SSOAR

Open Access Repository
www.ssoar.info

Cambios en la agricultura y deforestación en la selva peruana: análisis basado en el IV Censo Agropecuario

Zegarra, Eduardo; Gayoso, Juan Pablo

Postprint / Postprint
Sammelwerksbeitrag / collection article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:
Zegarra, E., & Gayoso, J. P. (2015). Cambios en la agricultura y deforestación en la selva peruana: análisis basado en el IV Censo Agropecuario. In J. Escobal, R. Fort, & E. Zegarra (Eds.), *Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario* (pp. 225-284). Lima: GRADE Group for the Analysis of Development. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-51449-5

Nutzungsbedingungen:
Dieser Text wird unter einer CC BY-NC Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de

Terms of use:
This document is made available under a CC BY-NC Licence (Attribution-NonCommercial). For more Information see:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

gesis
Leibniz-Institut
für Sozialwissenschaften

Mitglied der
Leibniz-Gemeinschaft

Cuarto capítulo

Cambios en la agricultura y deforestación en la selva peruana: análisis basado en el IV Censo Agropecuario

Eduardo Zegarra
Juan Pablo Gayoso

Introducción

El IV Censo Nacional Agropecuario (2012) ha abierto nuevas oportunidades de investigación sobre temas clave del desarrollo nacional. Uno de ellos es, sin duda, el vínculo entre expansión agropecuaria y deforestación en la selva peruana. Aunque el propio proceso de deforestación de la selva tropical de la Amazonía peruana ha venido siendo investigado desde varios ángulos (Vergara y otros 2014), debido a la carencia de datos en un nivel de desagregación adecuado poco se ha podido saber hasta ahora sobre su relación con las dinámicas agropecuarias específicas.

El censo del 2012 viene a llenar este vacío al haber generado información censal en el nivel de unidades geográficas —sectores de empadronamiento agropecuario (SEA)— suficientemente pequeñas y georreferenciadas, lo que permite establecer el vínculo entre deforestación y uso de la tierra para fines agropecuarios en un grado razonable. Asimismo, las mediciones sobre la deforestación en la selva que desde el 2009 viene haciendo de modo sistemático el Ministerio del Ambiente (Minam 2014) —tomando como periodo base el año 2000 y utilizando una metodología rigurosamente establecida y documentada— constituyen también una pieza fundamental de información que permite estudiar en detalle los diversos factores potencialmente causantes de este fenómeno.

En este estudio, aprovechamos tanto el censo agropecuario del 2012 como la información recogida por Minam entre los años 2000-2011 para responder algunas preguntas sobre los impactos diferenciados que probablemente ha tenido la importante expansión agropecuaria en la deforestación durante este periodo. Lamentablemente, el censo del 2012 no es comparable con el de 1994 en el nivel de SEA porque estas unidades

no estaban disponibles para ese año. Sí lo es en el nivel de distritos, pero en la selva peruana, esta categoría constituye una unidad geográfica demasiado grande como para detectar de manera adecuada las relaciones —bastante localizadas— entre deforestación y uso agrario del suelo. Esta limitación nos impide utilizar en nuestras estimaciones variables de cambio en el uso del suelo para uso agrario entre 1994 y el 2012 —o variables de nivel en 1994—. Por ello, para este estudio nos centramos solo en la estructura de uso del suelo observada en el 2012, en el supuesto —fuerte— de que esta ha sido relativamente estable en los periodos en que analizamos su relación con la deforestación.

En el análisis de la relación entre uso del suelo con fines agropecuarios y deforestación, hemos observado atentamente tres rasgos claves de los agricultores, tomados del censo del 2012: a) la orientación de sus siembras hacia el mercado o el autoconsumo, b) el tamaño de sus explotaciones y c) el tipo de cultivos vigentes en el 2012. Las dos primeras caracterizaciones pueden considerarse un tanto más estructurales para el periodo de análisis 2000-2011, mientras que la tercera —orientación productiva en el año del censo— puede entenderse como más cambiante aun en plazos cortos. De todas formas, consideramos que estas tres dimensiones de la relación entre agricultura y deforestación nos ayudan a responder inicialmente algunas preguntas relevantes desde el punto de vista de las políticas públicas,[1] y también a abrir nuevas interrogantes que permitirán profundizar ulteriormente en la investigación en la materia. En buena medida, lo primero que es necesario saber es qué tipo de agricultores y qué cultivos han venido incidiendo más en los procesos de deforestación recientes observados en la Amazonía peruana.

En este contexto, nos parece importante presentar, previamente a las estimaciones del «modelo de deforestación», un análisis descriptivo agregado

1 Somos conscientes de que existen otras posibilidades para caracterizar la estructura agraria observada en el 2012, como las diversas formas jurídicas, de acceso y tenencia de la tierra; las condiciones tecnológicas; la prevalencia de la agricultura familiar o empresarial, y el acceso a los servicios públicos y privados de los agricultores, entre otras. En este estudio nos concentramos en estas tres dimensiones porque son las más generales —e inevitables— para la fase inicial de las investigaciones acerca de la relación entre deforestación y uso agropecuario del suelo en la selva. Se pueden —y se deben— realizar análisis posteriores referidos a otras dimensiones relevantes o de interés más específico para las políticas públicas.

y contextual sobre los grandes cambios en el uso y la estructura de acceso a la tierra agropecuaria observados en la selva peruana entre 1994 y el 2012. Este análisis se presenta en la *primera sección* de este capítulo, y se centra tanto en las dinámicas del uso y acceso a la tierra como en cambios en la estructura y la orientación productiva, establecidos sobre la base de la comparación entre ambos censos.

La *segunda sección* introduce un análisis descriptivo sobre la potencial relación entre la tasa de deforestación —estimada por el Minam para el periodo 2000-2011, con subperiodos 2000-2005, 2005-2009 y 2009-2011— y un conjunto de variables relevantes que pueden influir decisivamente en este proceso, tales como las características físicas del territorio, el acceso a los mercados, así como las condiciones institucionales, de migración y de uso del suelo para fines agropecuarios.

En la *tercera sección* presentamos y estimamos un modelo econométrico de regresión múltiple sobre la relación (condicionada) entre deforestación y uso agrario del suelo en la selva peruana en tres subperiodos de tiempo, controlando por variables relevantes. Los resultados de las estimaciones se presentan para los efectos específicos que cada una de las variables de mayor interés tiene en la deforestación observada.

La *cuarta y última sección* resume los hallazgos y las conclusiones del trabajo.

1. Cambios en el sector agrario de la selva[2] entre 1994 y el 2012[3]

En esta sección presentamos algunos cambios estructurales en el uso del suelo y en la producción agropecuaria en el periodo intercensal 1994-2012.

1.1. Cambios en el uso y acceso a la tierra de la selva

Durante las últimas dos décadas, la agricultura de la selva se ha expandido en forma significativa. El número de agricultores se ha incrementado de 318 000 en 1994 a 468 000 en el 2012, un crecimiento del 47%, mucho más elevado que en la costa (28%) y la sierra (23%). Este incremento fue más notorio en la selva alta (66%), mientras que en la selva baja llegó al 27%. En el 2012, los agricultores de la selva representaron el 21% de los agricultores del país, un aumento de 3 puntos respecto al 18% de 1994. Este fuerte crecimiento del número de agricultores se puede ver en el siguiente cuadro.

2 La **selva** es la región natural ubicada al este de las estribaciones orientales andinas y por debajo de los 2000 metros de altitud. Usaremos la división de regiones naturales que distingue la selva baja de la selva alta. La *selva alta* se define como la subregión natural que se ubica en la selva y que se encuentra por encima de los 800 metros de altitud, mientras la *selva baja* llega hasta los 800 metros de altitud.

3 Esta sección contextual presenta, selectivamente, algunos hallazgos del informe *Agricultura, recursos naturales y Amazonía: cambio y transformación 1994-2012*, preparado Eduardo Zegarra (GRADE) por encargo de Oxfam en el 2013.

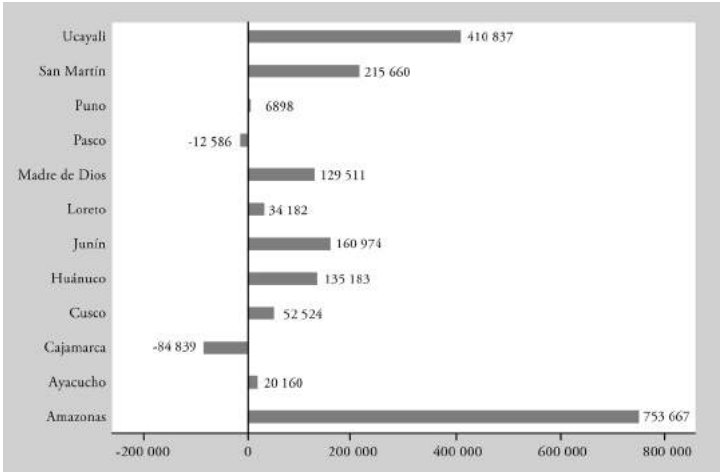
Cuadro 1
Perú: cambio en el número de agricultores

	1994	2012	Cambio	Cambio %	Porcentaje total 2012
Costa	269 738	344 738	75 000	27,8	15,2
Sierra	1 177 014	1 448 424	271 410	23,1	64,1
Selva	318 018	467 811	149 793	47,1	20,7
Selva alta	*165 057*	*273 431*	*108 374*	*65,7*	*12,1*
Selva baja	*152 961*	*194 380*	*41 419*	*27,1*	*8,6*
Total nacional	1 764 770	2 260 973	496 203	28,1	100,0

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Entre 1994 y el 2012, la superficie agropecuaria se expandió en 17,6%, con un aumento del 15,5% en la superficie agrícola de la selva y del 18,0% en la no agrícola (pastos, montes y bosques).[4] En conjunto, el incremento

Gráfico 1
Selva: cambio neto en la superficie agropecuaria entre 1994 y el 2012 (hectáreas)



Fuente: Censos agropecuarios de 1994 y el 2012, INEI. Elaboración propia.

4 La mayor tasa de aumento en el número de agricultores versus la superficie agropecuaria indica un incremento en la fragmentación de la tierra.

de la superficie agropecuaria total entre 1994 y el 2012 fue de 1,8 millones de hectáreas; es decir, un promedio anual de expansión agropecuaria de unas 100 000 hectáreas o 1% anual. Por zonas, la superficie agropecuaria total aumentó en 12,1% en la selva alta y en 19,3% en la selva baja. Los cambios de la superficie agropecuaria por región (departamento) se muestran en el gráfico 1.

Uno de los incrementos más significativos se observa en Amazonas, que entre 1994 y el 2012 pasó de 314 000 a más de 1 millón de hectáreas de superficie agropecuaria. También tuvieron una expansión significativa Ucayali y San Martín. Por otro lado, la superficie agropecuaria de la selva de Cajamarca y Pasco cayó entre ambos periodos.

En cuanto al uso de la superficie agrícola, el cambio más importante ha sido el viraje de cultivos transitorios hacia cultivos permanentes y pastos cultivados (cuadro 2). Estas tendencias se relacionan con la expansión de cultivos como el café, el cacao y frutales, así como de pastos cultivados para la ganadería.

Cuadro 2
Selva: uso de la superficie agrícola

	Hectáreas en 1994	Hectáreas en el 2012	Cambio en hectáreas	Cambio en porcentaje	Porcentaje 1994	Porcentaje 2012
Por tipo de riego						
Bajo riego	82 493	113 863	31 370	38,0	4,4	5,2
Bajo secano	1 797 940	2 058 058	260 118	14,5	95,6	94,7
Por tipo de cultivo						
Cultivos transitorios	556 296	338 233	-218 063	-39,2	29,6	15,6
Cultivos permanentes	323 629	783 381	459 752	142,1	17,2	36,1
Cultivos asociados	107 635	124 638	17 003	15,8	5,7	5,7
Cultivos forestales	6653	15 894	9241	138,9	0,4	0,7
Pastos cultivados	242 627	358 270	115 643	47,7	12,9	16,5
Tierra en barbecho	238 013	306 837	68 824	28,9	12,7	14,1
Tierra en descanso	22 131	4614	-17 517	-79,2	1,2	0,2
Tierra no trabajada	383 450	240 701	-142 749	-37,2	20,4	11,1
Superficie agrícola	1 880 434	2 172 568	292 134	15,5	100,0	100,0

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Un actor importante en la selva son las comunidades —nativas y campesinas—, cuya superficie agropecuaria muestra un fuerte incremento

entre 1994 y el 2012. Así, la superficie agropecuaria declarada bajo tutela de las comunidades nativas se incrementó en 35%, pues pasó de 5,2 millones de hectáreas en 1994 a 7,1 millones en el 2012.[5] Las comunidades campesinas —mucho menos importantes en la selva que en la sierra— también incrementaron su superficie agropecuaria en 87%, pues esta pasó de 193 000 hectáreas en 1994 a 362 000 en el 2012.

Para los fines de análisis de esta sección, generamos una tipología de unidades agropecuarias en la que las comunidades nativas y campesinas ocupan una categoría especial, y el resto de unidades se clasifican de acuerdo con el tamaño de su superficie agrícola. En el gráfico 2 se presentan los cambios en el uso de la tierra agrícola por parte de los distintos tipos de agricultores entre ambos periodos censales.

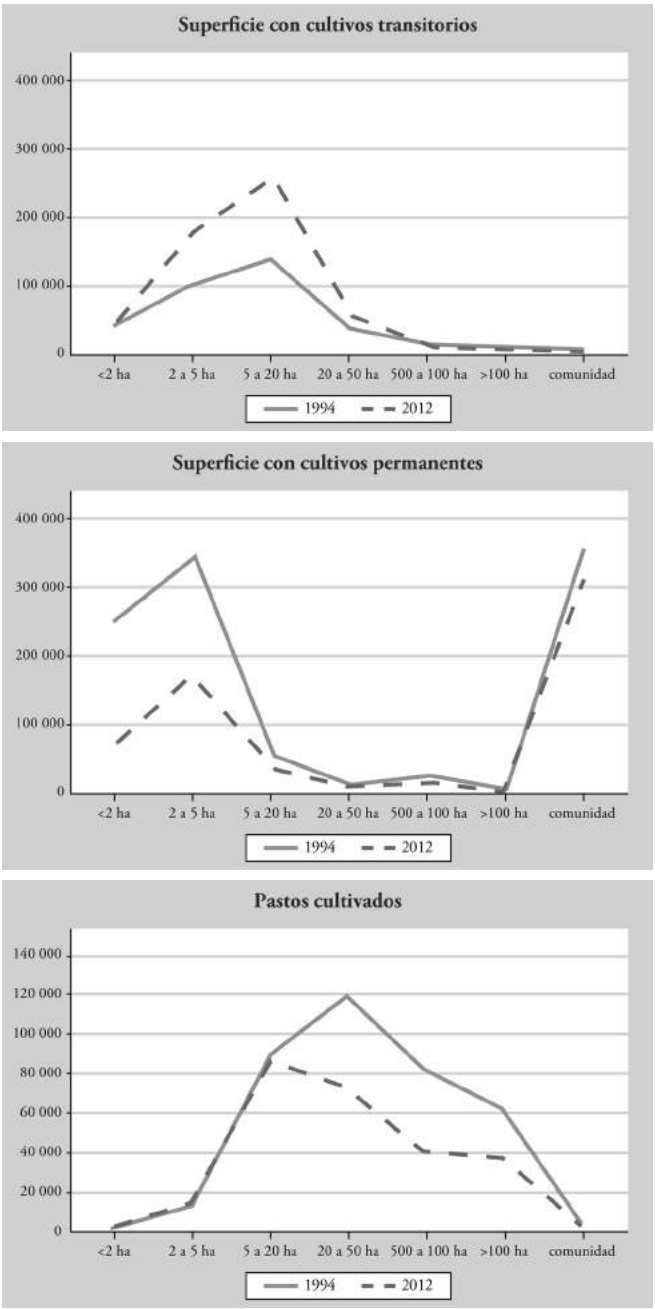
Se observa que la fuerte expansión de los cultivos permanentes se ha concentrado en los agricultores que poseen hasta 5 hectáreas de área agrícola, grupo en el que también se produjo la mayor reducción de cultivos transitorios. En los pastos cultivados, por otro lado, la expansión ha sido más clara en cuanto a los agricultores que poseen áreas más grandes, superiores de 20 hectáreas. En este último segmento también se puede ver la mayor caída de la tierra no trabajada, lo que denota un proceso de intensificación en el uso de la tierra disponible por parte de las unidades más grandes. Por su parte, las comunidades muestran un crecimiento importante en el uso de la tierra para pastos naturales, así como en la declarada como montes y bosques en ambos censos.

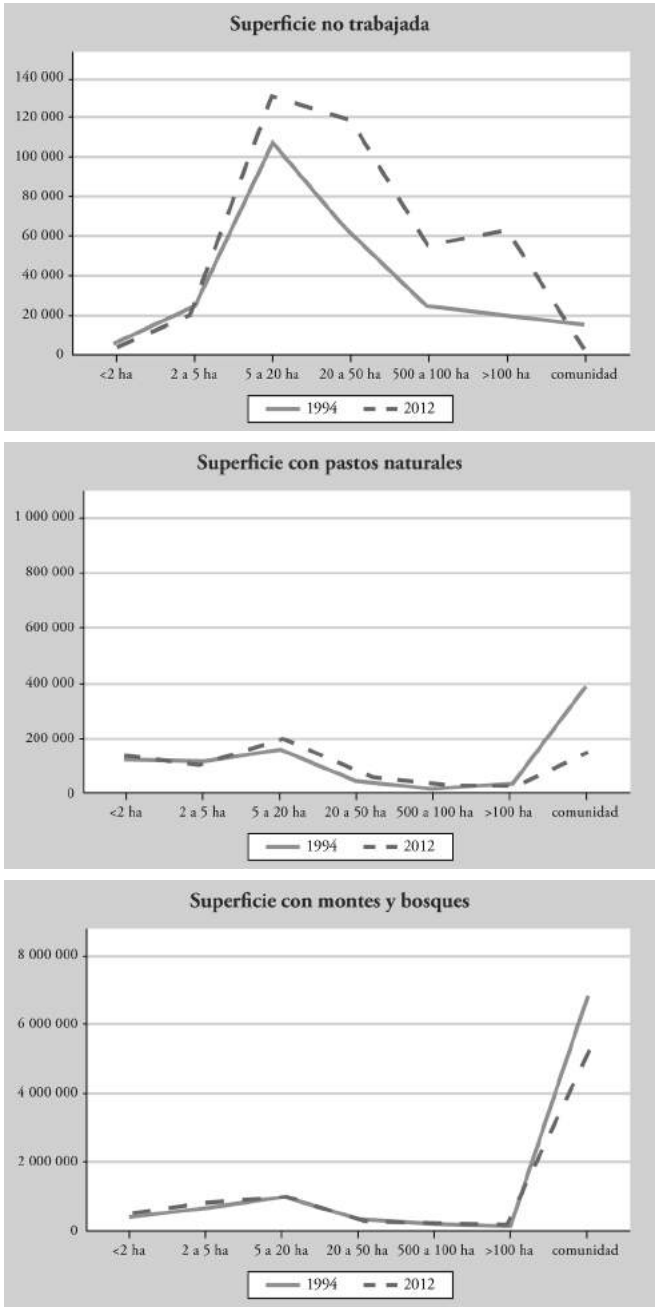
1.2. Cambios en la producción agropecuaria

El gráfico 3 muestra los cambios en la superficie sembrada de los principales cultivos de la selva.

5 Este incremento se ha producido principalmente en la selva baja, donde, entre ambos censos, las comunidades nativas pasaron de manejar 4,5 millones de hectáreas a 6,1 millones.

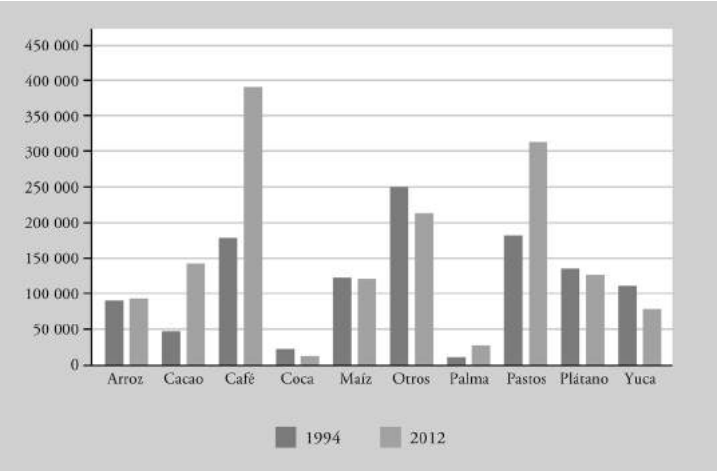
Gráfico 2
Selva: cambio en el uso de la tierra agrícola por tipo de agricultor





Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Gráfico 3
Cambios en la siembra de los principales cultivos



Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Los cultivos con mayor crecimiento han sido el café, el cacao y los pastos cultivados. También se observa un crecimiento importante en el cultivo de la palma aceitera[6]—un poco más de 26 000 hectáreas —, exclusivamente en la selva baja.

En cuanto a los cultivos de consumo alimentario más importantes, las plantaciones de arroz han crecido muy poco entre 1994 y el 2012 en términos de superficie sembrada, mientras que las de plátano y yuca han sufrido caídas. La superficie de maíz amarillo, cultivo destinado a la alimentación animal, se ha mantenido entre ambos periodos. Por su parte, la coca —declarada legal por los agricultores en el censo— presenta una caída de unas 6000 hectáreas de área sembrada entre 1994 y el 2012.

En el cuadro 3 se observa el cambio, entre 1994 y el 2012, del peso relativo de cada departamento en la siembra total —toda la selva— de los

6 Resulta notorio que en el censo del 2012 no se registraran las áreas sembradas de palma por el Grupo Palmas (Grupo Romero), que se estiman en unas 24 000 hectáreas en sus dos grandes explotaciones: Tocache (San Martín) y Shanusi (Alto Amazonas, Loreto). En conjunto, el área cubierta con palma aceitera en el 2012 habría llegado a cerca de 50 000 hectáreas si se hubieran incluido estas explotaciones.

cultivos importantes. Un cambio en 1% indica que el peso relativo aumentó en ese porcentaje para el cultivo en el departamento en la siembra total de la selva.

Cuadro 3
Selva: cambio entre 1994 y el 2012 en el peso relativo de la siembra de cultivos principales de cada departamento de la selva peruana*
%

	Amazonas	Ayacucho	Cajamarca	Cusco	Huánuco	Junín	Loreto	Madre de Dios	Pasco	Puno	San Martín	Ucayali
Arroz	-2,6	-0,3	-1,7	-0,7	-0,9	-0,7	-7,8	-1,9	-1,4	-0,2	19,4	-1,3
Cacao	3,1	-12,6	-1,6	-14,9	-1,5	-6,3	1,7	-0,2	-0,7	0,2	26,0	6,9
Café	-0,8	-0,2	-6,3	-5,9	2,6	-4,7	0,4	0	-0,5	-0,1	15,0	0,5
Coca	-0,1	12,4	-0,2	14,1	-25,3	16,8	-0,1	0	0	5,7	-11,5	-11,8
Maíz	-3,0	0	-2,2	0,3	2,2	-0,8	4,3	1,7	-0,8	-0,1	-5,6	4,0
Otros	-4,1	0,6	-12,6	2,2	-0,2	2,2	0,8	1,4	4,8	-0,1	3,6	1,4
Palma	-0,1	0	0	0	1,4	0	-9,7	0	0	0	-18,4	26,8
Pasto	-2,2	0	-15,3	-0,5	25,4	-2,6	0,5	-10,1	7,4	0	-3,3	0,7
Plátano	1,1	-0,2	-2,2	1,1	3,2	-1,3	5,1	1,5	-1,0	0,2	-12,8	5,3
Yuca	2,2	-0,6	-1,5	-1,0	0,3	-0,4	8,4	0,3	0,7	0,1	-9,5	0,9

* Las celdas en gris claro indican un incremento significativo en el peso del cultivo y del departamento en la siembra total, mientras que las de gris oscuro señalan una caída significativa.
Fuente: Censos Agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

El departamento de San Martín[7] presenta las mayores expansiones en arroz, cacao y café, y una caída en coca, plátano, palma[8] y yuca. Loreto, por su parte, ha sufrido caídas en el arroz y la palma, pero un aumento en la yuca. Ucayali destaca por el fuerte incremento en la siembra de palma (27%) y en menor medida de cacao (7%), con un declive en la coca (-12%). Huánuco se distingue por el incremento en pastos cultivados, con una caída en la coca, mientras que Junín incrementó su siembra de coca,

7 San Martín concentra el 48% de la superficie sembrada de arroz, el 42% de palma, el 33% de cacao y maíz, y el 24% de café. Es, de lejos, el departamento más importante en términos de superficie agrícola cultivada en la selva peruana.

8 La caída de la palma probablemente esté relacionada con la desactivación de la empresa estatal Endepalma en la década de 1990. Por otro lado, la no declaración de hectáreas del Grupo Palmas en el 2012 sesga fuertemente este resultado hacia abajo (véase la nota 6).

al igual que el Cusco y Ayacucho. Cabe señalar que Cajamarca ha tenido reducciones importantes en el peso relativo de pastos, otros cultivos y café, y prácticamente no ha incrementado su participación en ningún cultivo. Estos datos son consistentes con la caída de la superficie agropecuaria total y agrícola en la selva de este departamento norteño. Amazonas, por su parte, ha mantenido un peso similar en todos los cultivos entre ambos periodos censales.

1.3. Cambios en el sector ganadero

La evolución de la actividad ganadera constituye uno de los cambios importantes ocurridos en la selva peruana en el periodo intercensal. En el cuadro 4 se muestra el fuerte incremento de la tenencia de ganado vacuno en la selva entre 1994 y el 2012.

Cuadro 4
Perú: cambio en la tenencia de ganado vacuno

	1994	2012	Cambio (%)
Costa	549 482	607 915	10,6
Sierra	3 438 919	3 751 849	9,1
Selva	504 835	796 280	57,7
Selva alta	286 413	326 378	14,0
Selva baja	218 422	469 902	115,1
Total	4 493 236	5 156 044	14,8

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Este crecimiento (58% entre 1994 y el 2012) ha sido mucho más pronunciado que en cualquier otra zona productiva del país. El ganado vacuno en la selva pasó de 504 835 cabezas a 796 280 entre ambos periodos; en la selva alta, el cambio fue del 14%, más cerca de lo ocurrido en el resto del país. El mayor incremento se registró en la selva baja (115%).

1.4. Cambios en el destino y la diversificación de la producción

Un tema importante para el análisis agropecuario es el destino de las siembras de los productores; es decir, su nivel de integración al mercado de productos. En el cuadro 5 se presenta la información sobre los cultivos sembrados y orientados a la venta[9] para las cuatro grandes zonas de producción del país.

Cuadro 5
Perú: porcentaje de superficie sembrada orientada hacia la venta (%)

	1994	2012
Costa	74,1	81,5
Sierra	15,5	26,4
Selva	54,9	75,0
Selva alta	61,7	86,8
Selva baja	48,1	63,1
Total	32,2	46,3

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

A primera vista destaca el fuerte incremento de la producción orientada hacia la venta de la selva en su conjunto (55% a 75%), y especialmente de la selva alta (de 62% a 87%); así, esta región supera a la costa, que tradicionalmente mostraba la mayor orientación hacia el mercado. La selva baja también presentó un fuerte incremento de la producción orientada hacia la venta (48% a 63%), lo que refleja, en general, un significativo incremento en el nivel de comercialización de la producción agrícola de la selva peruana entre 1994 y el 2012.

9 El censo les pide a los agricultores señalar hacia qué destino están orientados los cultivos de la campaña en curso. En 1994, las opciones de la cédula censal fueron las siguientes: a) venta en la unidad agropecuaria, b) venta en el mercado, c) consumo en la unidad agropecuaria (autoconsumo) y d) venta para semilla. En la cédula del 2012, las opciones fueron distintas: a) venta, b) autoconsumo, c) autoinsumo y d) alimento de animales. En estricto, las preguntas no son comparables. No obstante, tanto en la pregunta de 1994 como en la del 2012 se puede diferenciar la orientación neta hacia la venta de las formas de uso o consumo interno de lo sembrado, por lo que usaremos ese criterio general de distinción para establecer la primera comparación. Así, la superficie para venta corresponderá a las categorías a) y b) del censo de 1994, y solo a la categoría a) del censo del 2012.

Otra dimensión importante de la estructura de producción agrícola es la referida a los grados de diversificación o presencia de monocultivo. El cuadro 6 muestra el promedio del porcentaje de la superficie sembrada de los distritos de la selva que se orientó al cultivo principal.

Cuadro 6
Selva: porcentaje de la superficie sembrada con el cultivo principal, a nivel de distrito

	1994	2012
Selva alta	35,1	52,3
Selva baja	35,4	39,7
Total	35,3	45,2

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Un incremento en este parámetro indica una tendencia creciente al monocultivo en los territorios. Como se puede ver, el promedio subió del 35% al 45%. Por zonas de producción, el aumento más significativo es el de la selva alta (del 35% al 52%). Esto indica que en la selva se ha producido un proceso de mayor orientación hacia las ventas y el mercado, así como de especialización de los cultivos más importantes, como el café, el cacao, el arroz, el maíz amarillo duro, la palma y los pastos cultivados. Este proceso también implica una pérdida de la diversidad en la cartera de productos, tanto en el nivel de los productores como de los territorios.

2. Uso agropecuario de la tierra y deforestación en la selva

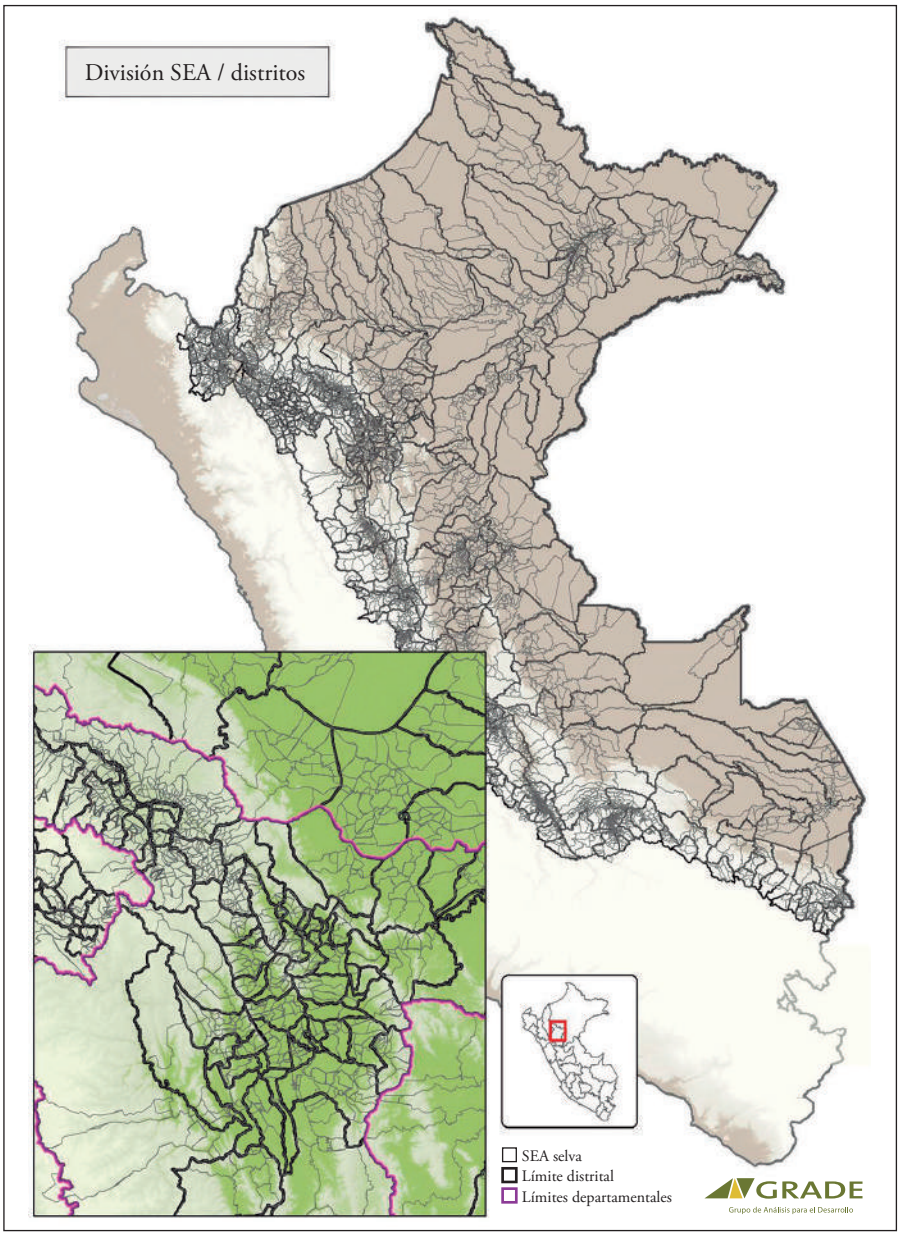
En esta sección se describen las variables, tanto del IV Cenagro como de otras fuentes, que utilizaremos para caracterizar y relacionar los procesos de expansión agropecuaria con la deforestación durante el periodo 2000 al 2011.

2.1. El uso del SEA en el presente estudio

El SEA es una unidad territorial elaborada para facilitar el trabajo de los censos agropecuarios. En el caso del IV Cenagro, fue totalmente georreferenciada en el conjunto del territorio nacional. Como tal, es una unidad mucho más detallada que la de distrito. Lamentablemente, los SEA del III Cenagro de 1994 no han sido georreferenciados —tarea que podría cumplirse si se contara con los mapas de campo de ese censo, pero cuyo procesamiento tendría un alto costo—, por lo cual todavía no es posible comparar ambos censos en el nivel de SEA.

Para el ámbito de la selva peruana definido en este estudio, en el IV Cenagro contamos con más de 6000 SEA, con un promedio de 550 hectáreas de área agropecuaria y de 86 unidades agropecuarias por SEA. En general, los SEA están contenidos en los límites de los distritos, aunque se presentan algunas excepciones a esta norma. La distribución de los SEA y los distritos en el ámbito del estudio de la selva peruana se muestra en el mapa 1.

Mapa 1
SEA en la selva peruana



Fuente: IV Cenagro (2012), INEI. Elaboración propia.

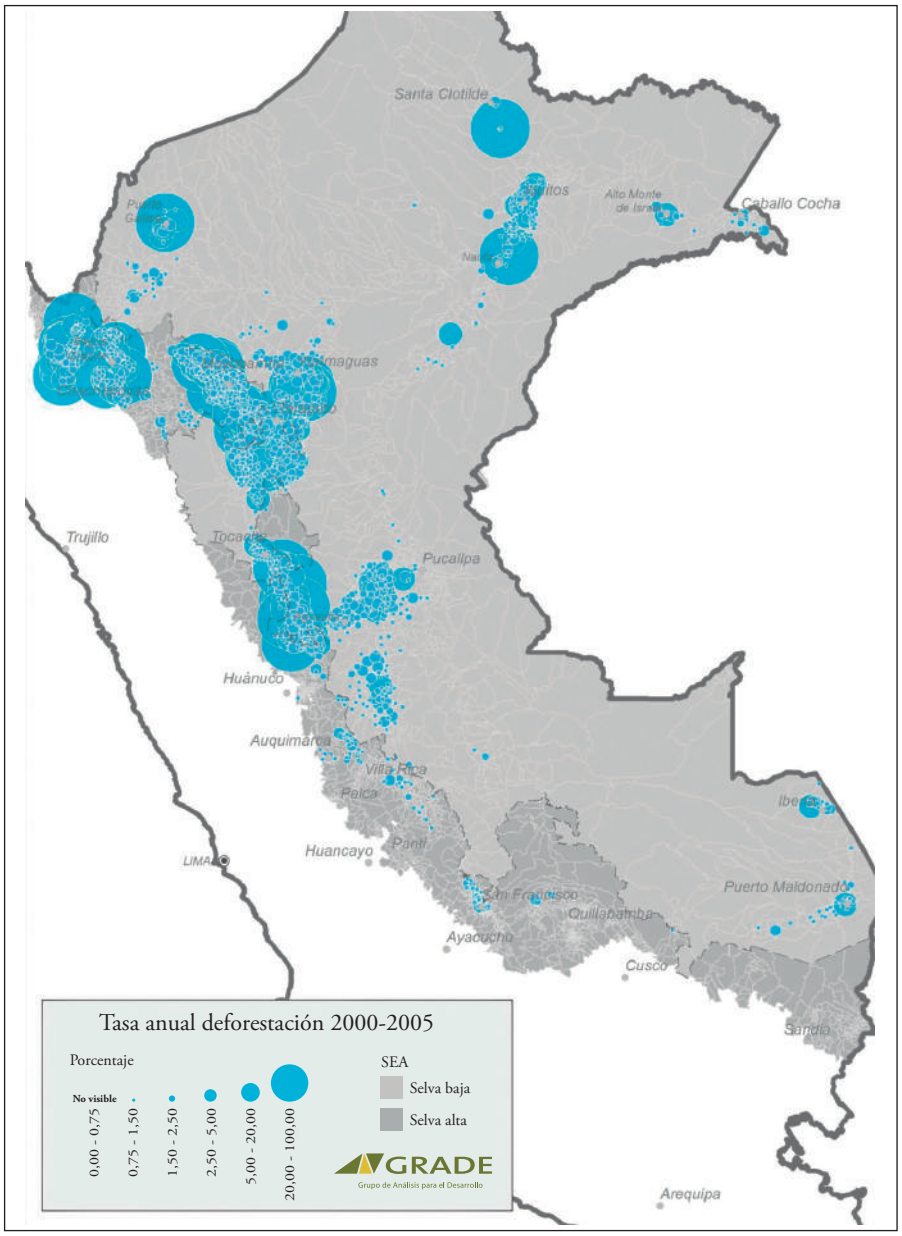
2.2. La medición de la deforestación

Recientemente, el Minam ha venido presentando información sistemática y para periodos específicos sobre el proceso de deforestación[10] en la selva peruana, fruto de un análisis de imágenes satelitales y la aplicación de una metodología documentada (Minam 2014). Esta información se presenta en pixeles de tamaño uniforme, 0,09 hectáreas, que puede ser estructurada a niveles superiores de agregación geográfica como el SEA del IV Censo Agropecuario.

En los mapas 2 al 4 se muestra la tasa anual de deforestación por SEA en cada uno de los tres periodos de medición del Minam: 2000-2005, 2005-2009 y 2009-2011. Para la elaboración de las variables de tasa de deforestación en los mapas se tomó la cantidad de área deforestada en cada SEA durante el periodo, la cual se dividió entre el área de bosque al inicio del periodo y luego se anualizó.

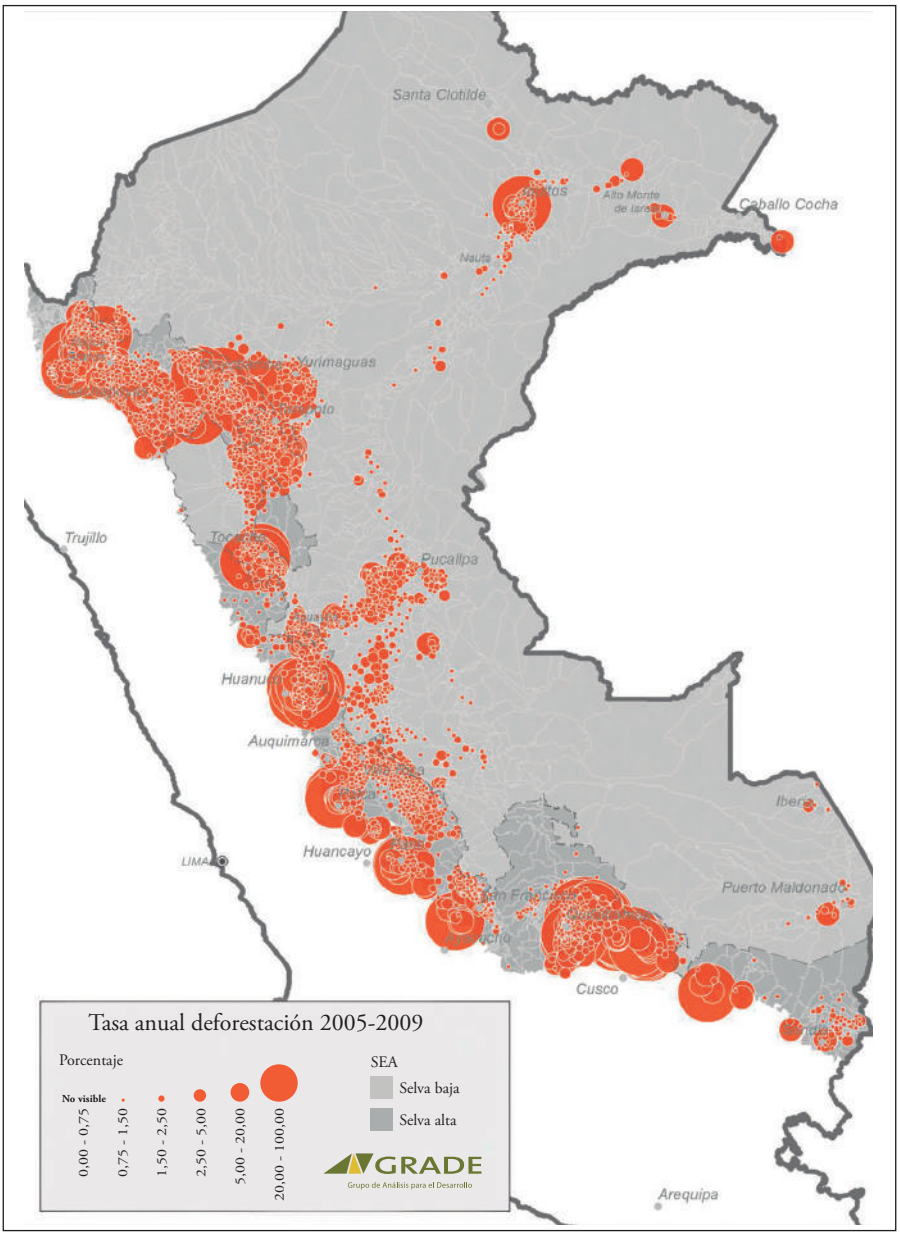
10 En estricto, la metodología identifica el cambio de bosque a no bosque en general, sin distinción entre cambios generados por acción humana (deforestación) y cambios naturales. En este estudio usamos el cambio de bosque a no bosque como medición general de deforestación.

Mapa 2
SEA y tasa anual de deforestación 2000-2005



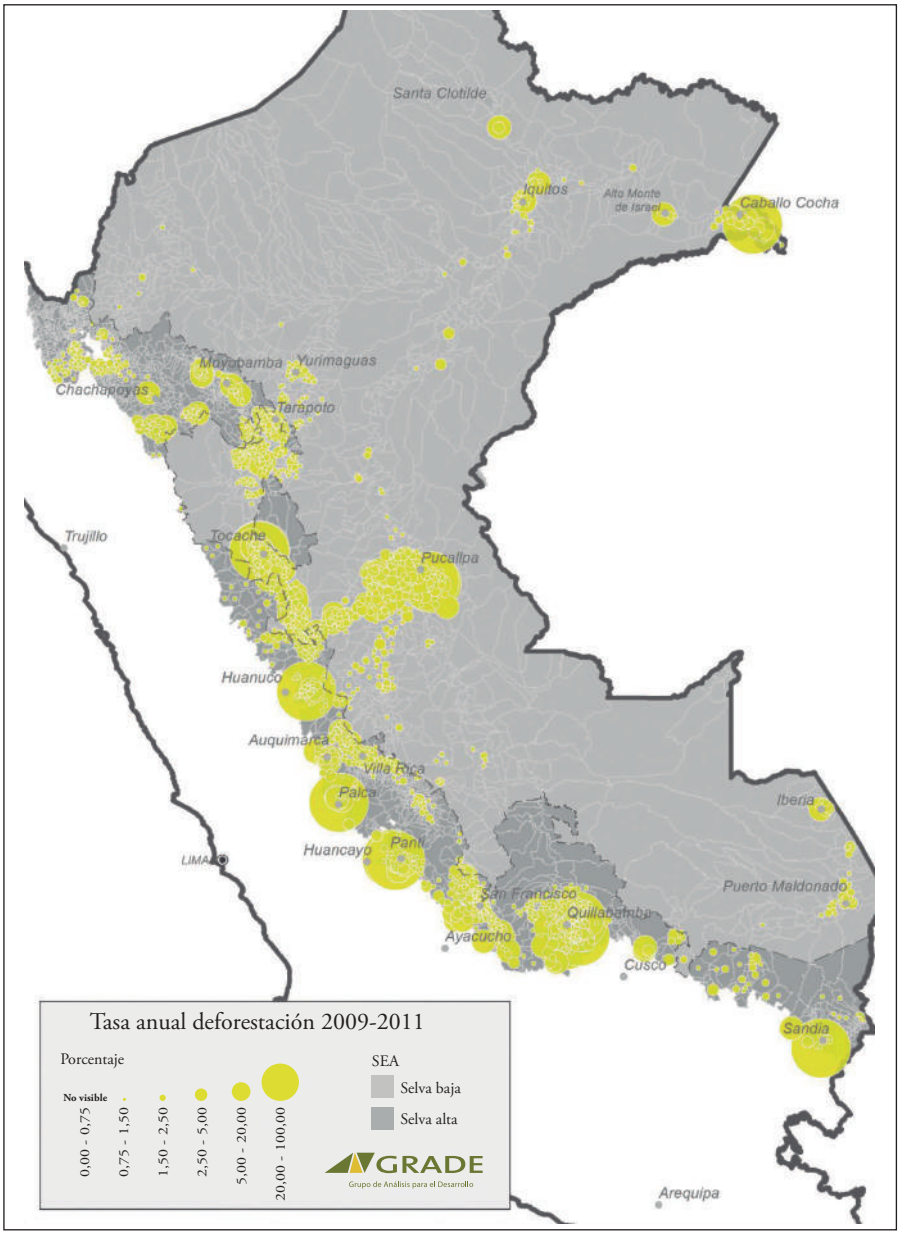
Fuentes: INEI y MINAM. Elaboración propia.

Mapa 3
SEA y tasas de deforestación 2005-2009



Fuentes: INEI y Minam. Elaboración propia.

Mapa 4
SEA y tasa de deforestación 2009-2011



Fuentes: INEI y Minam. Elaboración propia.

2.3. Variables no agropecuarias

Como se puede ver en los mapas 2 al 4, el proceso de deforestación ha presentado patrones de localización muy específicos en cada periodo. Una parte importante de este estudio es identificar factores que den cuenta de este proceso en la forma más rigurosa y sistemática posible. La literatura acerca del tema (Chomitz y Gray 1996, Deininger y Minten 2002, Mertens y otros 2004, Pfaff 1999) identifica un conjunto de variables potencialmente importantes en los procesos de deforestación: a) variables físicas —alturas, pendientes, calidad del suelo—, b) distancia a mercados —a infraestructura vial, a capitales de provincia o ciudades intermedias—, c) variables institucionales —áreas naturales protegidas, áreas de comunidades, áreas con concesiones— y d) patrones de migración y localización de los grupos humanos.

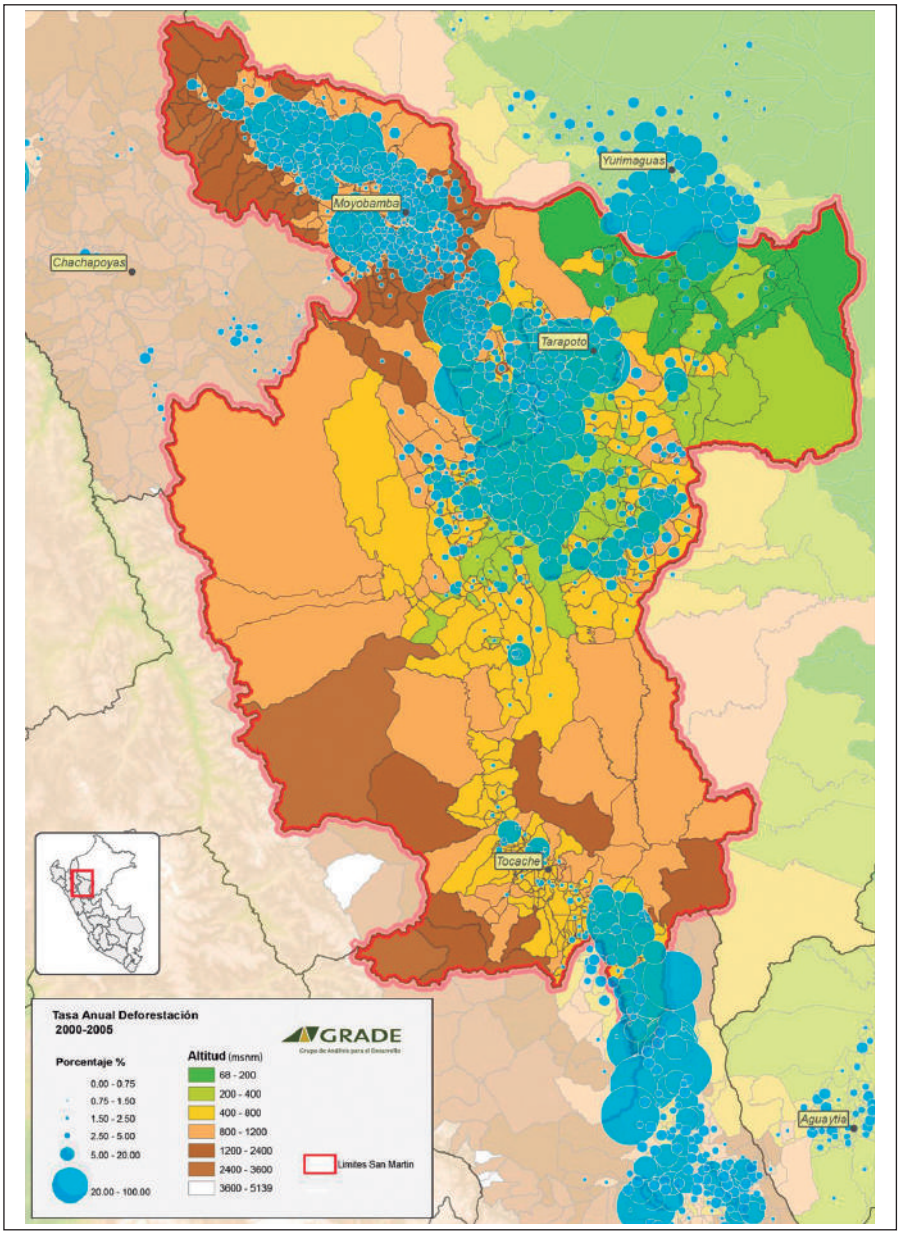
Para los propósitos de este estudio, un requerimiento central para incluir variables es que estas sean medibles en el nivel de SEA. Seguidamente, describimos cómo se han construido y tratado en este estudio algunas de estas variables en el nivel de SEA.

Variables físicas

Para la altitud utilizamos la variable correspondiente a cada unidad agropecuaria en el censo agropecuario del 2012 y se generó el promedio simple para cada SEA, el que será usado como medida de altitud representativa. En el mapa 5 se observa la relación entre la altura promedio del SEA y las tasas de deforestación durante el periodo 2000-2005 para la selva norte.

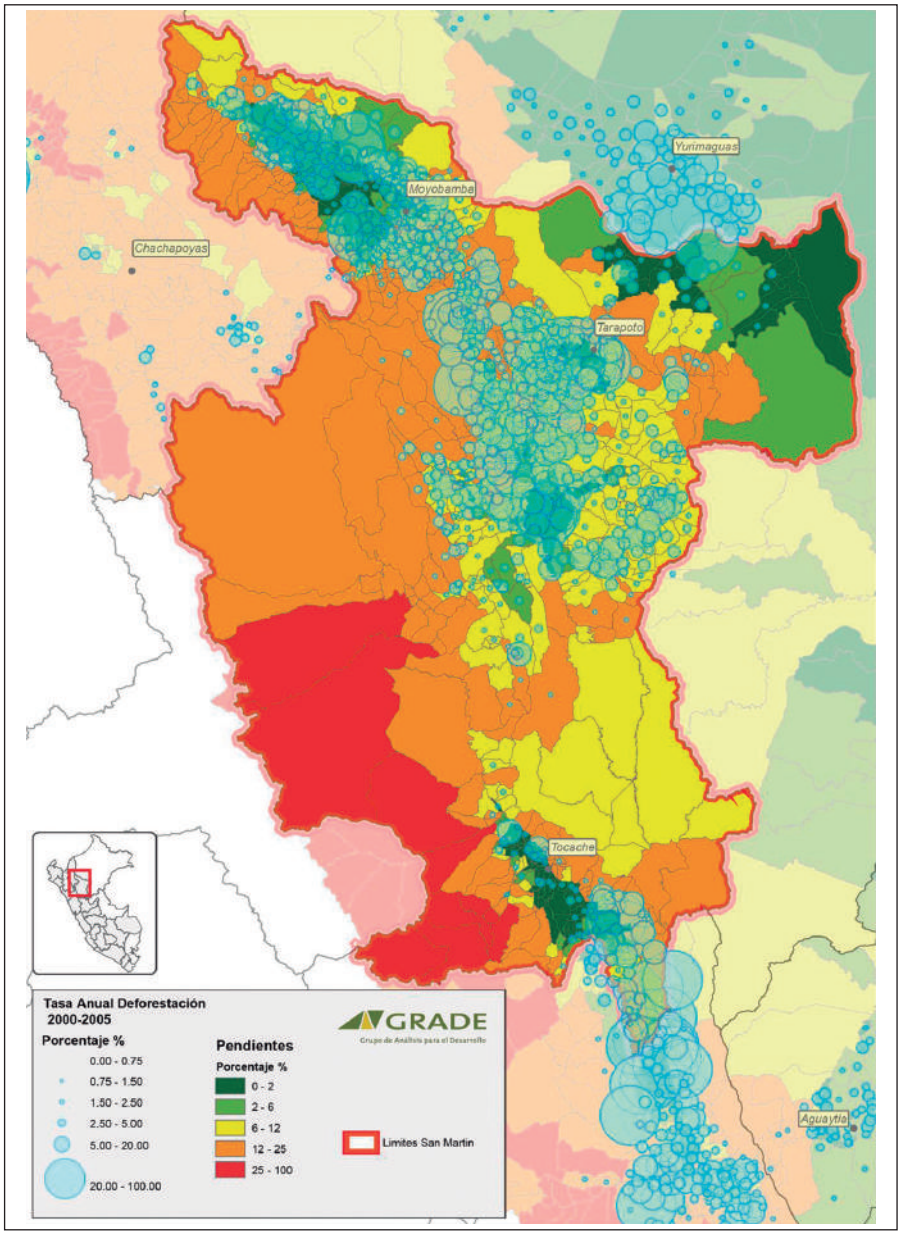
En el caso de la pendiente, se utilizó un modelo de elevación (DEM) aplicado a los SEA, el cual permitió generar mediciones de pendientes máximas, mínimas, rango, medias y medianas. Para el análisis usaremos el valor de la mediana de la pendiente como valor representativo del SEA correspondiente. En el mapa 6 se consigna la distribución de la tasa de deforestación durante el periodo 2000-2005 y la mediana de la pendiente de los SEA en la región San Martín, selva norte del país.

Mapa 5
Altura y tasas de deforestación 2000-2005 en San Martín



Fuentes: IV Cenagro, INEI y Minam. Elaboración propia.

Mapa 6
Pendientes y tasas de deforestación 2000-2005 en San Martín



Fuentes: IV Cenagro, INEI y Minam. Elaboración propia.

Variables de acceso a mercados

Se identificaron dos variables para medir el acceso diferenciado a mercados. En primer lugar, se estimó la distancia (euclidiana) de cada SEA a la red vial del 2004 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la cual incluye las redes nacional, departamental y vecinal. Este fue el año más cercano al 2000 al que pudimos acceder, y recoge la situación de la red vial hasta ese momento. La variable de distancia que usaremos es la mínima distancia del SEA a cualquiera de las tres redes: nacional, departamental o vecinal. La relación entre esta distancia y las tasas de deforestación 2000-2005 se presenta en el mapa 9.

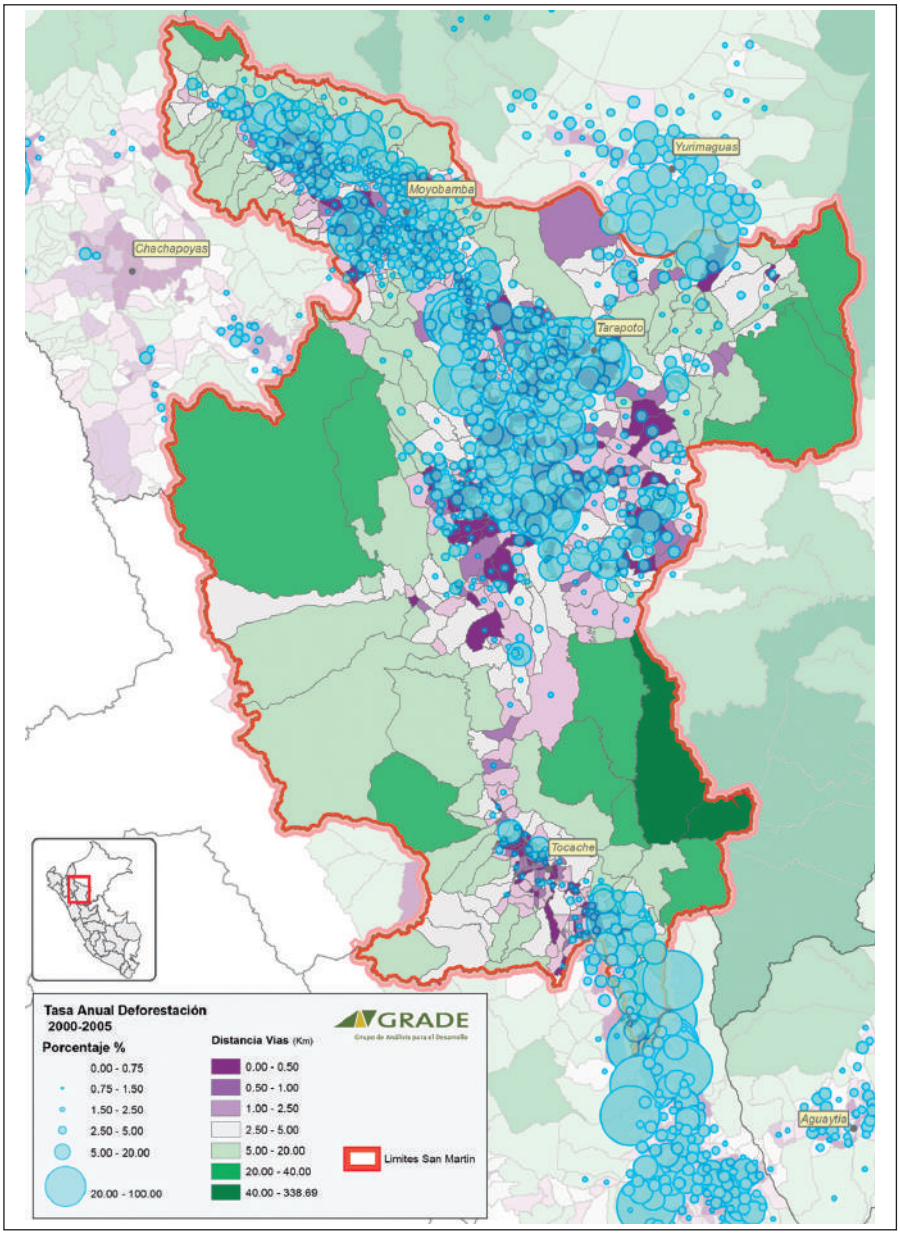
Además, se calculó la distancia (euclidiana) del SEA a la capital provincial más cercana, como una medida de referencia con respecto a un mercado importante de carácter local o regional.

Variables institucionales

Se han considerado tres variables institucionales importantes en la selva peruana, referidas a regímenes de propiedad y acceso al suelo. En primer lugar, se consideran las áreas naturales protegidas (ANP) creadas en las zonas de selva hasta el 2011, para lo cual se ha tomado como fuente la información aportada por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernamp). En segundo término, las áreas que son de propiedad o están en posesión de comunidades campesinas y nativas, tomadas de los mapas elaborados por el Instituto del Bien Común (IBC). Finalmente, se consideraron las áreas otorgadas por el Estado como concesión forestal o de manejo de flora y fauna hasta el 2011. En los tres casos se consideraron variables dicotómicas cuyo valor es 1 si el SEA tiene alguna de estas formas o restricciones de acceso al suelo, y 0 si no tiene ninguna de estas.

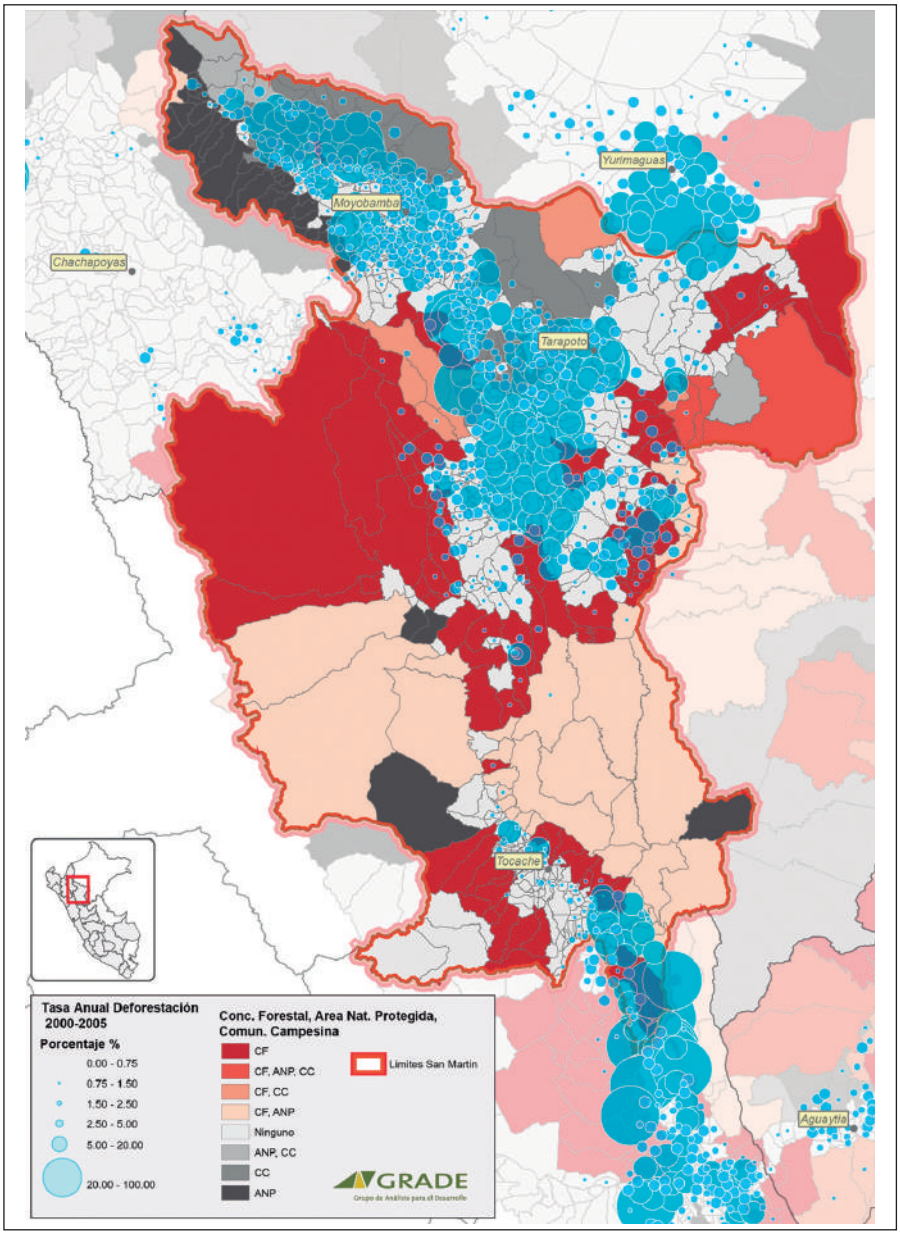
En el mapa 8 se observa la distribución de las distintas formas institucionales y tasas de deforestación en el periodo 2000-2005 para la selva norte.

Mapa 7
Distancia a vías y tasas de deforestación 2000-2005 en San Martín



Fuentes: IV Cenagro, INEI y Minam. Elaboración propia.

Mapa 8
Tasas de deforestación y variables institucionales en San Martín



Fuentes: IV Cenagro, INEI y Minam. Elaboración propia.

Variables de migración

Para incorporar los procesos de migración usamos los datos del Censo de Población y Vivienda del 2007. Esta información censal permite saber si, en los últimos cinco años —es decir, desde el 2002—, una persona había migrado al lugar en el que vivía en ese momento (2007). Sobre esa base, se han creado las categorías de migrantes que muestra el cuadro 7.

Cuadro 7
Categorías de migrantes en el Censo de Población y Vivienda 2007

Tipo de migrante	Lugar de nacimiento	Lugar de residencia 2002	Lugar de residencia 2007
No migrante	A	A	A
Migrante establecido	A	B	B
Migrante primario	A	A	B
Migrante frecuente	A	B	C
Migrante de retorno	A	B	A

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2007, INEI. Elaboración propia.

En primer lugar están los no migrantes, quienes nacieron en el mismo lugar en el que vivían en el 2007. Luego, los migrantes establecidos, quienes si bien no nacieron en el lugar, vivían ahí desde hace más de cinco años; los migrantes primarios, quienes migraron hace menos de cinco años; los migrantes frecuentes, quienes migraron más de una vez entre el 2002 y el 2007; y por último, los retornantes, quienes nacieron en el lugar, migraron y luego retornaron entre el 2002 y el 2007. Cabe decir que los datos censales de migración solo son agregables en el nivel distrital, mas no en el nivel de SEA, lo cual implica cierto límite para identificar con precisión el impacto de esta variable en un proceso tan localizado como la deforestación.

2.4. Variables agropecuarias

Como se mencionó previamente, hubiera sido deseable para este estudio contar con la información censal sobre la dinámica agropecuaria 1994-2012 en el nivel de SEA, pero esto no es posible porque tal unidad no existe en forma georreferenciada para 1994. Por este motivo, solo podremos usar información censal relevante del 2012 a nivel de SEA.

El censo ofrece diversas dimensiones de la actividad agropecuaria que pueden considerarse para el análisis. En este caso, nos concentraremos en tres que nos parecen relevantes desde el punto de vista de la política pública: a) el grado de articulación de los productores al mercado, b) el tamaño de las unidades de explotación y c) el tipo de cultivo o cultivos de los productores.

Igualmente, debido a que la unidad de análisis es el SEA, debemos tomar decisiones sobre la forma de agregar estas dimensiones desde el productor individual a esta unidad geográfica. A continuación se describe el tratamiento de cada una de estas dimensiones.

Destino de la producción

La cédula censal del 2012 indica cuatro opciones de destino principal del área sembrada de cada cultivo del productor: a) venta, b) autoconsumo, c) autoinsumo y d) alimento para animales. Para los fines de nuestro análisis y la decisión de agregación a nivel de los SEA, hemos definido la siguiente cadena de clasificación:

Destino 1: Más del 30% del área del SEA alberga cultivos orientados al autoconsumo.

Destino 2: Más del 30% del área del SEA alberga cultivos orientados a la venta y el destino no es 1.

Destino 3: Más del 40% del área del SEA alberga cultivos orientados a la alimentación de animales o autoinsumo, y el destino no es ni 1 ni 2.

Un pequeño grupo de SEA quedó sin clasificar, pero se observó que estas unidades tenían más similitudes con el grupo 3 (alimento para animales), por lo que fueron ubicadas en este grupo.

La distribución de las categorías y el porcentaje de área con cada tipo de destino se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8
Clasificación de los SEA según el destino principal de la siembra

	Venta %	Autoconsumo %	Autoinsumo %	Alimento animales %	N
Destino 1	33,2	57,9	1,1	7,8	1012
Destino 2	85,6	5,6	0,6	8,1	4631
Destino 3	15,6	6,7	3,3	74,4	288
Total	73,3	14,6	0,8	11,3	5931

Fuente: IV Censo Agropecuario 2012, INEI. Elaboración propia.

Como puede verse, la mayor parte de SEA se orientan predominantemente a la venta (4631 SEA, 78% del total); 17% (1012), al autoconsumo; y 5% (288), a la alimentación de animales.

Productores según el tamaño de la superficie declarada

Tamaño de la superficie agropecuaria declarada por los productores

Para esta variable, clasificamos a los productores de acuerdo con el tamaño de la superficie agropecuaria que declararon. Se definieron cinco tipos: a) < 5 hectáreas, b) 5-20 hectáreas, c) 20-50 hectáreas, d) 50-500 hectáreas y e) > 500 hectáreas.

La cadena de decisión para clasificar los SEA fue la siguiente:

Tipo 1: Más del 40% del área está ocupada por productores que han declarado menos de 5 hectáreas.

Tipo 2: Más del 40% del área está ocupada por productores que han declarado de 5-20 hectáreas y no son del tipo 1.

Tipo 3: Más del 40% del área está ocupada por productores que han declarado de 20-50 hectáreas y no son del tipo 1 ni 2.

Tipo 4: Más del 30% del área está ocupada por productores que han declarado de 50-500 hectáreas y no son del tipo 1, 2 ni 3.

Tipo 5: Más del 30% del área está ocupada por productores que han declarado más de 500 hectáreas y no son del tipo 1, 2, 3 ni 4.

Una pequeña fracción de SEA no pudo ser clasificada, pero se observó que esas unidades tenían mayor similitud con el tipo 2, por lo que se ubicaron en dicho grupo. La estructura final de clasificación de los SEA se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9
Clasificación de los SEA según el tamaño de la superficie agropecuaria declarada por los productores

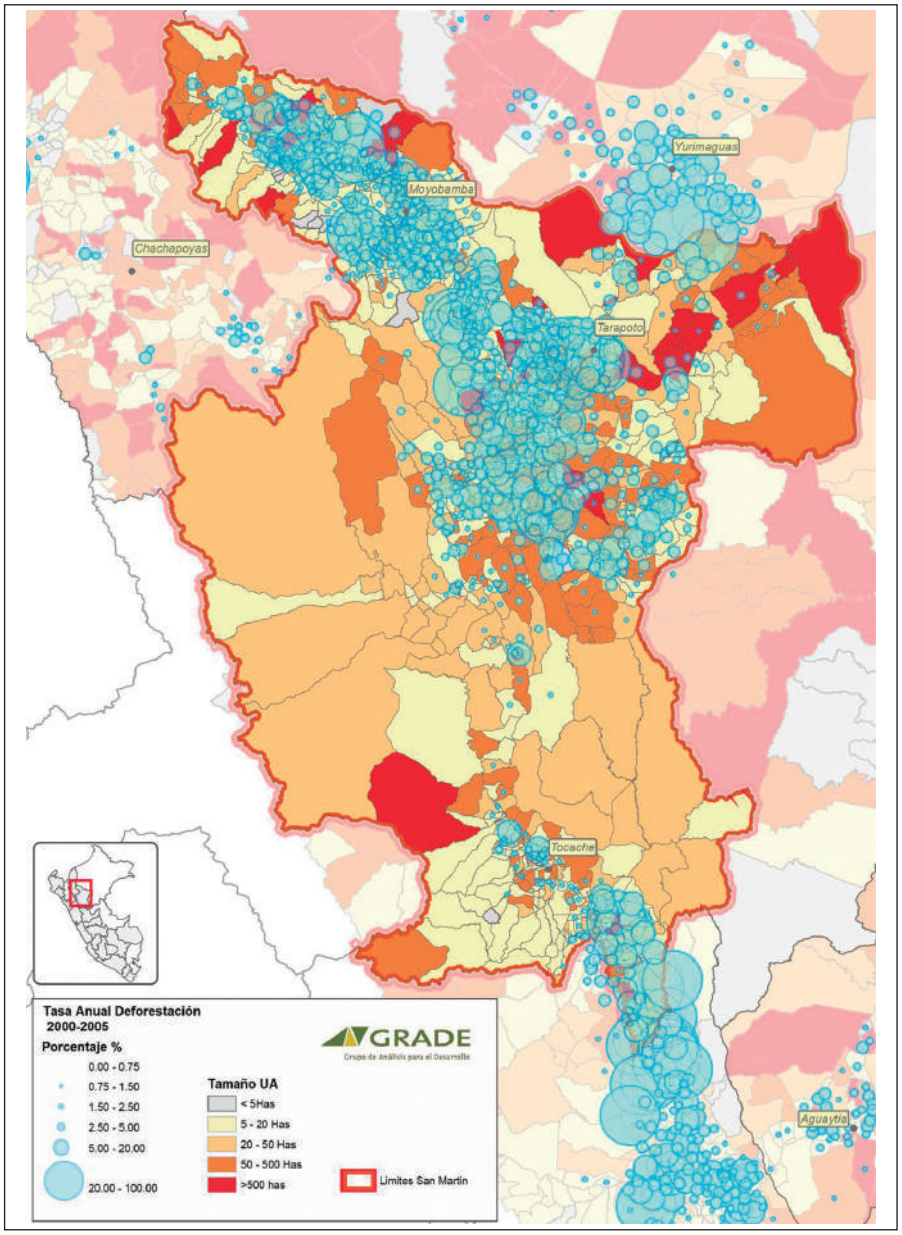
	< 5 ha (%)	5-20 ha (%)	20-50 ha (%)	50-500 ha (%)	> 500 ha (%)	N
Tipo 1	64	30	4	1	0	1249
Tipo 2	20	51	22	7	0	2380
Tipo 3	6	22	51	20	1	685
Tipo 4	8	17	20	52	3	930
Tipo 5	3	6	4	4	83	772
Total	23	32	19	14	11	6016

Fuentes: IV Censo Agropecuario 2012 e INEI. Elaboración propia.

Como se puede ver, no es posible generar una clasificación perfecta de los SEA debido a la heterogeneidad de superficies que han declarado los productores; por ejemplo, el 64% del área es del tipo 1, compuesto por productores que han declarado manejar menos de 5 hectáreas, pero hay un 30% bajo control de los que han declarado de 5-20 hectáreas. No obstante, sí es posible afirmar que en cada tipo de SEA existe una predominancia de productores con cierto tamaño de terrenos (medido en función del área que ellos ocupan en el SEA), y eso es lo que muestra la clasificación.

En el mapa 9 se observa la relación entre el tamaño predominante de los SEA y la tasa de deforestación entre el 2000 y el 2005.

Mapa 9
Tasas de deforestación y tamaño predominante de los SEA en San Martín



Fuentes: IV Cenagro, INEI y Minam. Elaboración propia.

Tipos de cultivos de los productores

Para generar una clasificación manejable de los cultivos predominantes de los productores agropecuarios de la selva, se identificaron los 20 cultivos con mayor área sembrada en el censo del 2012. Luego se agruparon algunos cultivos en la categoría *frutales* y otros en la categoría *pastos cultivados.* Se mantuvieron los siguientes cultivos: café, cacao, arroz, yuca, maíz, pastos cultivados, frutales, coca, palma y otros (que agrupa cultivos del ranking de 20 que no han sido considerados).

Cultivo tipo 1: Si el área sembrada con café es > = 60%.
Cultivo tipo 2: Si el área sembrada con cacao es > = 30% y el cultivo tipo no es tipo 1.
Cultivo tipo 3: Si el área sembrada con arroz es > = 30% y el cultivo tipo no es tipo 1 ni 2.
Cultivo tipo 4: Si el área sembrada con yuca es > = 30% y el cultivo tipo no es tipo 1, 2 ni 3.
Cultivo tipo 5: Si el área sembrada con maíz es > = 30% y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3 ni 4.
Cultivo tipo 6: Si el área sembrada con pasto cultivado es > = 40% y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4 ni 5.
Cultivo tipo 7: Si el área sembrada con frutales es > = 30% y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4, 5 ni 6.
Cultivo tipo 8: Si el área cultivada con coca es > = 15% y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6 ni 7.
Cultivo tipo 9: Si el área cultivada con palma es > = 20% y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ni 8.
Cultivo tipo 10: Si el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ni 9.

En el cuadro 10 se muestra la clasificación según tipo de cultivo.

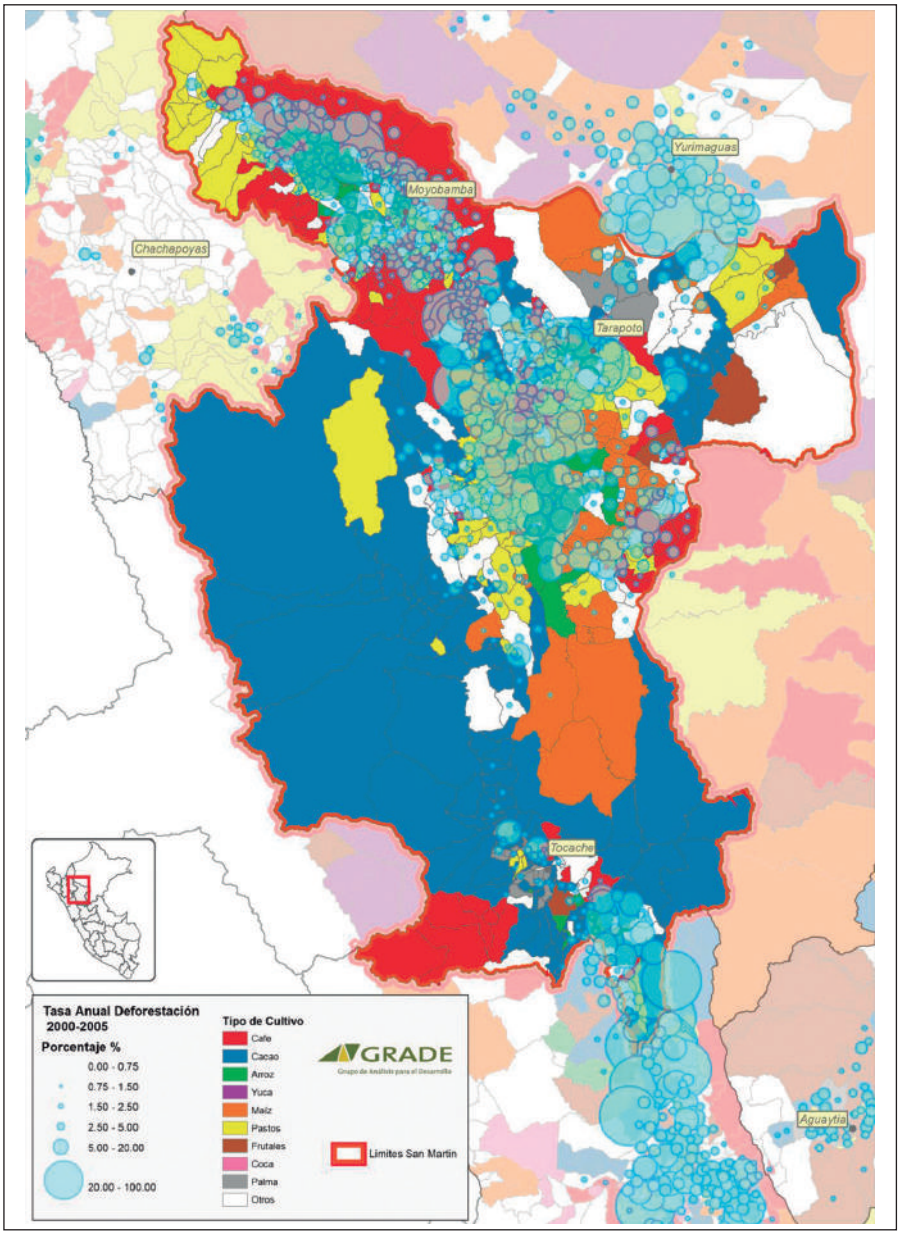
Cuadro 10
Clasificación de los SEA por tipo de cultivo predominante

	Café (%)	Cacao (%)	Arroz (%)	Yuca (%)	Maíz (%)	Pastos (%)	Frutales (%)	Coca (%)	Palma (%)	Otros (%)	N
Cultivo tipo 1	82,2	2,1	0,3	1,3	2,6	3,2	4,2	1,5	0	2,5	1471
Cultivo tipo 2	13,7	50,5	2,0	4,5	4,6	3,5	11,0	4,8	1,4	4,0	720
Cultivo tipo 3	5,0	4,1	60,2	5,0	9,6	5,8	7,1	0	0,3	2,9	230
Cultivo tipo 4	0,9	2,4	5,0	40,0	15,8	0,7	27,5	0,4	0,2	7,1	301
Cultivo tipo 5	3,3	2,7	3,8	6,7	46,0	3,0	15,4	0,1	0,1	19,0	578
Cultivo tipo 6	14,7	3,7	2,1	2,0	4,9	63,0	4,5	0	1,1	3,9	569
Cultivo tipo 7	9,1	5,0	3,1	10,6	10,2	1,9	50,6	0,4	0,2	8,9	689
Cultivo tipo 8	39,9	9,2	0,2	1,7	2,0	0	5,8	34,6	0	6,6	117
Cultivo tipo 9	0,8	11,5	3,0	3,5	3,5	7,5	6,8	0,1	56,5	6,8	74
Cultivo tipo 10	19,7	6,1	2,8	5,0	10,1	7,2	9,2	0,5	0,2	39,1	1267
Total	28,9	9,7	4,5	6,3	10,7	9,6	14,0	1,8	1,1	13,4	6016

Fuente: IV Censo Agropecuario 2012, INEI. Elaboración propia.

En el mapa 10 se registran los tipos de SEA por cultivo predominante y los procesos de deforestación ocurridos entre el 2000 y el 2005 en la selva norte.

Mapa 10
Tipos de cultivo y deforestación 2000-2005 en San Martín



Fuentes: IV Cenagro, INEI y Minam. Elaboración propia.

3. Relación entre deforestación y uso del suelo agropecuario

En esta parte del texto proponemos y estimamos un modelo de deforestación en el cual relacionamos, en el nivel de SEA, la variable *deforestación* con las variables *físicas*, de *acceso a mercados, institucionales, de migración* y de *uso del suelo para fines agropecuarios*.

3.1. Modelo de deforestación

Existe una amplia literatura de base que analiza la relación entre deforestación y una serie de dimensiones importantes, como Carr y otros 2005, Deininger y Minten 2002, Kerr y otros 2002, Nelson y Hellerstein 2001, y Rosero-Bixby y Palloni 1998. Un modelo general puede resumirse en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{deforestación} = {} & \mathbf{a} + \underline{\mathbf{b}}^{*}\text{V_Físicas} + \underline{\mathbf{c}}^{*}\text{V_Mercado} \\ & + \underline{\mathbf{d}}^{*}\text{V_Instit} + \underline{\mathbf{e}}^{*}\text{V_Migr} + \underline{\mathbf{f}}^{*}\text{V_Agricul} + \mathbf{u} \end{aligned} \qquad (1)$$

Donde *deforestación* es la tasa anual (en porcentaje) de deforestación en el SEA para cada periodo analizado; *a* es una constante, y $\underline{b}$, $\underline{c}$ …, $\underline{f}$ son vectores de coeficientes para cada variable dentro del tipo de variable analizada. La variable *u* es un término aleatorio no correlacionado con las variables independientes del modelo, con valor esperado igual a cero y varianza constante.

Para las variables físicas (altitud, pendiente) y de acceso a mercados (distancias) usaremos en la estimación formas cuadráticas que reflejarán relaciones no lineales de estas variables con la tasa de deforestación. Igualmente, incluiremos variables dicotómicas para cada departamento, en

la medida en que pueden mostrar distintas tasas medias de deforestación en cada periodo analizado.

Debido a que la variable de deforestación del Minam corresponde solo al cambio de bosque a no bosque (deforestación[11]), esta no considera procesos de reforestación o recrecimiento del bosque por factores naturales o de acción humana. Por este motivo, consideramos que la variable dependiente en (1) está truncada en 0 y usaremos un modelo del tipo Tobit para las estimaciones (Deininger y Minten 2002). Tomando en cuenta las importantes diferencias en el comportamiento de la deforestación y la actividad agropecuaria entre la selva alta y la selva baja, haremos estimaciones separadas para cada una de estas zonas.

3.2. Descripción de las variables utilizadas para la estimación

En el cuadro 11 se presentan los valores medios y las desviaciones estándar de las variables que usaremos para las estimaciones, y por zonas de selva baja y selva alta. Como se puede ver, los valores medios de las tasas anuales de deforestación son crecientes en la selva baja para los tres periodos analizados: 1,40%, 1,69% y 2,31%. En el caso de la selva alta, la tasa de deforestación del periodo 2005-2009 fue mucho más pronunciada (3,23%) que la observada para los periodos 2000-2005 (1,15%) y 2009-2011 (1,10%).

Igualmente, se pueden notar otros rasgos importantes y diferenciados de las dos grandes zonas analizadas. La selva baja, como su nombre indica, tiene una altitud promedio mucho más baja que la de la selva alta, y también una pendiente de solo 5%, versus casi 20% para la selva alta.

En términos de las variables relacionadas con el acceso a mercados, se ve que las condiciones son mucho más adversas en la selva baja, donde la distancia promedio a la red vial es de 21 kilómetros, versus solo 2,4 kilómetros para la selva alta. Igualmente, la distancia a la capital provincial

11 En términos del análisis de regresión presentado en esta sección, la distinción no es importante, en la medida en que es esperable que cualquier cambio por razones naturales en la cobertura de bosque tenga una distribución aleatoria en el territorio, subsumida en el término aleatorio y no relacionada con las variables independientes del modelo (1) por estimar.

más cercana es casi el doble (4,11 kilómetros) en la selva alta que en la selva baja (2,5 kilómetros).

Con respecto a las variables institucionales, en las tres variables se observa que la selva alta tiene mayor importancia que la selva baja. Así, un 15% de los SEA están ubicados en ANP, mientras solo un 5,6% para la selva baja. Las comunidades tienen presencia en 34% de los SEA de la selva alta, mientras este porcentaje es de 15% en la selva baja. Por último, las concesiones forestales inciden en 23% de los SEA de la selva alta y únicamente en el 4% de los SEA de la selva baja.

No se observan grandes diferencias en los patrones de migración entre selva alta y selva baja, pero hay que recordar que esta variable solo puede ser medida en el nivel de los distritos y estos son de distinto tamaño en la selva alta que en la baja.

Cuadro 11

Variables descriptivas usadas en la estimación del modelo de deforestación

	Selva baja		Selva alta		Total	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
A. NO AGROPECUARIAS						
Tasas anuales deforestación						
Deforestación 2000-2005	1,40	3,27	1,15	3,76	1,25	3,57
Deforestacion 2005-2009	1,69	3,53	3,23	8,19	2,62	6,77
Deforestación 2009-2011	2,31	6,21	1,10	4,54	1,58	5,30
Geográficas						
Altitud SEA (promedio)	372,12	347,59	1704,49	849,13	1172,96	952,50
Pendiente (mediana)	5,08	5,71	18,84	7,63	13,35	9,67
Acceso a mercados						
Distancia a la cap. provincial (km)	4,11	6,89	2,54	4,62	3,17	5,69
Distancia a la red vial (km)	21,28	47,46	2,40	3,71	9,93	31,50
Institucionales (*dummies*)						
Área natural protegida	14,8%	35,5%	5,6%	23,0%	9,3%	29,0%
Comunidad	34,4%	47,5%	14,6%	35,3%	22,5%	41,7%
Concesión forestal	23,2%	42,2%	3,9%	19,3%	11,6%	32,0%
Migración (migrantes distrito)						
Migr. establecido	4290	6182	4987	5856	4709	5997
Migr. primario	1092	1845	937	1164	999	1476
Migr. frecuente	775	1311	588	847	663	1060
Migr. retorno	481	802	346	428	400	609
Observaciones	2400		3616		6016	

	Selva baja		Selva alta		Total	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
B. AGROPECUARIAS						
Destino de la siembra						
Autoconsumo	29,4%	45,6%	10,8%	31,1%	18,2%	38,6%
Venta	63,1%	48,3%	86,2%	34,5%	77,0%	42,1%
Alim. animales	7,5%	26,4%	3,0%	16,9%	4,8%	21,4%
Tamaño predominante						
< 5 ha	15,5%	36,2%	24,3%	42,9%	20,8%	40,6%
5-20 ha	27,4%	44,6%	47,6%	50,0%	39,6%	48,9%
20-50 ha	18,9%	39,1%	6,4%	24,5%	11,4%	31,8%
50-500 ha	19,5%	39,6%	12,8%	33,4%	15,5%	36,2%
> 500 ha	18,7%	39,0%	8,9%	28,5%	12,8%	33,4%
Tipos de cultivo						
Café	7,1%	25,7%	36,0%	48,0%	24,5%	43,0%
Cacao	15,2%	35,9%	9,8%	29,8%	12,0%	32,5%
Arroz	4,6%	20,9%	3,3%	17,9%	3,8%	19,2%
Yuca	11,6%	32,1%	0,6%	7,8%	5,0%	21,8%
Maíz	14,0%	34,7%	6,7%	25,0%	9,6%	29,5%
Pastos	12,3%	32,9%	7,5%	26,4%	9,5%	29,3%
Frutales	17,6%	38,1%	7,4%	26,1%	11,5%	31,8%
Coca	0,0%	2,0%	3,2%	17,6%	1,9%	13,8%
Palma	3,1%	17,3%	0,0%	0,0%	1,2%	11,0%
Otros	14,5%	35,2%	25,4%	43,6%	21,1%	40,8%

	Selva baja		Selva alta		Total	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
Amazonas	5,9%	23,5%	13,7%	34,4%	10,6%	30,8%
Ayacucho	0,1%	2,9%	5,4%	22,7%	3,3%	17,9%
Cajamarca	0,6%	7,6%	13,8%	34,5%	8,5%	27,9%
Cusco	0,4%	6,1%	18,4%	38,7%	11,2%	31,5%
Huancavelica	0,0%	0,0%	1,0%	9,9%	0,6%	7,7%
Huánuco	6,9%	25,4%	8,7%	28,2%	8,0%	27,1%
Junín	3,0%	17,1%	16,2%	36,9%	10,9%	31,2%
La Libertad	0,0%	0,0%	0,2%	4,1%	0,1%	3,2%
Loreto	33,8%	47,3%	0,0%	0,0%	13,5%	34,2%
Madre de Dios	5,0%	21,8%	0,0%	0,0%	2,0%	14,0%
Pasco	3,7%	18,9%	3,7%	18,9%	3,7%	18,9%
Piura	0,2%	4,1%	1,9%	13,5%	1,2%	10,8%
Puno	0,1%	2,9%	4,1%	19,8%	2,5%	15,5%
San Martín	24,1%	42,8%	13,0%	33,7%	17,4%	37,9%
Ucayali	16,3%	37,0%	0,0%	0,0%	6,5%	24,7%
Observaciones	2400		3616		6016	

Fuentes: IV CENAGRO2012, MINAM, IBC, y modelos GIS, MTC y CPV 2007.
Elaboración propia.

En cuanto a las características agropecuarias, estas reflejan algunos rasgos ya discutidos en la primera sección. Por ejemplo, la orientación hacia la venta de los cultivos es más marcada en la selva alta que en la selva baja, y en esta última, la orientación hacia la alimentación de animales muestra cierta importancia. Igualmente, en la selva alta la distribución de la tierra agropecuaria se orienta sobre todo hacia los segmentos de menos de 20 hectáreas, mientras que en la selva baja los segmentos más grandes muestran mayor preponderancia. En términos de cultivos, la selva alta se caracteriza por tener mucha más producción de café, coca y otros cultivos que la selva baja. Esta última presenta una mayor diversificación de cultivos, entre los que destacan el cacao, el maíz, los pastos cultivados, los frutales y la palma aceitera.

3.3. Resultados generales de las estimaciones

En el cuadro 12 se presentan los resultados de la estimación para cada zona y periodo.

Cuadro 12
Estimaciones Tobit de modelo de deforestación por zona y por periodo de referencia

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Físicas						
Altitud	0,000	-0,001	0,000	0,0058***	0,0023***	0,0035**
	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,002
Altitud 2	0,000	0,0000*	-0,0000**	-0,0000***	-0,0000***	-0,0000**
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pendiente	0,2035	-0,065	-0,074	-0,4819***	-0,0754*	0,1451*
	-0,040	-0,084	-0,065	-0,046	-0,052	-0,099
Pendiente 2	0,0060***	0,001	-0,001	0,0127***	0,000	-0,0123***
	-0,001	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,005
Acceso a mercados						
Distancia cap. prov.	-0,014	-0,0731***	0,0398*	-0,012	-0,015	-0,0371**
	-0,016	-0,034	-0,026	-0,010	-0,011	-0,021

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Distancia vías	-0,1103***	-0,5529***	0,2494***	-0,0091***	-0,0114***	-0,008
	-0,039	-0,082	-0,065	-0,004	-0,005	-0,009
Distancia vías 2	0,0030***	0,0158***	-0,0097***	0,0001***	0,0000***	0,000
	-0,001	-0,003	-0,003	0,000	0,000	0,000
Institucionales						
Área natural protegida	-0,068	-0,394	-0,477	-0,106	-0,4449***	-0,8702***
	-0,304	-0,644	-0,487	-0,182	-0,205	-0,378
Comunidad	0,014	-0,9217**	1,1495***	-0,5038***	-0,4974***	-0,7759***
	-0,226	-0,479	-0,351	-0,167	-0,188	-0,347
Concesión forestal	0,204	0,017	-0,509	-0,6417***	-0,5976***	-0,7074***
	-0,356	-0,756	-0,554	-0,159	-0,179	-0,330
Migración						
Migr. establecido	-0,0002***	0,000	-0,0002***	0,000	0,000	0,0003***
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Migr. primario	0,0008***	-0,001	0,000	0,0007***	0,000	0,0017***
	0,000	-0,001	-0,001	0,000	0,000	-0,001
Migr. frecuente	-0,0012***	0,0030***	0,0017***	0,000	0,000	-0,0020***
	0,000	-0,001	-0,001	0,000	0,000	-0,001
Migr. retorno	0,0025***	-0,0045***	-0,0014*	-0,0007**	0,000	-0,0026***
	-0,001	-0,001	-0,001	0,000	0,000	-0,001
Agropecuarias						
Destino de las siembras						
Venta	-0,140	1,4620***	0,255	0,3334***	0,243	0,083
	-0,284	-0,597	-0,513	-0,165	-0,186	-0,343
Alim. animales	-0,517	1,134	0,182	0,151	0,150	-0,140
	-0,481	-1,009	-0,798	-0,370	-0,417	-0,766
Tamaño del área cultivada por el productor						
< 5 ha	-0,149	0,360	-0,151	0,333	0,241	-1,7453***
	-0,302	-0,642	-0,491	-0,238	-0,268	-0,496
5-20 ha	-0,363	0,265	0,356	0,164	0,214	-1,1310***
	-0,275	-0,585	-0,436	-0,186	-0,210	-0,385
50-500 ha	-0,330	-0,135	0,019	-0,004	0,3568*	-1,1891***
	-0,315	-0,669	-0,503	-0,197	-0,222	-0,407
> 500 ha	-0,6908***	1,3030**	-0,364	-0,052	-0,052	-1,4084***
	-0,347	-0,737	-0,573	-0,222	-0,250	-0,460
Tipo de cultivo						
Café	-0,121	-0,601	0,437	-0,5990**	1,2124***	-0,503
	-0,198	-0,418	-0,323	-0,320	-0,358	-0,663
Cacao	-0,267	-2,1218***	0,8729**	0,6382***	0,000	-0,8245**
	-0,302	-0,640	-0,494	-0,236	-0,266	-0,489
Arroz	0,053	0,866	-0,535	-0,028	1,0674***	2,7533***
	-0,435	-0,921	-0,667	-0,330	-0,372	-0,685
Yuca	-0,765	1,053	0,938	0,5935***	0,172	0,615
	-0,907	-1,925	-1,461	-0,258	-0,291	-0,536
Maíz	-0,345	3,1069***	-1,0976**	-0,083	0,5199***	0,579
	-0,312	-0,651	-0,581	-0,231	-0,260	-0,480
Pastos	-0,128	0,213	-0,6677*	0,5614**	0,5516*	-0,432
	-0,295	-0,623	-0,455	-0,304	-0,343	-0,630

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Frutales	-0,7022***	-0,012	0,215	-0,145	-0,061	0,8766**
	-0,296	-0,626	-0,483	-0,225	-0,254	-0,466
Coca	-0,554	1,6570**	0,487	-0,371	2,697	-3,214
	-0,411	-0,867	-0,733	-2,886	-3,253	-5,966
Palma	-	-	-	1,4705***	1,8915***	-1,5484**
	-	-	-	-0,390	-0,439	-0,811

* p<0,15, ** p<0,1, ***p<0,05

Igualmente, en el cuadro 13 se presentan los coeficientes estimados para cada departamento y algunas variables descriptivas de las estimaciones.

Cuadro 13
Coeficientes de departamentos
(con las mismas regresiones que el cuadro 12)

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Amazonas	-0,4473*	1,0903**	2,3969***	0,4032	0,4034	1,2522
	-0,2984	-0,6316	-0,4879	-0,4522	-0,5098	-0,9446
Ayacucho	1,6325***	-0,154	-0,6416	0,2112	-0,7966	5,8332
	-0,3857	-0,8227	-0,6562	-2,2076	-2,4861	-4,5912
Cajamarca	-1,1631***	0,204	3,3996***	0,7285	2,6967***	-3,9781*
	-0,2866	-0,6093	-0,467	-0,9509	-1,0494	-2,5222
Cusco	0,2342	5,9415***	-2,4481***	1,9795**	-0,3709	-2,1283
	-0,2712	-0,5711	-0,4878	-1,1377	-1,2778	-2,8631
Huancavelica	0,0249	0,2404	-2,2536	-	-	-
	-0,7014	-1,4909	-1,8292	-	-	-
Huánuco	-0,5663**	2,6382***	1,3958***	1,0767***	0,4828	3,8780***
	-0,3165	-0,6655	-0,5329	-0,4439	-0,4999	-0,9218
La Libertad	-0,0133	0,4795	-31,6711	-	-	-
	-1,6782	-3,5619	0,0000	-	-	-
Loreto	-	-	-	-0,5666	0,416	0,6792
	-	-	-	-0,4515	-0,5086	-0,9397
Madre de Dios	-	-	-	-0,411	-0,5779	-0,0125
	-	-	-	-0,5083	-0,5731	-1,0511
Pasco	0,8869***	-0,2541	3,5420***	0,2079	0,8096*	1,1263
	-0,4041	-0,8562	-0,6417	-0,4955	-0,5586	-1,0293
Piura	-1,1151***	-1,4228	4,4117***	-	-	-
	-0,5526	-1,1711	-0,8741	-	-	-
Puno	0,2131	-0,7912	-0,4245	14,9982***	8,8365**	-14,5643
	-0,3853	-0,8191	-0,6791	-4,3843	-4,7726	0
San Martín	-1,4439***	-1,0192*	3,5888***	1,4308***	2,2744***	3,9421***
	-0,329	-0,6931	-0,5119	-0,4124	-0,4647	-0,8584

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Ucayali	-	-	-	1,1996***	0,6167	1,083
	-	-	-	-0,4375	-0,4931	-0,9106
Constante	3,7462***	2,1129*	-0,108	0,7033	0,3336	0,8593
	-0,6739	-1,4236	-1,1123	-0,5522	-0,6208	-1,1505
Sigma (tobit)	3,7744***	8,0122***	5,5905***	2,8676***	3,2325***	5,9278***
	-0,0462	-0,0974	-0,0838	-0,0419	-0,0471	-0,088
Observaciones	3616	3616	3616	2400	2400	2400
Truncadas	259	205	1,334	47	39	119
No truncadas	3357	3411	2282	2353	2361	2281
Chi^2	297,7	420,2	815,4	683,6	467,1	388,9
R2_p	0,016	0,017	0,05	0,055	0,037	0,026

* $p < 0,15$, ** $p < 0,1$, *** $p < 0,05$

En conjunto, se pueden resumir los siguientes resultados más importantes —las implicancias de los signos y magnitudes de los coeficientes se discuten en el acápite siguiente—:

- La variable de altitud es significativa solo para la selva alta y en los tres periodos analizados.
- La variable de pendiente es importante en la selva alta en todos los periodos. En la selva baja aparece como significativa únicamente en el periodo 2000-2005.
- Las variables de acceso al mercado relacionadas con la distancia a la red vial (red existente hasta el 2004) aparecen como significativas para la selva alta y la selva baja, y en todos los periodos —excepto en el más reciente, 2009-2011, para la selva baja—. Esto indica que la ubicación de las vías sí ha sido un factor clave causal en los procesos de deforestación de la selva peruana.
- Las variables institucionales son muy importantes en (reducir) la deforestación en la selva baja y para los tres periodos de análisis; en la selva alta solo aparece como significativa la presencia de comunidades.
- No se observa un patrón claro o relevante entre los procesos migratorios y la deforestación, aunque esto puede deberse a que esta es la única variable que solo pudo medirse en el nivel de distrito.

- En cuanto a las variables agropecuarias, se observan algunos coeficientes significativos de la orientación hacia las ventas en periodos específicos, tanto en la selva alta como en la selva baja, así como de mayor impacto en deforestación de los SEA con predominancia de tamaños más grandes de áreas cultivadas (más de 50 hectáreas).
- Las estimaciones indican algunos impactos específicos de tipos de cultivo predominantes en los SEA que han tenido más impacto deforestador en los periodos analizado. Algunos cultivos —como el café, el cacao, el arroz, el maíz, la yuca, la coca, la palma y los frutales— aparecen con signo positivo significativo en periodos específicos, aunque en algunos casos el signo cambia de un periodo a otro.
- Algunas regiones muestran mayores tasas medias de deforestación —controlando por todas las variables del modelo—, y para ciertos periodos y por zonas. Por ejemplo, la selva alta de Amazonas y Huánuco muestra crecientes tasas de deforestación media entre el 2005 y el 2011. La selva alta de Cusco muestra una tasa muy alta de deforestación en el periodo 2005-2009, así como la de Cajamarca, Pasco y San Martín para el periodo 2009-2011. Por otro lado, la selva baja de San Martin muestra las tasas más altas de deforestación, la cual es creciente en los tres periodos; así, esta zona se ha convertido en la que presenta la mayor expansión del proceso deforestador en la selva peruana.[12]

3.4. Análisis específico de la deforestación en el periodo 2005-2009

En el análisis general presentado previamente se aplicó el mismo modelo a los tres periodos: 2000-2005, 2005-2009 y 2009-2011. Cabe señalar que, en cada caso, existen algunas limitaciones que es necesario considerar. Para el primer periodo, 2000-2005, la principal dificultad es la temporalidad de una parte de las variables consideradas, lo que puede generar problemas

12 Esto es consistente con la fuerte expansión agropecuaria de San Martin descrita en la primera sección de este capítulo.

de endogeneidad en las estimaciones. Este sería el caso de la variable de distancia a la red vial que se aplicó para la red existente en el 2004, con lo que la expansión de la red del periodo 2000-2004 puede ser más un efecto causado por la deforestación antes que ir en la otra dirección de causalidad.[13] Igualmente, y quizá más problemático, la información de tipificación agropecuaria se basa en datos del censo del 2012, que están a más de una década del año inicial del periodo 2000-2005. En este caso, asumir que las condiciones agropecuarias han permanecido estables durante todo el periodo puede ser muy restrictivo.

Una alternativa para este último problema podría ser utilizar el periodo 2009-2011, que es mucho más cercano a los datos del censo agropecuario del 2012. No obstante, medir la deforestación de solo dos años es bastante limitado como para poder considerar efectos más persistentes del proceso agrario en este fenómeno.

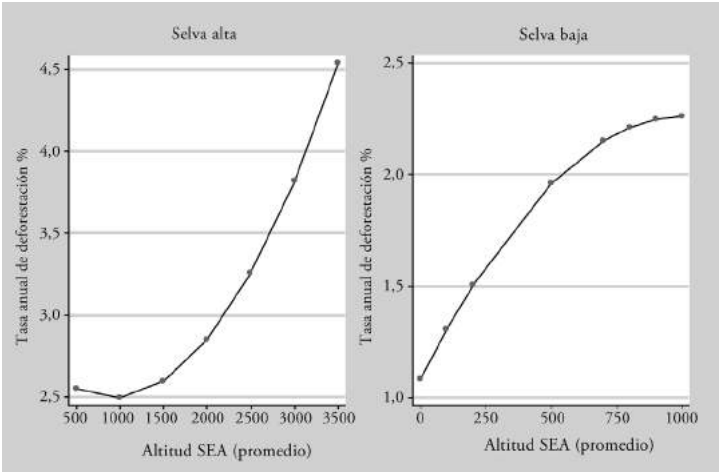
Por estos motivos, consideramos que el modelo aplicado para el periodo 2005-2009 puede ser el más robusto y consistente para generar algunas conclusiones sobre la relación entre la deforestación y los diversos factores considerados en el modelo. En este caso, la variable de distancia a vías (2004) es la adecuada para evitar el problema de endogeneidad, y el periodo de análisis es suficientemente cercano al 2012 como para considerar que la tipificación agraria utilizada ha mantenido cierta estabilidad. En este acápite analizamos gráficamente los efectos encontrados en las regresiones de los cuadros 12 y 13 para el periodo 2005-2009.

Variables físicas

En el gráfico 4 se observa la relación entre las tasas de deforestación y la altitud (promedio) de los SEA de acuerdo con los estimados del modelo para el periodo 2005-2009.

13 Este fenómeno también puede afectar a las variables institucionales en la medida en que ANP y concesiones forestales hayan sido generadas u otorgadas durante el periodo posterior o dentro del periodo 2000-2005. Un análisis más fino de la temporalidad de estas variables podría reducir este problema.

Gráfico 4
Deforestación y altitud en 2005-2009



Tanto para la selva alta como para la selva baja, la relación es creciente, aunque estadísticamente significativa solo para la primera. Esto indica que se generan mayores procesos de deforestación en las zonas más altas de la selva alta, especialmente entre los 2500 y 3500 metros de altitud. En la selva baja no se observa mayor relación entre deforestación y altitud promedio de los SEA.

En el gráfico 5 se observa la relación entre deforestación y pendiente (mediana) de los SEA para el periodo 2005-2009 de acuerdo con los estimados de la regresión.

La relación, aunque negativa, no es estadísticamente significativa en la selva alta, pero sí en la selva baja, donde en las zonas planas se generan en promedio 2 puntos porcentuales más de deforestación anual que en las zonas de alta pendiente.

Gráfico 5
Deforestación y pendiente (mediana) en 2005-2009

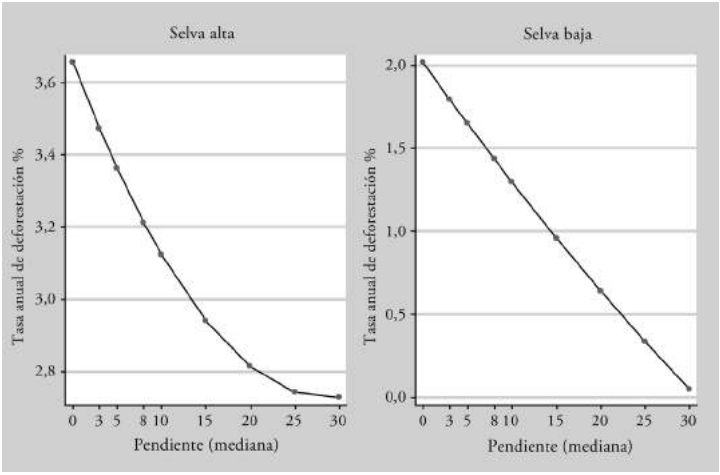
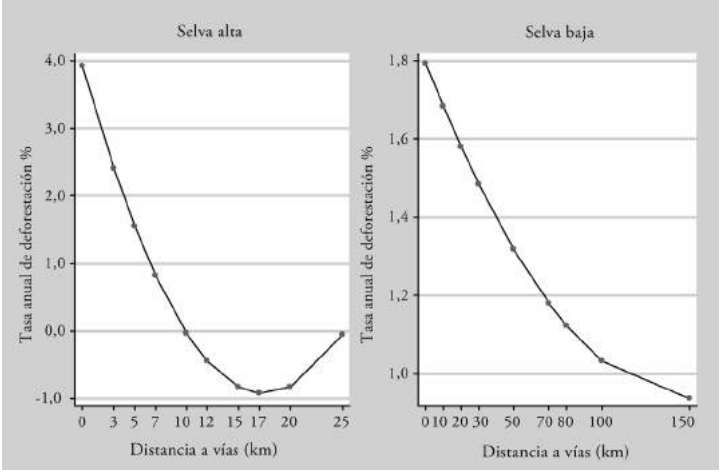


Gráfico 6
Deforestación y distancia a red vial (2004) en 2005-2009



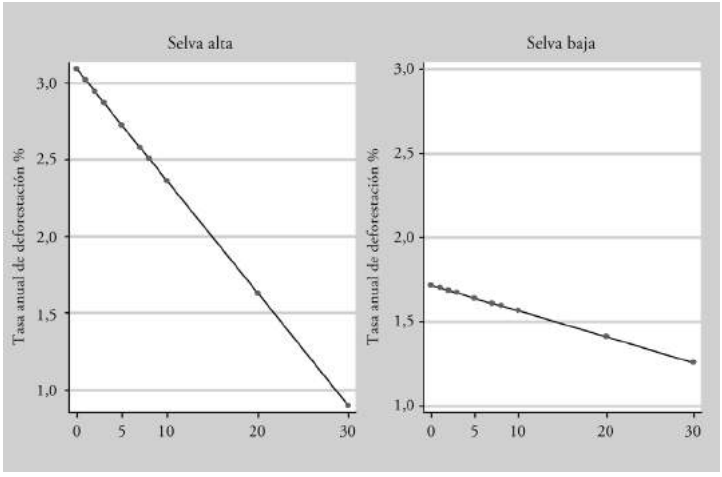
Variables de acceso a los mercados

La variable de distancia a la red vial (2004) aparece como significativa para todos los periodos y las dos grandes zonas de selva. En el gráfico 6 se observa esta relación para el periodo 2005-2009.

En ambos casos, la relación es negativa, aunque en la selva alta es mucho más marcada. Esto quiere decir que la deforestación se ubica cerca de las vías de acceso a los mercados. En áreas aledañas a las vías, la tasa de deforestación llegó al 4% anual, mientras que a una distancia promedio de unos 10 kilómetros ya no existe deforestación. Esto es consistente con casi toda la literatura empírica sobre este tema revisada (Chomitz y Gray 1996, Nelson y Hellerstein, 2001, Mertens y otros 2004, y Kerr y otros 2002).

En la selva baja, la menor distancia a la red vial también aparece como un importante factor que impulsó una mayor deforestación en el periodo 2005-2009. Las zonas aledañas a las vías generan un promedio del 2% de deforestación anual, mientras que las que distan unos 100 kilómetros

Gráfico 7
Deforestación y distancia a la capital provincial más cercana en 2005-2009



presentan un promedio del 1% anual de deforestación. En este caso, la relación entre vías y deforestación es mucho menos marcada que en la selva alta.

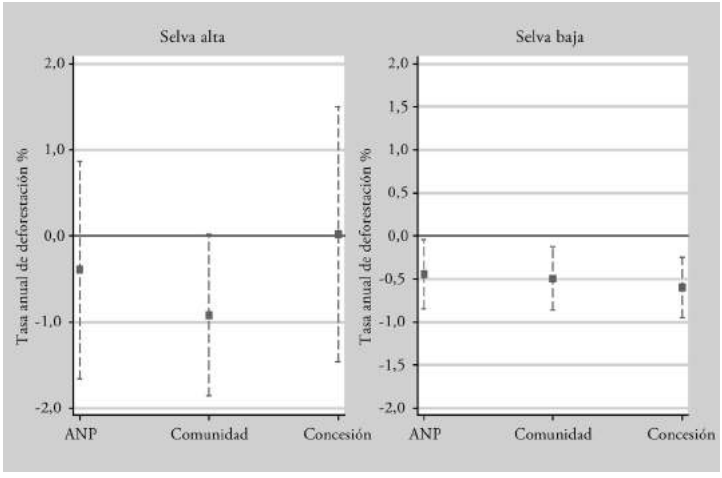
En el gráfico 7 se registra la relación entre la deforestación y la distancia a la capital provincial más cercana.

En la selva baja, la relación es negativa, pero no es estadísticamente significativa distinta de cero para el periodo 2005-2009, aunque sí para el periodo 2009-2011. Para la selva alta, la relación es muy fuerte y las zonas cercanas a las capitales provinciales —aun controlando por distancia a las vías— tuvieron un promedio de un poco más del 3% anual de deforestación, versus 2,5% para las zonas que se ubican a 8,5 kilómetros. En la selva alta, el 95% de los SEA se ubican a una distancia de menos de 8,5 kilómetros de la capital provincial.

Variables institucionales

En el gráfico 8 se registran los impactos medios de las tres variables institucionales (dicotómicas) en la tasa anual de deforestación anual para el

Gráfico 8
Variables institucionales y deforestación en 2005-2009



periodo 2005-2009. Se consignan los intervalos de confianza al 95% para los coeficientes estimados, que en este caso implican el efecto medio en la variable dependiente de *tasa de deforestación anual*.

Las tres variables institucionales —ANP, comunidades y concesiones forestales— tienen un impacto negativo y estadísticamente significativo en la selva baja, mientras que en la selva alta solo hay un efecto para las comunidades. En la selva baja, la presencia de ANP ha significado una menor tasa de deforestación, del -0,44%; en el caso de comunidades campesinas o nativas, una reducción de la tasa anual de deforestación de -0,5%; y en el de concesiones forestales, de -0,6%. Cabe señalar (véase el cuadro 12) que en el caso de las comunidades, el signo del coeficiente cambia de negativo a positivo en la selva alta entre los periodos 2005-2009 y 2009-2011.

En conjunto, las tres formas institucionales implican una menor tasa de deforestación en los SEA de la selva baja que cuentan con estas formas de propiedad o acceso a la tierra con respecto a los SEA que no cuentan con estas formas.[14]

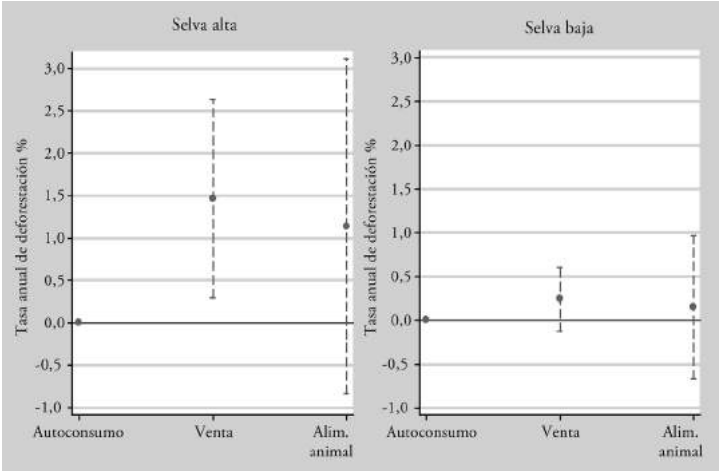
Variables agropecuarias

En el gráfico 9 se consigna la relación entre la deforestación y el destino principal del área sembrada por los productores (en el nivel de SEA) y su intervalo de confianza al 95%.

La relación es positiva y estadísticamente significativa para las áreas donde predomina la venta solo en la selva alta, con un impacto del 1,5% más de deforestación anual que en las zonas donde predomina el autoconsumo (grupo de base en la regresión). El coeficiente del grupo orientado a la alimentación animal es también positivo, pero no llega a ser estadísticamente significativo al mínimo del 85% de confianza en la regresión (véase el cuadro 12). En la

14 La evidencia sobre el papel de las áreas protegidas y la deforestación encontrada aquí es consistente con la reportada por Díaz y Miranda (2014). Los autores usaron un enfoque cuasiexperimental —comparación de áreas protegidas y zonas de control con características similares—, pero trabajaron esta relación solo en el nivel de distrito, para el periodo previo al año 2000, y sin distinguir entre selva alta y baja.

Gráfico 9
Destino del área sembrada y deforestación 2005-2009



selva baja no se observa mayor relación que sea estadísticamente significativa entre el destino de las siembras y la deforestación para el periodo 2005-2009.

En el gráfico 10 se muestra la relación entre deforestación y tamaño predominante de las áreas cultivadas por productores en el nivel de SEA para el periodo 2005-2009 (incluyendo intervalos de confianza al 95%). El tipo de tamaño de 20-50 hectáreas es usado como base referencial en la estimación (véase el cuadro 12).

Aparece como estadísticamente significativo para la selva alta que el grupo de SEA en el que predominan los agricultores que manejan terrenos más grandes —de más de 500 hectáreas— generó una mayor tasa de deforestación en el periodo de análisis. Este grupo muestra una tasa de deforestación mayor en 1,5% anual con respecto al grupo base —con predominio de agricultores que cultivan de 20-50 hectáreas—. En la selva baja, el único grupo que también muestra una mayor tendencia a la deforestación es aquel en el que predominan los agricultores que manejan entre 50 y 500 hectáreas. En conjunto, puede decirse que se observa una tendencia a que en los SEA que albergan unidades de extensiones más grandes se generaron tasas mayores de deforestación en la selva peruana durante el periodo 2005-2009.

Gráfico 10
Deforestación y tamaño predominante de las áreas cultivadas por agricultores en 2005-2009

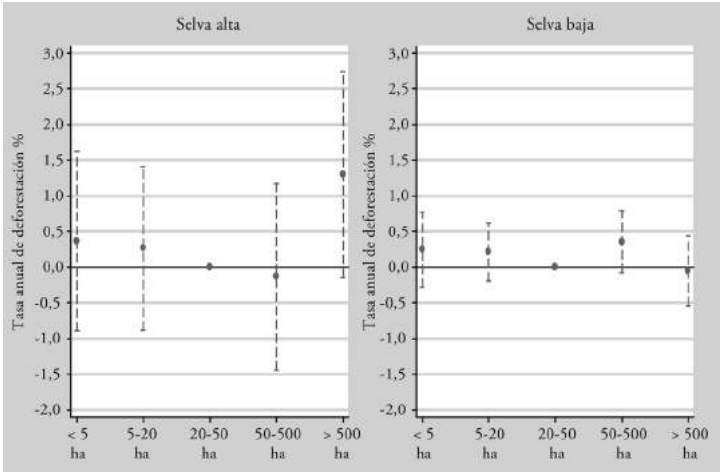
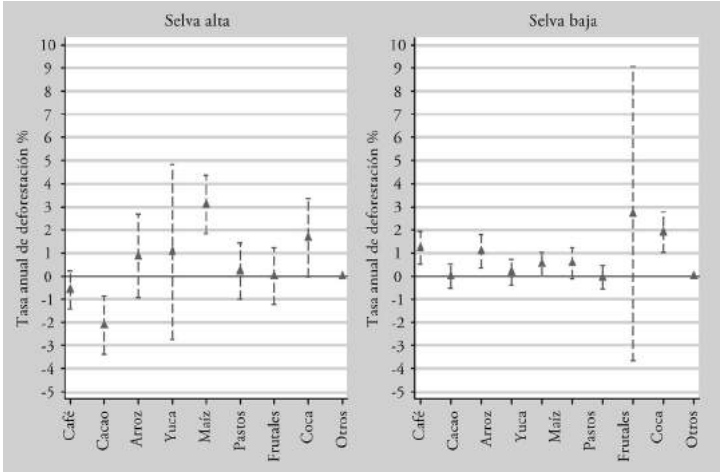


Gráfico 11
Orientación de cultivos y deforestación 2005-2009



En el gráfico 11 se consigna la relación entre la orientación productiva predominante de los SEA y el proceso de deforestación durante el periodo 2005-2009.

En la selva alta, los SEA donde predominan el maíz y la coca han mostrado mayores tasas anuales de deforestación —de 3,1% y 1,7%, respectivamente— con respecto al grupo de otros cultivos. En la selva baja, por otro lado, los cultivos asociados con mayores tasas de deforestación son el arroz (1% más que el grupo base), el maíz (0,5% más), los pastos (0,6% más) y la palma (1,8% más). En la selva baja, la deforestación se ha incrementado más en los SEA en los que predominan estos cuatro cultivos que en aquellos en los que predominan los otros cultivos.

4. Conclusiones

En el presente estudio, hemos evaluado la relación empírica entre deforestación y uso del suelo para fines agropecuarios en la selva peruana durante el periodo 2000 al 2011. Aprovechamos la información en el nivel de unidades geográficas relativamente pequeñas como los SEA en el censo agropecuario del 2012, así como las estimaciones del proceso de deforestación localizado que viene realizando el Minam desde el 2009, considerando el periodo desde el 2000 hasta el 2011. Igualmente, incorporamos en el análisis otras variables relevantes de tipo físico, acceso a mercados, institucionales y de migración, que pueden cumplir un papel independiente e importante en la explicación del reciente proceso de deforestación en la Amazonía peruana.

El análisis de algunos cambios en la agricultura de la selva presentado en la primera sección indica que esta ha sido la región con mayor crecimiento tanto en número de agricultores como en área agropecuaria expandida entre 1994 y el 2012, con un crecimiento de alrededor de 1,8 millones de hectáreas entre ambos censos. Es muy probable que una buena parte de esta expansión se haya realizado a costa de la deforestación, como este estudio luego analiza. Las cifras también indican una fuerte expansión de los cultivos permanentes —café, cacao, frutales, pastos cultivados, palma—, así como de la ganadería de vacunos. Este proceso ha venido acompañado por una mayor intensificación y comercialización de la agricultura de la selva, así como por incrementos sustantivos en la predominancia del monocultivo, tanto en el nivel de los territorios como de la cartera de cultivos manejada por los agricultores. Estas tendencias se han observado en todos los grupos de productores definidos por el tamaño del área que manejan, no solo en el caso de los productores que explotan terrenos de mayor tamaño.

En el contexto de expansión de la frontera agrícola en la selva y su impacto agregado en la deforestación, es importante empezar a responder algunas preguntas sobre esta relación. En primer lugar, es preciso señalar que, tal como lo sustenta una amplia literatura en el tema, se trata de una relación compleja y multifacética. Cualquier estimación de los impactos del uso agropecuario de la tierra en la deforestación debe hacerse en el marco de un modelo que considere el papel de variables físicas, de acceso a mercados e institucionales, así como de los procesos migratorios y de localización de la población. Igualmente, es crucial entender qué tipo de agricultores y cultivos están teniendo mayor o menor impacto en los procesos de deforestación, con lo cual es también posible empezar a reflexionar sobre políticas que podrían impactar de una u otra forma en el proceso.

Al respecto, en este estudio hemos adoptado un modelo general de deforestación que es estimado en el nivel de más de 6000 SEA de la selva peruana, y en forma separada e independiente para la selva alta y baja, así como para los periodos 2000-2005, 2005-2009 y 2009-2011. En conjunto, los estimados indican la crucial importancia de la distancia a las vías y capitales de provincia en la «geografía» de la deforestación, pero también la crucial importancia de las formas institucionales de las ANP, la presencia de comunidades y el otorgamiento de concesiones forestales como mecanismos que reducen o contienen los procesos de deforestación en general, en territorios y periodos específicos. En este caso, no hemos podido encontrar una relación significativa entre procesos migratorios y deforestación, aunque es muy probable que esto se deba a que esta variable no pudo construirse en el nivel de SEA sino de distrito.

En términos de la relación entre las características del uso de la tierra para fines agropecuarios y la deforestación, en este estudio hemos podido establecer algunas relaciones que parecen consistentes con el proceso de cambios en la agricultura descritos en la primera sección del capítulo. En particular, se ha podido constatar que las zonas con mayor orientación al mercado —a las ventas— tienden a generar procesos más rápidos de deforestación. Igualmente, las zonas donde prevalecen los agricultores que

explotan áreas de mayor tamaño —por encima de las 50 hectáreas— han tendido a generar procesos más intensos de deforestación.

En términos de cultivos, la evidencia encontrada debe ser tomada con mayor cautela debido a que las decisiones de producción son más volátiles que las de orientación o acceso a la tierra agropecuaria. Para el periodo 2005-2009, en el que consideramos que el modelo de deforestación se comporta mejor, encontramos que las zonas con predominancia de maíz y coca han generado tasas más altas de deforestación en la selva alta. Por otro lado, en la selva baja la gran mayoría de cultivos importantes han mostrado mayores impactos en la deforestación durante el 2005-2009: café, arroz, maíz, pastos cultivados y palma. El café y la palma aparecen con los coeficientes más altos de deforestación en este caso.

Consideramos que los resultados encontrados son iniciales y abren espacio para investigaciones más profundas sobre la compleja relación entre agricultura y deforestación. La evidencia parece consolidarse con respecto a la importancia de las formas institucionales reguladoras del acceso al suelo como las ANP, y también al rol que cumplen las comunidades y concesiones forestales. Cabe decir que en el caso de las ANP y las concesiones forestales, los signos de los coeficientes son siempre negativos para las dos zonas y los tres periodos. En el caso de las comunidades, no obstante, el signo del coeficiente cambia de negativo a positivo para la selva alta entre los periodos 2005-2009 y 2009-2011, lo que indica que, potencialmente, este tipo de organización puede ser ambivalente en términos de incrementar o reducir la deforestación de acuerdo con los incentivos y las políticas prevalecientes (Deininger y Minten 2002).

En el caso de las políticas agrarias, la evidencia encontrada en este estudio indica que la agricultura es la principal causa de deforestación en la selva peruana, pero que esta está mediada por los diversos tamaños de áreas cultivadas, los cultivos predominantes y el tipo de orientación al mercado de los productores. Y si bien es poco razonable plantear como objetivo de política la «deforestación cero» en la selva, sí es posible impulsar un proceso más ordenado y localizado de expansión agropecuaria, que minimice la

deforestación más costosa —en términos ambientales y socioeconómicos— y maximice el impacto del crecimiento agropecuario en los ingresos y el bienestar de los productores. Modelos como el estimado en este trabajo pueden servir de base para este tipo de cálculos si se les incorporan precios y costos de producción, tanto privados como sociales. Esto, a su vez, puede constituir la base para iniciar procesos más racionales de planificación del uso del territorio en los precarios suelos de la Amazonía peruana.

Referencias bibliográficas

Carr, David.; Laurel Suter y Alisson Barbiei (2005). Population dynamics and tropical deforestation: state of the debate and conceptual challenges. *Population and Environment, 27*(1), 89-113.

Chomitz, Kenneth y David Gray (1996). Roads, land use and deforestation: a spatial model applied to Belize. *The World Bank Economic Review, 10*(3), 487-512.

Deininger, Klaus y Bart Minten (1999). Poverty, policies, and deforestation: the case of Mexico. En *Economic Development and Cultural Change, 47*(2), 313-344.

Deininger Klaus y Bart Minten (2002). Determinants of deforestation and the economics of protection: an application to Mexico. *American Journal of Agricultural Economics, 84*(4), 943-960.

Díaz, Ramón y Juan José Miranda (2014). Áreas naturales protegidas en el Perú: efectos sobre la deforestación y su relación con el bienestar de la población amazónica. En Roxana Barrantes y Manuel Glave (Eds.). *Amazonía peruana y desarrollo económico* (pp. 209-239). Estudios sobre Desigualdad, 8. Lima: IEP y GRADE.

Kerr, Suzi; Alexander Pfaff y Arturo Sánchez (2002). *The dynamics of deforestation: evidence from Costa Rica*. Recuperado de http://www.researchgate.net/profile/GA_Sanchez-Azofeifa/publication/242743957_The_Dynamics_of_Deforestation_evidence_from_Costa_Rica/links/02e7e529d63049e1a5000000.pdf?inViewer=true&disableCoverPage=true&origin=publication_detail.

Mertens, Benoit; David Kaimowitz, Atie Puntodewo, Jerry Vancaly y Patricia Méndez (2004). Modeling deforestation at distinct geographic scales and time periods in Santa Cruz, Bolivia. *International Regional Scientific Review, 27*(3), 271-296.

Minam (2014). *Memoria técnica de la cuantificación de cobertura de cambio de bosque a no bosque de la Amazonía peruana: periodo 2000-2005-2009*. Lima: Ministerio del Ambiente.

Nelson Gerald y Daniel Hellerstein (2001). Do roads cause deforestation?: using satellite images in econometric analysis of land use. *American Journal of Agricultural Economics, 79*(1), 80-88.

Pfaff, Alexander (1999). What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data. *Journal of Environmental Economics and Management, 37*(1), 26-46.

Rosero-Bixby, Luis y Alberto Palloni (1998). Population and deforestation in Costa Rica. *Population and Environment: a Journal of Interdisciplinary Studies, 20*(2), 149-185.

Vergara, Karla; Miguel Figallo y Manuel Glave (2014). Infraestructura en la Amazonía peruana: una propuesta para proyectar cambios en la cobertura boscosa en la carretera Pucallpa-Cruzeiro do Sul. En Roxana Barrantes y Manuel Glave (Eds.). *Amazonía peruana y desarrollo económico* (pp. 161-207). Estudios sobre Desigualdad, 8. Lima: IEP y GRADE.

Principales abreviaciones

ANP	Área natural protegida
Cenagro	Censo Nacional Agropecuario
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
Conam	Consejo Nacional del Ambiente
ECM	Error cuadrático medio
EIECCP	Estudio del impacto económico del cambio climático en el Perú
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
Enaho	Encuesta Nacional de Hogares
ENDR	Estrategia Nacional de Desarrollo Rural
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés, Food and Agriculture Organization)
IBC	Instituto del Bien Común
Incagro	Proyecto de Investigación y Extensión Agrícola
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
Minam	Ministerio del Ambiente
Minagri	Ministerio de Agricultura y Riego
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PCM	Presidencia del Consejo de Ministros
Pesem	Plan Estratégico Sectorial Multianual
SAE	Estimación de áreas pequeñas (por sus siglas en inglés, *small area estimation*)
SEA	Sector de empadronamiento agropecuario
Senamhi	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
Sernamp	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
UA	Unidad agropecuaria
VBP	Valor bruto de producción agropecuaria

Notas sobre los autores

Carmen Armas
Bachiller en Economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se desempeña como asistente de investigación en GRADE, en las áreas de Desarrollo Rural y Agricultura, y Pobreza y Equidad. Viene colaborando con Javier Escobal en el proyecto «Inclusión económica y tributación territorial: el caso de las exoneraciones altoandinas».

Carlos Alberto Arnillas
Ph. D. (c) en Ciencias Físicas y Ambientales por la Universidad de Toronto y biólogo por la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde es investigador asociado del Centro de Datos para la Conservación.

Trabaja fundamentalmente en el estudio de ecosistemas a nivel de comunidad y paisaje, así como en las interacciones de las personas con los ecosistemas. Sus estudios recientes se enfocan en los efectos del cambio climático y el uso de la tierra en servicios ambientales, y a través de ellos, en la sociedad. Estos estudios se han llevado a cabo tanto a escala local como nacional, y como parte de ellos se ha discutido el papel de diversos actores en el manejo y cuidado del ambiente.

Javier Escobal
Doctor en Desarrollo Económico por la Universidad Wageningen y magíster por la Universidad de Nueva York, donde también realizó estudios doctorales en Economía. Se desempeña como investigador principal de GRADE e investigador del estudio Niños del Milenio.

Sus trabajos recientes se han concentrado en explorar la evolución de distintos territorios rurales de la sierra del Perú en el mediano plazo. Asimismo, se ha especializado en temas de pobreza rural, en los que busca determinar qué papel desempeñan los bienes y servicios públicos en la elevación del nivel de vida de los pobres rurales. También se ha concentrado en medir distintas dimensiones de la desigualdad, poniendo especial énfasis en la polarización espacial de los ingresos.

Ricardo Fort

Doctor en Desarrollo Económico por la Universidad de Wageningen y magíster en Economía Agrícola y Aplicada por la Universidad de Wisconsin-Madison. Es investigador principal de GRADE, donde lleva a cabo diversas investigaciones, sobre todo en temas vinculados al desarrollo rural y la economía agraria.

En los últimos años, sus proyectos se han concentrado en el análisis de diversas estrategias de pequeños productores rurales para mejorar su vinculación con los mercados y su nivel de vida, así como en los efectos de las políticas públicas y otros proyectos que pretenden lograr este fin.

Juan Pablo Gayoso

Estudió Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se ha desempeñado como especialista en análisis de imágenes de satélite y sensores remotos en numerosos estudios de impacto ambiental. También ha colaborado en estudios en el ámbito agropecuario desarrollados para GRADE.

Carmen Ponce

Investigadora asociada de GRADE desde el 2005. Economista por la Pontificia Universidad Católica del Perú, cuenta con una maestría en Economía por la Universidad de Texas, Austin. Ha desarrollado investigaciones sobre dinámicas territoriales rurales de mediano plazo en la sierra peruana, la

efectividad de proyectos de desarrollo rural, y las trayectorias de pobreza, migración y desigualdad en el Perú durante las últimas tres décadas. También ha investigado temas asociados a la pobreza infantil.

Ricardo Vargas

Bachiller en Economía por la Universidad ESAN. Se desempeña como asistente de investigación del área Desarrollo Rural y Agricultura de GRADE, y apoya a Eduardo Zegarra y Ricardo Fort en distintos proyectos.

Eduardo Zegarra

Investigador Principal de GRADE desde el 2004. Economista por la Pontificia Universidad Católica del Perú y doctor en Economía Agraria y Aplicada por la Universidad de Wisconsin-Madison, con especialidad en Desarrollo Rural y Manejo de Recursos Naturales. Su tesis doctoral versó sobre fallas de coordinación y el funcionamiento del mercado de aguas en Chile.

Ha realizado diversas investigaciones y publicaciones en temas relativos al manejo de tierras y agua en la agricultura peruana, así como al funcionamiento de mercados e instituciones agrarias para afrontar la provisión de servicios agrarios, el manejo del riesgo y diversas fallas de mercado. También ha liderado estudios de evaluación de impacto de proyectos públicos de escala masiva en el Perú. Es docente en el nivel de maestría en la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Nacional Agraria La Molina.