx.doi.org/10.1016/0928-7655(94)00011-8)
- Kaimowitz, D., & Smith, J. (2001). Soybean Technology and the Loss of Natural Vegetation in Brazil and Bolivia. In A. Angelsen & D. Kaimowitz (Eds.), *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation* (pp. 195-212).
- Kolenikov, S., & Angeles, G. (2004). The use of discrete data in PCA: theory, simulations, and applications to socioeconomic indices. *Chapel Hill: Carolina Population Center, University of North Carolina*.
- L'Roe, J., & Naughton-Treves, L. (2014). Effects of a policy-induced income shock on forest-dependent households in the Peruvian Amazon. *Ecological Economics*, 2014(97), 1-9. doi: 10.1016/j.ecolecon.2013.10.017

- Lu, F., Gray, C., Bilsborrow, R. E., Mena, C. F., Erlien, C. M., Bremner, J., . . . Walsh, S. J. (2010). Contrasting colonist and indigenous impacts on amazonian forests. *Conserv Biol*, 24(3), 881-885. doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.01463.x
- Lucich, I. M., Villena, M. G., & Quinteros, M. J. (2015). Transportation costs, agricultural expansion and tropical deforestation: Theory and evidence from Peru. *Ciencia e investigación agraria*, 42, 153-169.
- Müller, R., Müller, D., Schierhorn, F., Gerold, G., & Pacheco, P. (2011). Proximate causes of deforestation in the Bolivian lowlands: an analysis of spatial dynamics. *Regional Environmental Change*, 12(3), 445-459. doi: 10.1007/s10113-011-0259-0
- Orford, S. (2000). Modelling Spatial Structures in Local Housing Market Dynamics: A Multilevel Perspective. *Urban Studies*, 37(9), 1643-1671. doi: 10.1080/00420980020080301
- Overmars, K. P., & Verburg, P. H. (2006). Multilevel modelling of land use from field to village level in the Philippines. *Agricultural Systems*, 89(2-3), 435-456. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2005.10.006>
- Pacheco, P., Wood, C., & Porro, R. (2002). Deforestation and forest degradation in lowland Bolivia. *Deforestation and land use in the Amazon*, 66-94.
- Padoch, C., Inuma, J. C., De Jong, W., & Unruh, J. (1985). Amazonian agroforestry: a market-oriented system in Peru. *Agroforestry Systems*, 3(1), 47-58. doi: 10.1007/BF00045738
- Padoch, C., & Pinedo-Vasquez, M. (2010). Saving Slash-and-Burn to Save Biodiversity. *Biotropica*, 42(5), 550-552. doi: 10.1111/j.1744-7429.2010.00681.x
- Pan, W. K. Y., & Bilsborrow, R. E. (2005). The use of a multilevel statistical model to analyze factors influencing land use: a study of the Ecuadorian Amazon. *Global and Planetary Change*, 47(2-4), 232-252. doi: 10.1016/j.gloplacha.2004.10.014
- Panduro-Murrieta, Y. (2007). *Mejoramiento de los sistemas productivos tradicionales en unidades productivas familiares de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, incorporando principios agroecológicos*. Proyecto BIODAMAZ - IIAF. Iquitos, Perú.
- Paterson, L., & Goldstein, H. (1991). New statistical methods for analysing social structures: an introduction to multilevel models. *British educational research journal*, 17(4), 387-393.

- Pattanayak, S., Evan Mercer, D., Sills, E., & Yang, J.-C. (2003). Taking stock of agroforestry adoption studies. *Agroforestry Systems*, 57(3), 173-186. doi: 10.1023/A:1024809108210
- Perz, S. G. (2001). Household demographic factors as life cycle determinants of land use in the Amazon. *Population Research and Policy Review*, 20(3), 159-186.
- Perz, S. G., Wood, C., & Porro, R. (2002). Population growth and net migration in the Brazilian Legal Amazon, 1970-1996. *Deforestation and land use in the Amazon*, 107-129.
- Pfaff, A. S. (1999). What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? *Journal of Environmental Economics and Management*, 37, 2643.
- Pichon, F. J. (1997). Colonist Land-Allocation Decisions, Land Use, and Deforestation in the Ecuadorian Amazon Frontier. *Economic Development and Cultural Change*, 45(4), 707-744. doi: 10.1086/452305
- Polsky, C., & Easterling III, W. E. (2001). Adaptation to climate variability and change in the US Great Plains:: A multi-scale analysis of Ricardian climate sensitivities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1-3), 133-144. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00180-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00180-3)
- Rabe-Hesketh, S., & Skrondal, A. (2008). *Multilevel and longitudinal modeling using Stata* (Second ed.): STATA press.
- Rabe-Hesketh, S., Skrondal, A., & Pickles, A. (2004). *GLLAMM Manual* (Vol. Working Paper 160): U.C. Berkeley Division of Biostatistics.
- Rabe-Hesketh, S., Skrondal, A., & Pickles, A. (2005). Maximum likelihood estimation of limited and discrete dependent variable models with nested random effects. *Journal of Econometrics*, 128(2), 301-323. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.08.017>
- San Román, J. (1994). *Perfiles históricos de la Amazonia Peruana* (Segunda ed.). Iquitos, Perú: CETA, CAAAP, IIAP.
- Sills, E. O., Lele, S., Holmes, T. P., & Pattanayak, S. K. (2003). Nontimber forest products in the rural household economy *Forests in a market economy* (pp. 259-281): Springer.

- Singh, I., Squire, L., & Strauss, J. (1986). The basic model: theory, empirical results, and policy conclusions. *Agricultural Household Models-Extensions, Applications, and Policy*, Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Takasaki, Y., Barham, B. L., & Coomes, O. T. (2001). Amazonian Peasants, Rain Forest Use, and Income Generation: The Role of Wealth and Geographical Factors. *Society & Natural Resources*, 14(4), 291-308. doi: 10.1080/08941920120690
- Thrupp, L. A., Hecht, S., Browder, J. O., Lynch, O. J., Megateli, N., & O'Brien, W. (1997). *The diversity and dynamics of shifting cultivation: Myths, realities, and policy implications*: World Resources Institute Washington, DC.
- Vance, C., & Iovanna, R. (2006). Analyzing spatial hierarchies in remotely sensed data: Insights from a multilevel model of tropical deforestation. *Land Use Policy*, 23(3), 226-236. doi: 10.1016/j.landusepol.2005.02.002
- Verburg, P. H., Schol, P. P., Dijst, M. J., & Veldkamp, A. (2004). Land use change modelling: current practice and research priorities. *GeoJournal*, 61, 309-324.
- Vosti, S. A., Braz, E. M., Carpentier, C. L., d'Oliveira, M. V. N., & Witcover, J. (2003). Rights to Forest Products, Deforestation and Smallholder Income: Evidence from the Western Brazilian Amazon. *World Development*, 31(11), 1889-1901. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.06.001>
- Wood, S. L. R., Rhemtulla, J. M., & Coomes, O. T. (2016). Intensification of tropical fallow-based agriculture: Trading-off ecosystem services for economic gain in shifting cultivation landscapes? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 215, 47-56. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.005>



# ANEXOS

**Anexo 01. Comunidades rurales consideradas en el estudio**

No.	Zona/comunidad	Cuenca	Hogares	No.	Zona/comunidad	Cuenca	Hogares	
<b>Cuenca Alta</b>				<b>Cuenca media</b>				
1	Nueva York (*)	Momón	30	33	Nuevo Paraíso	Momón	12	
2	Maynas	Momón	18	34	Hipólito Unanue	Momón	9	
3	Almirante Guisse (*)	Momón	22	35	Roca Fuerte (*)	Momón	17	
4	Punto Alegre (*)	Momón	18	36	Anguilla (*)	Nanay	16	
5	Agrario Shimbillo	Momón	37	37	15 de abril	Nanay	21	
6	Sargento Lores	Momón	63	38	El Provenir	Nanay	15	
7	San Luis Vista Alegre	Momón	28	39	Yuto	Nanay	7	
8	Puerto Alicia	Momón	15	40	Mishana (*)	Nanay	16	
9	Unión Familiar (*)	Momón	23	41	San Martín	Nanay	18	
10	Puca Urco (*)	Nanay	26	42	Libertad(*)	Nanay	57	
11	Diamante Azul (*)	Nanay	100	43	Shiriara (*)	Nanay	51	
12	Ungurahual (**)	Nanay	30	44	Ayacucho	Nanay	11	
13	Salvador Pava (*)	Nanay	21	45	Yarina (*)	Nanay	22	
14	Nuevo Loreto	Nanay	11	46	Maravilla (*)	Nanay	21	
15	Pisco (*)	Nanay	11	47	Lagunas (*)	Nanay	15	
16	Tres Unidos (*)	Nanay	20	48	Samito (*)	Nanay	121	
17	Villa Flor (*)	Nanay	26	<b>Total cuenca media</b>			<b>534</b>	
18	Nuevo Porvenir (*)	Nanay	28	<b>Cuenca Baja</b>				
19	Buena Vista (*)	Nanay	17	49	Centro Fuerte (*)	Momón	30	
20	Atalaya (**)	Nanay	52	50	Puerto Gen Gen (*)	Momón	18	
21	San Antonio (**)	Nanay	45	51	Flor de Agosto (*)	Momón	22	
22	San Juan de Raya (*)	Nanay	9	52	Santa Rosa	Momón	18	
23	Esperanza	Nanay	2	53	Porvenir	Momón	37	
24	Saboya (*)	Nanay	23	54	Progreso (*)	Momón	63	
25	Triunfo (*)	Nanay	25	55	Fray Martín	Momón	28	
26	Miraflores	Nanay	12	56	Nueva Primavera	Momón	15	
27	Monte Calvario (*)	Nanay	10	57	San Andrés (**)	Momón	23	
<b>Total cuenca alta</b>			<b>1426</b>	58	Manacamiri	Nanay	113	
<b>Cuenca Media</b>				59	Santa Rita	Nanay	81	
28	Almirante Grau	Momón	8	<b>Total cuenca media</b>			<b>448</b>	
29	Grau Pampa Hermosa	Momón	16	<b>Total población</b>				<b>2408</b>
30	Sto Tomas Capironal	Momón	19					
31	San Juan de Polis	Momón	48					
32	Ocho de Setiembre	Momón	14					

(\*) Comunidad Campesina, (\*\*) Comunidad Indígena

**Anexo 02.** Revisión de aplicaciones de modelos multinivel en el análisis de decisiones sobre el uso de la tierra

Autor (Año)	Área geográfica/país del estudio	Metodología	Resultados relevantes	Conclusiones/ Recomendaciones de política
Hoshino (2001)	Japón	El autor busca identificar los factores que determinan la extensión de las tierras de cultivo a través de un modelo de dos niveles (municipios y prefecturas). Estos resultados son comparados con los de regresiones lineales aplicadas en ambos niveles.	Los resultados de los modelos lineales presentan dificultades para capturar efectos de algunas variables importantes en la distribución de los usos de suelo en la medida que son agregados a mayores niveles.  Los efectos más importantes identificados por el modelo multinivel están referidos a aspectos topográficos del terreno y de prácticas agronómicas.	El autor recomienda usar modelos multinivel para el análisis de políticas vinculadas al uso de la tierra basado en las dificultades que los modelos lineales tienen para capturar tales efectos.
Pan & Bilsborrow (2005)	Amazonía ecuatoriana	Los autores buscan analizar los factores que determinan la proporción de las propiedades para cada uno de los diferentes usos de suelo identificados en las parcelas del área de estudio usando un modelo limitado ( <i>constrained multilevel model</i> ) de dos niveles: hogar y comunidad.	Los resultados muestran la significancia de factores estructurales (demográficos, geográficos y ecológicos) en cinco categorías de usos del suelo presentes en las fincas de la muestra: bosques, pastos, cultivos anuales, perenes, otros.  Por otro lado, a diferencia de estudios anteriores el estudio determina a la comunidad como un segundo nivel de agregación, descartando la jerarquización en unidades geopolíticas (municipios, provincias, prefecturas, etc.)	Los autores recomiendan algunas consideraciones para el futuro uso de modelos multinivel para analizar patrones en el uso de la tierra:  1) Probar modelos alternativos. 2) Controlar por la autocorrelación espacial. 3) Recoger datos confiables en niveles de jerarquización

mayores.

- 4) Buscar mejores formas para integrar los datos cartográficos con los demográficos y socioeconómicos.

---

Vance & Iovanna (2006)	México	En este caso los autores buscan estimar los determinantes de la deforestación a través de un modelo multinivel que explicita dos niveles: pixel y parcela/hogar. El componente aleatorio además incluye dos variables binarias: propiedad de vehículos y motosierra como slopes.	El modelo encuentra que la posesión de vehículos y motosierras afectan de manera positiva la incidencia de deforestación en los pixeles.  Asimismo debido a la presencia de inconsistencias en el sentido de algunas variables asume que su modelo podría presentar problemas de autocorrelación espacial a nivel de parcelas.	Los autores concluyen destacando el potencial que los modelos jerárquicos ofrecen para el análisis de los usos de los suelos. Asimismo, destacan la dificultad que los modelos de un solo nivel tienen para explicar el efecto de algunas variables de manera precisa.
Carr <i>et al.</i> (2008)	Petén, Guatemala	Los autores buscan principalmente estimar el efecto de variables demográficas en la deforestación en las fincas del área de estudio (Parque Nacional de Sierra del Lacandón). El modelo asimismo incluye variables a nivel de la comunidad	Los autores encuentran que las variables demográficas tienen un alto poder explicativo para determinar por sí solos los patrones de deforestación presentes en las comunidades del área de estudio.  Sin embargo, la inclusión de la población de la comunidad como pendiente en el componente aleatorio del modelo mejora su ajuste.	Los autores concluyen la importancia del análisis de los factores demográficos a distintos niveles para análisis los patrones de deforestación en contextos similares.

---

**Anexo 03.** Matriz de correlación entre las variables consideradas en el modelo

	<i>agric</i>	<i>origen</i>	<i>educ_enc</i>	<i>gen_enc</i>	<i>trabajo</i>	<i>herr.</i>	<i>ing_noa</i>	<i>ing_ext</i>	<i>ing_agr</i>	<i>Riqueza</i>	<i>Dist.</i>	<i>tam_predio</i>	<i>Altitud</i>	<i>Prec.</i>	<i>area_prot</i>	<i>tit_ind</i>	<i>tit_camp</i>
<i>agric</i>	1.00																
<i>origen</i>	-0.08	1.00															
<i>educ_enc</i>	0.05	-0.14	1.00														
<i>gen_enc</i>	-0.05	-0.07	0.04	1.00													
<i>trabajo</i>	0.07	-0.10	0.00	-0.02	1.00												
<i>herr.</i>	0.14	-0.01	-0.04	-0.01	0.18	1.00											
<i>ing_noa</i>	0.15	-0.10	0.19	0.00	0.15	0.03	1.00										
<i>ing_ext</i>	0.24	0.00	0.01	-0.08	0.02	0.32	-0.07	1.00									
<i>ing_agr</i>	-0.17	0.03	0.02	0.05	0.11	-0.09	-0.12	-0.07	1.00								
<i>Riqueza</i>	-0.04	0.03	-0.06	-0.07	-0.15	0.18	0.02	0.06	-0.05	1.00							
<i>Distancia</i>	0.13	0.02	-0.26	-0.12	-0.25	0.23	-0.35	0.25	-0.28	0.27	1.00						
<i>tam_predio</i>	-0.64	0.05	-0.09	0.17	-0.02	-0.08	0.05	-0.22	0.14	0.00	-0.19	1.00					
<i>Altitud</i>	-0.30	0.07	-0.21	-0.01	-0.17	0.10	-0.15	0.05	-0.04	0.07	0.29	0.18	1.00				
<i>Prec.</i>	-0.43	0.00	0.00	0.19	0.10	-0.15	0.04	-0.06	0.13	-0.16	-0.50	0.49	0.24	1.00			
<i>area_prot</i>	0.32	0.02	-0.18	-0.21	-0.21	0.17	-0.19	0.21	-0.18	0.17	0.69	-0.47	0.00	-0.64	1.00		
<i>tit_ind</i>	0.12	0.03	-0.19	-0.15	-0.11	0.20	-0.09	0.31	-0.13	0.17	0.35	-0.11	0.15	-0.05	0.45	1.00	
<i>tit_camp</i>	0.09	0.20	-0.08	-0.08	-0.24	0.00	-0.17	-0.08	-0.02	0.21	0.36	-0.25	-0.03	0.49	0.47	-0.37	1.00

**Anexo 04. Jefes del hogar por género y comunidad**

Centro Poblado	Río	Estatus	Gén. del jefe de hogar		Total hogares
			Masc.	Fem.	
Puerto Alicia	Momón	Caserío	11	5	16
Union Familiar	Momón	Caserío	6	0	6
Sargento Lores	Momón	Caserío	18	8	26
Diamante Azul	Nanay	Com. campesina	21	0	21
Saboya	Nanay	Com. campesina	6	0	6
Ungurahual	Nanay	Com. indígena	7	1	8
San Antonio	Nanay	Com. indígena	26	1	27
Atalaya	Nanay	Com. indígena	10	0	10
Monte Calvario	Nanay	Com. campesina	1	1	2
Nuevo Porvenir	Nanay	Com. campesina	3	1	4
Almirante Grau	Momón	Caserío	1	3	3
Hipolito Unanue	Momón	Caserío	7	1	8
Rocafuerte	Momón	Com. campesina	6	3	9
Libertad	Nanay	Com. campesina	29	2	31
Shiriara	Nanay	Com. campesina	13	2	14
Yarina	Nanay	Com. campesina	9	0	9
Mishana	Nanay	Com. campesina	4	0	4
Lagunas	Nanay	Com. campesina	2	1	3
Santa Rosa	Momón	Caserío	9	2	12
Centrofuerte	Momón	Com. Campesina	21	2	24
Santa Rita	Nanay	Caserío	21	0	21
Manacamiri	Nanay	Centro poblado	21	9	30
<b>Total</b>			<b>252</b>	<b>42</b>	<b>252</b>

**Anexo 05.** Ranking de las comunidades por su contribución a la demanda de tierras clareadas

Rank.	Comunidad	Componente aleatorio		¿Se encuentra en la zona de influencia de las AP? (☑=Si)
		Intercepto	Desv. Est.	
1.	Unión Familiar	-0.3080	0.1342	
2.	Yarina	-0.1542	0.1583	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Sargento Lores	-0.1323	.0702	
4.	Ungurahual	-0.1234	0.1585	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Libertad	-0.1117	0.1543	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Centro Fuerte	-0.0948	0.0714	
7.	Roca Fuerte	-0.0766	0.1137	
8.	Santa Rosa	-0.0507	0.0924	
9.	Puerto Alicia	-0.0473	0.0847	
10.	Mishana	-0.0450	0.1627	<input checked="" type="checkbox"/>
11.	Monte Calvario	-0.0372	0.1714	<input checked="" type="checkbox"/>
12.	Almirante Grau	-0.0151	0.1477	
13.	Diamante Azul	-0.0145	0.1550	<input checked="" type="checkbox"/>
14.	Hipólito Unanue	0.0076	0.1094	
15.	Shiriara	0.0177	0.1559	<input checked="" type="checkbox"/>
16.	Saboya	0.1116	0.1601	<input checked="" type="checkbox"/>
17.	San Antonio	0.1174	0.1543	<input checked="" type="checkbox"/>
18.	Santa Rita	0.1186	0.0742	
19.	Nuevo Porvenir	0.120	0.1632	<input checked="" type="checkbox"/>
20.	Lagunas	0.1602	0.1686	<input checked="" type="checkbox"/>
21.	Atalaya	0.2188	0.1575	<input checked="" type="checkbox"/>
22.	Manacamiri	0.3469	0.0655	