

# ESCENARIOS DE DEFORESTACIÓN FUTURA EN PARAGUAY

PROGRAMA  
**ONU-REDD+**  
PARAGUAY



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



Al servicio  
de las personas  
y las naciones



INSTITUTO  
**FORESTAL  
NACIONAL**



**TEKOHA  
RESAI**  
SAMBYHYHA  
SECRETARÍA DEL  
AMBIENTE



Federación por la  
Autodeterminación  
de los Pueblos Indígenas

# ESCENARIOS DE DEFORESTACIÓN FUTURA EN PARAGUAY

UNEP- United Nations Environment Program

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Oficina Regional para América Latina y el Caribe

Clayton, Ciudad del Saber - Avenida Alberto Oriol Tejada, Edificio # 103 Corregimiento de Ancón - Ciudad de Panama, PANAMA

Tel.: (507) 305-3168 Conmutador: Tel.: (507) 305-3100

Fax: (507) 305-3105 Apto. Postal: 0843-03590

*El Programa ONU-REDD es la iniciativa de colaboración de las Naciones Unidas sobre Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD) en los países en desarrollo. El Programa se puso en marcha en septiembre de 2008 para ayudar a los países en desarrollo a preparar e implementar estrategias nacionales de REDD+, y se basa en el poder de convocatoria y la experiencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Programa las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).*

*Esta publicación puede ser reproducida con fines educativos o no lucrativos sin permiso especial, siempre que se cite la fuente. La reutilización de cualquier cifra está sujeta a la autorización de los titulares de los derechos originales. Ningún uso de esta publicación puede ser para su venta o cualquier otro fin comercial sin el permiso por escrito del PNUMA.*

## **DESCARGO DE RESPONSABILIDAD**

Los contenidos de este informe no reflejan necesariamente las opiniones o políticas del PNUMA, las organizaciones contribuyentes o los redactores. Las denominaciones empleadas y la presentación de materiales en este informe no implican la expresión de ninguna opinión por parte de las organizaciones del PNUMA u organizaciones contribuyentes, redactores o editores relativas a la condición jurídica de cualquier país, territorio, ciudad, zona o de sus autoridades, ni respecto a la delimitación de sus fronteras o límites, o la designación de su nombre, fronteras o límites. La mención de una entidad comercial o un producto en esta publicación no implica promoción alguna por parte del PNUMA

## **AUTORES:**

Pablo Imbach<sup>1</sup>, Juan Robalino<sup>2</sup>, Juan Carlos Zamora<sup>1</sup>, Christian Brenes<sup>1</sup>, Catalina Sandoval<sup>2</sup>, Eduardo Pacay<sup>2</sup>, Miguel Cifuentes-Jara<sup>1</sup>, Gabriel Labbate<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Laboratorio de Modelado Ambiental, Programa de Cambio Climático y Cuencas Campus CATIE, Sede Central, CATIE 7170  
Cartago, Turrialba, 30501. Costa Rica Tel.: (506) 2558-2000

<sup>2</sup> Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Programa Investigación, Desarrollo y Ambiente  
Campus CATIE, Sede Central, CATIE 7170 Cartago, Turrialba, 30501. Costa Rica  
Tel.: (506) 2558-2000

<sup>3</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
Oficina Regional para América Latina y el Caribe  
Clayton, Ciudad del Saber – Avenida Alberto Oriol Tejada, Edificio # 103 Corregimiento de Ancón – Ciudad de Panamá, Panamá.  
Tel.: (507) 305-3168

## **COLABORADORES**

Andrea Semidei y Mabel Noguera (PNUD-SEAM)  
Cynthia Martínez, Gustavo Casco y Gustavo López (SEAM) Fernando Palacios (Asociación Guyra Paraguay)  
Gabriela Viñales y Roberto López (PNC-ONU REDD+ PY) Jorge Ramírez (INFONA)  
José Serafini (FAO-INFONA)

Como citar esta publicación  
PNC ONU-REDD+ Py/SEAM/INFONA/FAP. 2016. Escenarios de deforestación futura en Paraguay. Asunción, Paraguay: FAO/PNUD/PNUMA. 16 p.

## LISTA DE SIGLAS PARA PARAGUAY:

BAAPA	Bosque Atlántico Alto Paraná
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FCPF Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques
INFONA	Instituto Forestal Nacional de Paraguay MDEModelo Digital de Elevación
ONU-REDD	Programa REDD+ de la Organización de Naciones Unidas PNC Programa Nacional Conjunto
PNCAT	Patrimonio Natural y Cultural Ayoreo Totobiegosode PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
REDD+ SEAM	Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación forestal Secretaría del Ambiente de Paraguay
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos





## CONTENIDO

¿Por qué queremos proyectar la deforestación futura en Paraguay?.....	6
¿Cómo podemos generar escenarios de la deforestación futura en Paraguay?.....	5
¿Cuáles áreas de Paraguay se deforestarán para el 2030? .....	14
¿Qué aprendimos y cómo podemos mejorar?.....	16



## ¿POR QUÉ QUEREMOS PROYECTAR LA DEFORESTACIÓN FUTURA EN PARAGUAY?

La República de Paraguay cuenta con 406.752 Km<sup>2</sup> de extensión. De las 11 ecorregiones del país, 4 han sido clasificadas como de importancia global y regional por la diversidad y endemismo existente. El Chaco Paraguayo, en particular, forma parte del Gran Chaco Sudamericano, uno de los remanentes más grandes de bosque seco en el mundo y el segundo ecosistema forestal más grande de América del Sur después de la Amazonía. En la región Oriental se destaca el Bosque Atlántico Alto Paraná – BAAPA-, un bosque subtropical húmedo con cerca de 400 especies de aves y 7.851 especies estimadas de flora, muchas de ellas endémicas y amenazadas.

Paraguay posee una cobertura boscosa de aproximadamente 16.75 millones de hectáreas (PNC-ONUREDD+ PY, 2016). A pesar de proteger oficialmente un 15% de esa superficie, el área de los bosques se ha reducido en las últimas décadas. La tasa anual de deforestación de Paraguay entre los años 2005 a 2010 fue de 0.99%. Según estudios de la FAO, entre 2005 y 2010, la tasa media de deforestación fue de 179.000 ha/año. Desde el año 2010 a la fecha, el promedio de deforestación ha superado holgadamente este número y se encuentra entre los más altos de los países tropicales. Aún la presencia de leyes como la N° 2524/04 “De Prohibición en la Región Oriental de las Actividades de Transformación y Conversión de Superficies con Cobertura de Bosques” ha sido insuficiente para detener este fenómeno. Solo en la región del Chaco se perdieron más de 287.000 ha en el año 2014<sup>1</sup>.

Paraguay fue uno de los nueve países piloto seleccionados en el marco del Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (ONUREDD). Asimismo, el Paraguay ha presentado al Banco Mundial una propuesta en el marco del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF por sus siglas en inglés).

El Gobierno de la República del Paraguay tiene una serie de iniciativas para integrar los aspectos socio-ambientales en las políticas públicas. Su Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030, aspira a “un país competitivo, ubicado entre los más eficientes productores de alimentos a nivel mundial...” pero al mismo tiempo plantea hacerlo de manera Ambiental y económicamente sostenible, fijándose metas como restaurar al menos el 20% de los ecosistemas degradados; aumentar los ingresos nacionales por la venta de servicios ambientales (créditos por sumideros de carbono) y aumentar la cobertura de áreas forestales y biomasa protegida (% de cobertura forestal y % ponderado por biomasa globales). Entre los instrumentos jurídicos más importantes para alcanzar estas metas se destaca la Ley No. 3001/2006 titulada como de “Valoración y Retribución de Servicios Ambientales” que define a estos servicios como aquellos generados por las actividades humanas de manejo, conservación y recuperación de las funciones del ecosistema que benefician en forma directa o indirecta a las poblaciones. Bajo esta definición de servicios ambientales entran la protección y manejo de bosques y reforestación, actividades contempladas bajo un esquema REDD+. Además, se han emitido una serie de políticas por la Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas para que la implementación del Programa Nacional Conjunto ONU-REDD (PNC) incluya el consentimiento previo, libre e informado. El PNC reconoce además el papel de los pueblos indígenas como actores fundamentales en los procesos REDD+ dado su contribución al manejo sustentable de los bosques.

El análisis histórico del uso y cambio de uso de la tierra, así como la preparación de escenarios espaciales futuros de deforestación y degradación del bosque servirán para identificar áreas prioritarias de acción, analizar los posibles impactos de políticas de desarrollo en la conservación de bosques y definir aquellas políticas de REDD+ que contribuyan a la estabilización de las fronteras de deforestación y que maximicen la suma de beneficios ambientales y sociales que se pueden generar a partir de un esquema REDD+.

1 1 Guyra Paraguay, 2015. [http://guyra.org.py/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=725:deforestacion-en-el-gran-chaco-en-el-2014-y-enero-del-2015&lang=es](http://guyra.org.py/index.php?option=com_k2&view=item&id=725:deforestacion-en-el-gran-chaco-en-el-2014-y-enero-del-2015&lang=es)



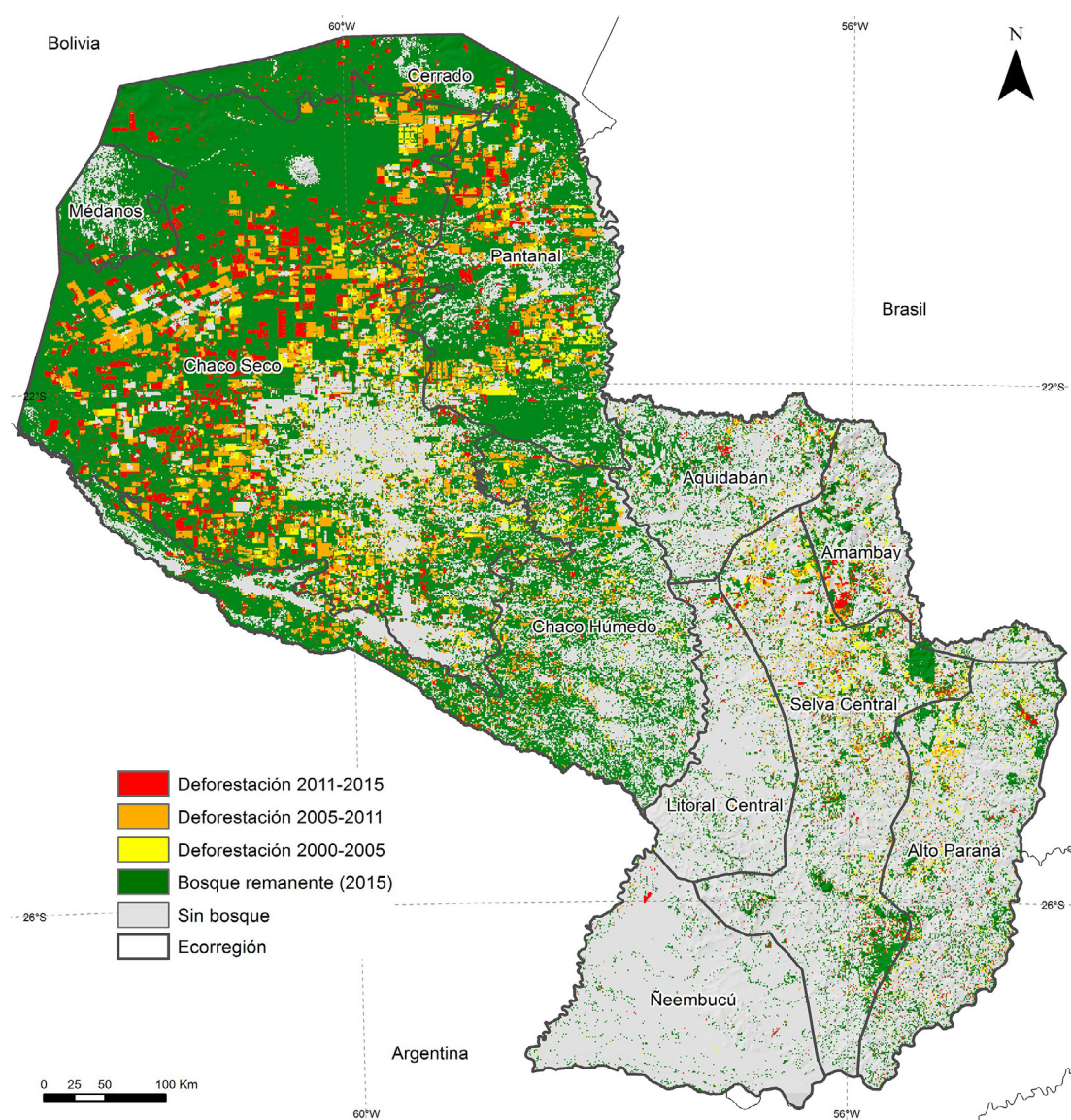
## ¿CÓMO PODEMOS GENERAR ESCENARIOS DE LA DEFORESTACIÓN FUTURA EN PARAGUAY?

La deforestación, y por ende la emisiones generadas por la pérdida de bosque, es afectada por una gran gama de factores. Para pronosticar la deforestación futura se utiliza información sobre la deforestación pasada y sobre sus determinantes. El análisis de la deforestación histórica se basó en información disponible de cobertura boscosa para los años 2005, 2011 y 2015 (PNC-ONURED+ PY, 2016).

Espacialmente, la deforestación ocurre en todo el territorio nacional. Se observan dos regiones claramente marcadas, al Oriente y Occidente del río Paraguay (Figura 1), que muestran patrones diferentes de deforestación. El primer patrón es uno de tipo “avance de frontera”, donde la deforestación está asociada a grandes plantaciones de soja con frentes de deforestación apenas diferenciados. Este es el caso de la región Oriental (ecorregiones de Alto Paraná, Amanbay, Selva Central, y en menor medida

Aquidabán, Litoral Central y Ñeembucú). El segundo patrón corresponde a procesos de deforestación asociados a pasturas implantadas

**Figura 1. Distribución espacial de la deforestación, Paraguay 2000-2011-2015.**





para ganadería con formas rectangulares y frentes de deforestación muy claros. Este es el caso de la región Occidental (ecorregiones del Chaco Húmedo, Chaco Seco, Pantanal, y en menor medida Cerrado y Médanos).

Los datos fueron proporcionados para tres periodos de estudio (2000-2005, 2005-2011 y 2011-2015).

Temporalmente los cambios también se diferencian entre estas dos regiones presentándose con mayor intensidad en la región Oriental en el primer periodo (color amarillo). Para el segundo periodo (2005-2011), el auge de las pasturas implantadas en la región Occidental hizo que se desarrollaran nuevos frentes de deforestación (color naranja). En el periodo 2011- 2015 la deforestación continua el patrón visto, con formas geométricas claras y continuando los mismos frentes abiertos (color rojo). En color verde se observa el bosque remanente en el año 2015 (Figura 1).

A partir de los mapas de cobertura de la tierra disponibles, se analizaron dos periodos: 2005-2011 y 2011-2015. El primer periodo se utiliza para construir el modelo, es decir, identificar los diferentes determinantes de la deforestación (p.e. la distancia a las carreteras) y calibrar sus efectos sobre esta según lo observado en el periodo. El segundo periodo se utiliza para validar el modelo, es decir, comprobar el poder predictivo que tienen los determinantes identificados en la calibración

para proyectar la deforestación en un período independiente a la construcción del modelo. Esta validación en un período independiente da información acerca del poder del modelo para proyectar acertadamente la deforestación. Aunque solo se utiliza la información de cobertura boscosa en tres momentos en el tiempo, los nuevos avances en el manejo de la información geográfica han logrado generar información sumamente detallada que permite caracterizar diferencias en la distribución espacial de los determinantes de la deforestación y explicar de forma más precisa donde ocurrirá en el futuro. Se consideró como deforestación la pérdida de bosque nativo.

Como se vio anteriormente, la pérdida de bosque y el aumento de usos agrícolas y pastos son los cambios más importantes. Por esto, aquellas características que afectan la rentabilidad de estos usos productivos que reemplazan el bosque son las que tienen más poder explicativo para los procesos de deforestación. Entre estas características encontramos aquellas que están relacionadas con los costos de transporte, tales como distancia a las carreteras, poblados, puertos y ciudades; aquellas características geofísicas que afectan la productividad tales como el clima, profundidad, altura y pendiente del suelo; y variables que afectan los arreglos sociales y políticos tales como la presencia de áreas protegidas, permisos comunitarios de extracción y divisiones políticas. La lista detallada de las variables explicativas se puede ver en el Cuadro 1.



**Cuadro 1: Determinantes del uso y cambio de uso del suelo**

<b>VARIABLE EXPLICATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>CARACTERÍSTICAS GEOFÍSICAS</b>	
Aptitud de uso del suelo	Categorías de aptitud de los suelos.
Cobertura/uso del suelo	Mapas de cobertura/uso para 2000, 2005, 2011 y 2015, 2 categorías (PNC ONUREDD+ PY)
Distancia al borde de las coberturas (avance de frontera agrícola)	Distancia al píxel más cercano deforestado en el período anterior (2000, 2005, 2011 y 2015)
Distancia a áreas protegidas	Distancia al borde del área protegida más cercana
Áreas protegidas	Áreas protegidas de Paraguay
Distancia al borde del bosque	Distancia al píxel de bosque más cercano (2000, 2005, 2011 y 2015)
Porcentaje de bosque	Porcentaje de bosque en un radio de 5 km (2000, 2005, 2011 y 2015)
Modelo digital de elevación	Elevación en metros sobre el nivel del mar
Pendiente	Pendiente en grados obtenido a partir del MDE
Precipitación promedio anual	Precipitación anual promedio (1950-2000) de la base de datos WorldClim.
Suelos	Tipo de suelo según la metodología USDA-FAO
Distancia a cuerpos de agua	Ríos permanentes
Humedales	Áreas inundables y suelos saturados
Ecorregiones	11 tipos diferentes
Acuíferos	Áreas con disponibilidad de agua para producción agropecuaria
Densidad de bovinos	Número de cabezas de ganado vacuno por provincia (1990, 2000 y 2009)
Variables bioclimáticas	Se prueban todas las variables bioclimáticas de la base de datos WorldClim (1950- 2000) para analizar la variabilidad de la precipitación y temperatura
Temperatura promedio anual	Temperatura promedio anual (1950-2000) de la base de datos WorldClim.
<b>COSTOS DE TRANSPORTE</b>	
Distancia a carreteras principales	Distancia a carreteras pavimentadas, y carreteras mejoradas por proyectos (1990, 2000 y 2011)
Distancia a carreteras secundarias	Distancia a carreteras de grava y otros materiales (1990, 2000 y 2011)
Distancia a silos, puertos o mataderos	Distancia a facilidades para la transformación y exportación de productos
Distancia a ciudades principales	Distancia a los principales centros de comercio.
<b>ARREGLOS SOCIALES Y POLÍTICOS</b>	
Densidad de habitantes	Densidad de habitantes por km <sup>2</sup> para los períodos 1990, 2002 y 2012.
Proyectos de hidrocarburos	Ubicación de los proyectos de hidrocarburos
Proyectos de minería metálica	Ubicación de los proyectos de minería metálica
Pobreza	Nivel de pobreza de la población
Macrozonificación	Zonas y polos de desarrollo en el Occidente del Paraguay
Áreas especiales para contener la deforestación	Fincas o territorios con valor especial para los pobladores (Finca Moon, Territorio PNCAT, áreas indígenas)
Idoneidad para la compra de terrenos	Las áreas de bosque más propensas para ser compradas, son aquellas con mayor precipitación y alejadas de Asunción. Por lo tanto se hace una combinación de ambas capas.
Límites nacionales e internos	Mapa político - administrativo

Para relacionar estas variables explicativas con la presencia de deforestación se utilizaron dos herramientas: DINAMICA-EGO y un modelo econométrico.

El modelo DINAMICA-EGO trabaja considerando las condiciones de un sitio en el paisaje y aquellas de los sitios vecinos al mismo (por ejemplo, de un parche de bosque y los sitios agrícolas circundantes respecto a los determinantes de cambio de uso del suelo) y es usado para el modelado espacial de dinámicas del paisaje basado en estimaciones de las probabilidades de transición de los píxeles (Soares-Filho et al., 2002). DINAMICA-EGO se basa en las relaciones entre los determinantes (enumeradas en el Cuadro 1) y los píxeles que tuvieron transiciones entre dos fechas de estudio (p.e. píxeles deforestados). Esto lo diferencia de otros modelos, que definen las probabilidades de estado con base en un mapa de uso del suelo (en una fecha dada y sin conocer las transiciones que se dieron en un período de tiempo) y sus determinantes de un píxel.

El efecto de las variables explicativas sobre cada transición se estima mediante el cálculo de los “pesos de evidencia”. Estos pesos se basan en las probabilidades condicionales de que un cambio suceda dado que ciertos cambios o condiciones hayan también ocurrido (Mas y Sandoval, 2011). Por ejemplo, se estima la probabilidad de que ocurra deforestación dada cierta cercanía

a la carretera. El peso es positivo si la cercanía a las carreteras aumenta la probabilidad de que exista deforestación y puede volverse negativo, por ejemplo, a distancias lejanas de la carretera (y por ende con mayores dificultades de acceso) en donde aumenta la probabilidad de que no exista deforestación (Mas y Sandoval, 2011). Los pesos condicionales de cada determinante para una transición se suman, por lo que se asume que las variables son independientes. Se estima entonces la probabilidad de una transición dadas las condiciones de todos los determinantes utilizados.

El modelo DINAMICA-EGO permite tomar en cuenta el efecto del vecindario de los píxeles sobre las probabilidades de transición mediante las funciones “patcher” y “expander”. El primer proceso permite formar nuevas “semillas” de deforestación en el paisaje (por ejemplo dentro de masas forestales extensas) en tanto que el segundo se enfoca en contraer o expandir parches de uso del suelo ya existentes (por ejemplo, expandiendo frentes de deforestación ya existentes). La proporción entre ambos factores se puede evaluar con base en la dinámica histórica de las transiciones, de manera que refleje la estructura del paisaje (Soares-Filho et al., 2002). El modelo ejecuta las transiciones estocásticamente sobre los píxeles por lo que dos simulaciones con la misma configuración no serán idénticas aunque conservarán la estructura del paisaje (Soares-Filho et al., 2002).



Por otro lado, los métodos econométricos proveen herramientas para el modelado de variables de respuestas binarias, es decir, cuando la variable a modelar asume solamente dos valores: cero y uno (p.e. si un píxel fue deforestado o no). Para estimar la probabilidad de que la parcela haya sido deforestada entre el año 2011 y el 2015 se utiliza un tipo de modelo llamado Probit (el nombre proviene del inglés probabilidad y unidad). La variable dependiente asume el valor de "1" si la parcela era bosque en el 2011 pero se deforestó en el 2015; y "0" si era bosque en el 2011 y seguía siendo bosque en el 2015. En otras palabras, esta variable dependiente refleja las transiciones de bosque a no bosque y la permanencia de bosque entre ambas fechas. El modelo genera una serie de parámetros que asocian las características de la parcela (variables independientes) con la probabilidad de que la parcela sea deforestada (variable dependiente). Estos parámetros son estimados simultáneamente, lo que significa que el efecto de cada una de las variables independientes es estimado considerando los efectos de las otras variables. Por ejemplo, el efecto de la distancia a las carreteras puede ser más importante en una provincia que en otra o cuanto más cercano a las áreas protegidas. Al igual que para el modelo DINAMICA-EGO, las variables explicativas están descritas en el Cuadro 1.

Los resultados de los parámetros del modelo probit indican la dirección (signo) de la relación entre la variable dependiente (deforestación) y las variables explicativas (los determinantes de la deforestación). Al evaluar las características de cada parcela respecto a los determinantes de la deforestación se estima la probabilidad de que la parcela sea deforestada durante el periodo.

Dada la estructura espacial de las variables explicativas, el modelo econométrico proyecta la estructura espacial de la deforestación. La interacción de las variables dentro del modelo también permite estimar si los efectos de una variable cambian conforme las otras variables

cambian. Esto permite proyectar estructuras espaciales más complejas y acordes con la realidad.

El cuadro 2 y la Figura 2 (a y b), presentan el desempeño de los modelos DINAMICA-EGO y econométrico para el período de validación. El desempeño de las simulaciones de ambos modelos se evalúa midiendo la concordancia píxel a píxel entre las simulaciones de deforestación y la deforestación observada para el período de validación. En la columna 1 del Cuadro 2, se presenta el porcentaje de píxeles observados en el mapa de uso del suelo del 2015 que fueron simulados correctamente como bosque por los modelos. El desempeño de estos modelos es bastante alto para predecir la presencia de bosque. En la columna 2 se muestra el porcentaje de píxeles que fueron deforestados según el mapa del 2015 y que fueron simulados correctamente como deforestación por los modelos. Estos números son más bajos ya que los eventos de deforestación son más escasos en comparación al área de bosque que persiste como bosque durante el período de validación. Esto hace que la tarea sea mucho más difícil. Sin embargo, cuando se comparan estos números con estimaciones de otros estudios, se puede ver que el desempeño de los modelos es notoriamente bueno. Esta métrica de desempeño del modelo indica el porcentaje de píxeles que proyectaríamos con una ubicación correcta (a nivel de un píxel de 1 Km<sup>2</sup>) en las simulaciones de deforestación futura.

Para el desempeño del modelo, no solo es importante considerar el porcentaje de píxeles correctamente proyectados. Quizás más importante aún es que los modelos logren identificar la mayor parte de frentes regionales de deforestación. El objetivo no es tanto el poder identificar hectáreas específicas a ser deforestadas sino la ubicación de áreas críticas con mayor riesgo de pérdida de bosque. Los modelos utilizados alcanzan hasta un 75% de simulación correcta de todos los píxeles con deforestación en áreas de 11 Km<sup>2</sup> (aunque existan errores a escala de píxeles individuales).

**Cuadro 2. Desempeño general de dos sistemas para la simulación de uso y cambio de uso de la tierra en Paraguay, 2011-2015**

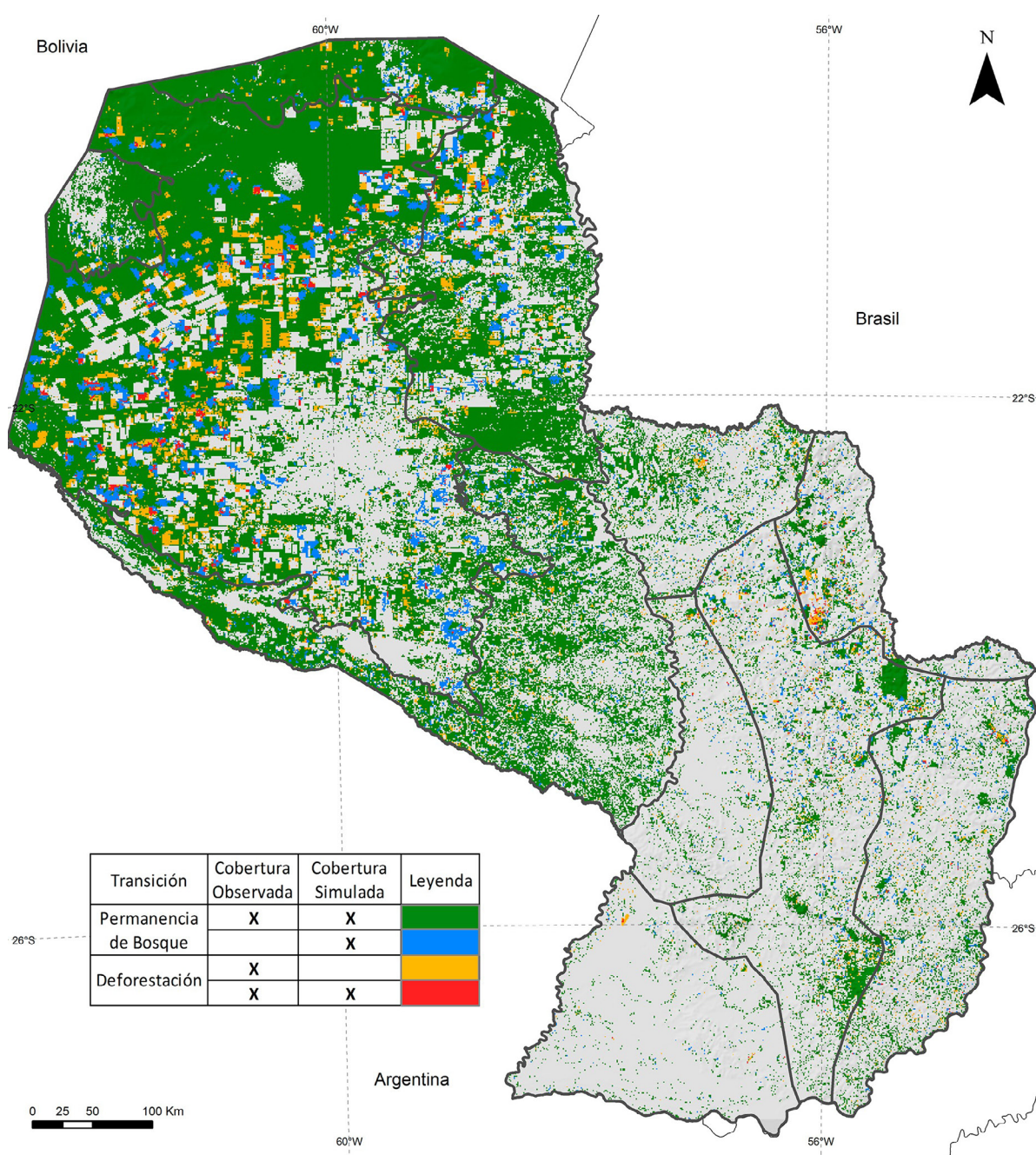
SIMULACIÓN	PORCENTAJE DE PÍXELES SIMULADOS CORRECTAMENTE EN EL 2015		
	BOSQUE (1)	DEFORESTACIÓN (2)	TOTAL (3)
Dinamica	92 %	14 %	93 %
Econométrico multi-logit	92 %	19 %	86 %





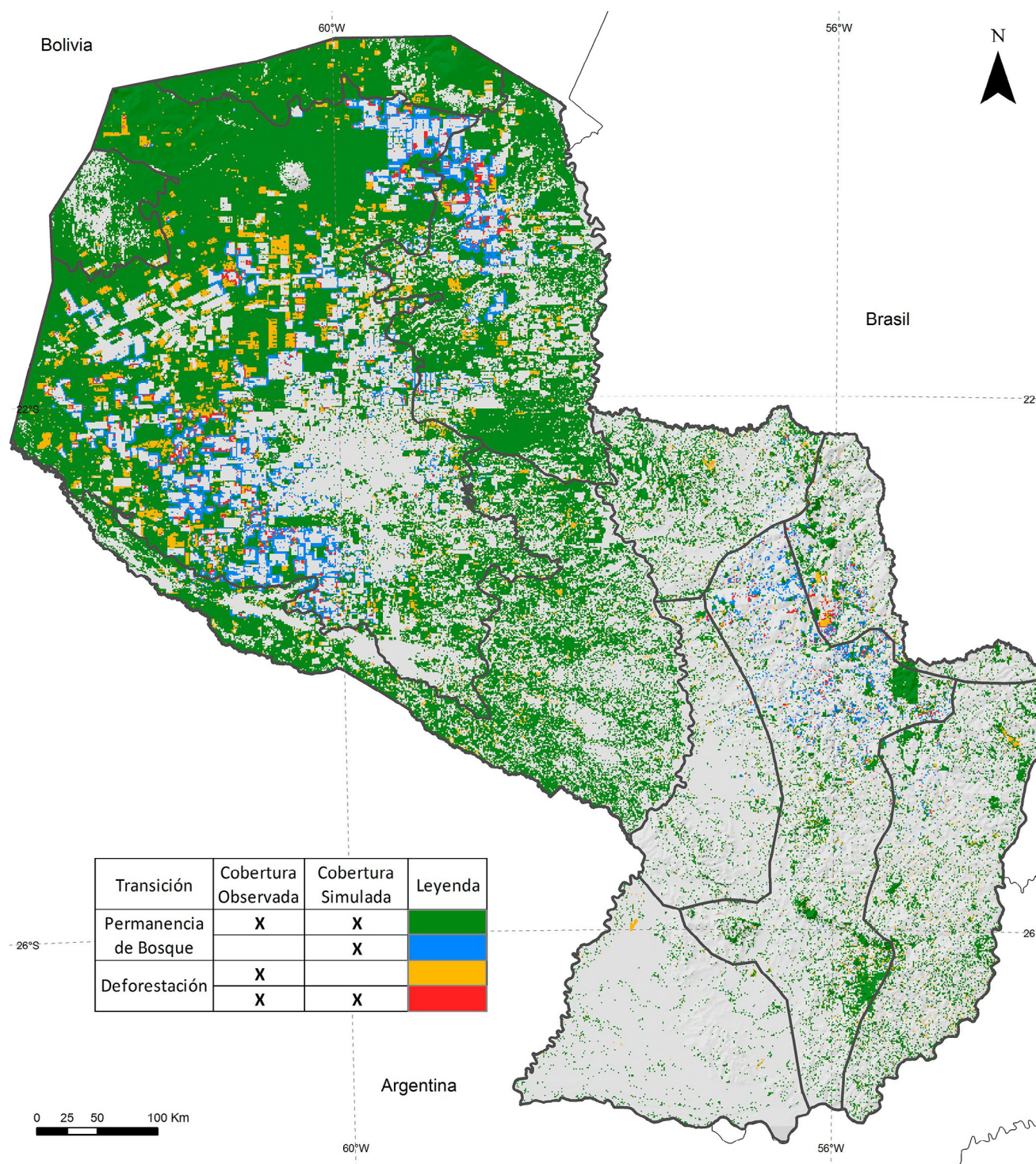
**Figura 2** Desempeño de los modelos de proyección de cambio de uso de la tierra para el periodo 2011-2015.

El color rojo indica píxeles de deforestación donde la simulación y observación concuerdan. El color verde muestra píxeles donde se observó y se simuló bosque remanente de manera correcta. El azul representa las zonas donde se simuló la deforestación, pero no se observó (sobreestimación). El naranja corresponde a las zonas donde se observó la deforestación, pero no se simuló (subestimación).



**a. Modelo DINAMICA-EGO.**





## b. Modelo Económico.



## ¿CUÁLES ÁREAS DE PARAGUAY SE DEFORESTARÁN PARA EL 2030?

Para predecir las zonas que estarían deforestadas en el año 2030 se plantearon dos escenarios de cambio de uso de tierra que fueron simulados con ambos modelos. Los escenarios se basan en los determinantes de deforestación encontrados en el análisis histórico, además de tasas de deforestación diferenciadas para los sectores Occidente (incluyen las provincias Cerrado, Chaco Húmedo, Chaco Seco, Médanos y Pantanal) y Oriente (incluyen las provincias Alto Paraná, Amanbay, Aquidabán, Litoral Central, Ñeembucú y Selva central). Un primer escenario llamado "Alto" aplica una tasa de deforestación de 1.7% anual en Occidente, y 0.14% anual en Oriente. El segundo escenario llamado "Bajo" utiliza una tasa de deforestación anual de 0.6% en Occidente, y en Oriente inicia con 0.1% anual en el primer año hasta llegar a 0% en el año 5, y continúa así hasta el año final (2030). Estas tasas de deforestación se basan en una combinación entre tasas históricas, y el documento de CIAT et ál. 2012<sup>2</sup>.

La Figura 3 muestra cuáles pixeles tienen concordancia de uno (amarillo), dos (naranja), tres (rojo), o cuatro (marrón) de los modelos simulando deforestación bajo los escenarios propuestos. El color verde indica concordancia de ambos modelos en el bosque remanente al año 2030. Además, en la figura se etiquetan las zonas de interés con números correspondientes a los indicados abajo.

Los frentes de deforestación concordantes entre los dos modelos se encuentran de manera diferenciada entre regiones (Oriente y Occidente) presentándose los mayores frentes en la región Occidental. En esta región también se encuentran

varios frentes representados por un solo modelo y escenario. En la región Occidental encontramos los siguientes frentes (Figura 3):

1. PalmardelasIslas: ubicado al Norte, representa un frente de deforestación con bloques dispersos, que amenaza la conectividad del bosque Chaqueño.
2. Línea 1: ubicado al Noreste; este frente posee pequeñas áreas con 100% de concordancia y se muestra de manera aglomerada,
3. Colonia María Auxiliadora: presenta fragmentos dispersos, y podría ser una extensión del proceso indicado en el punto 2,
4. Tte. 1° Américo Picco: se presenta la mayor aglomeración de zonas con ajuste en las 4 simulaciones,
5. Fortín Tte. 1° Pratts Gill: posee frentes de manera dispersa y representados por un 50 a 75% de las simulaciones, cercano a áreas deforestadas previamente,
6. Pirizal: es un frente con concordancia entre 75 y 100% de las simulaciones, de manera aglomerada,
7. Fortín Avalos Sanchez: posee frentes de manera dispersa, y representados por tres o cuatro simulaciones.
8. Suroeste TTE 1° Manuel Irala: posee frentes de manera dispersa, y representados por tres o cuatro simulaciones.

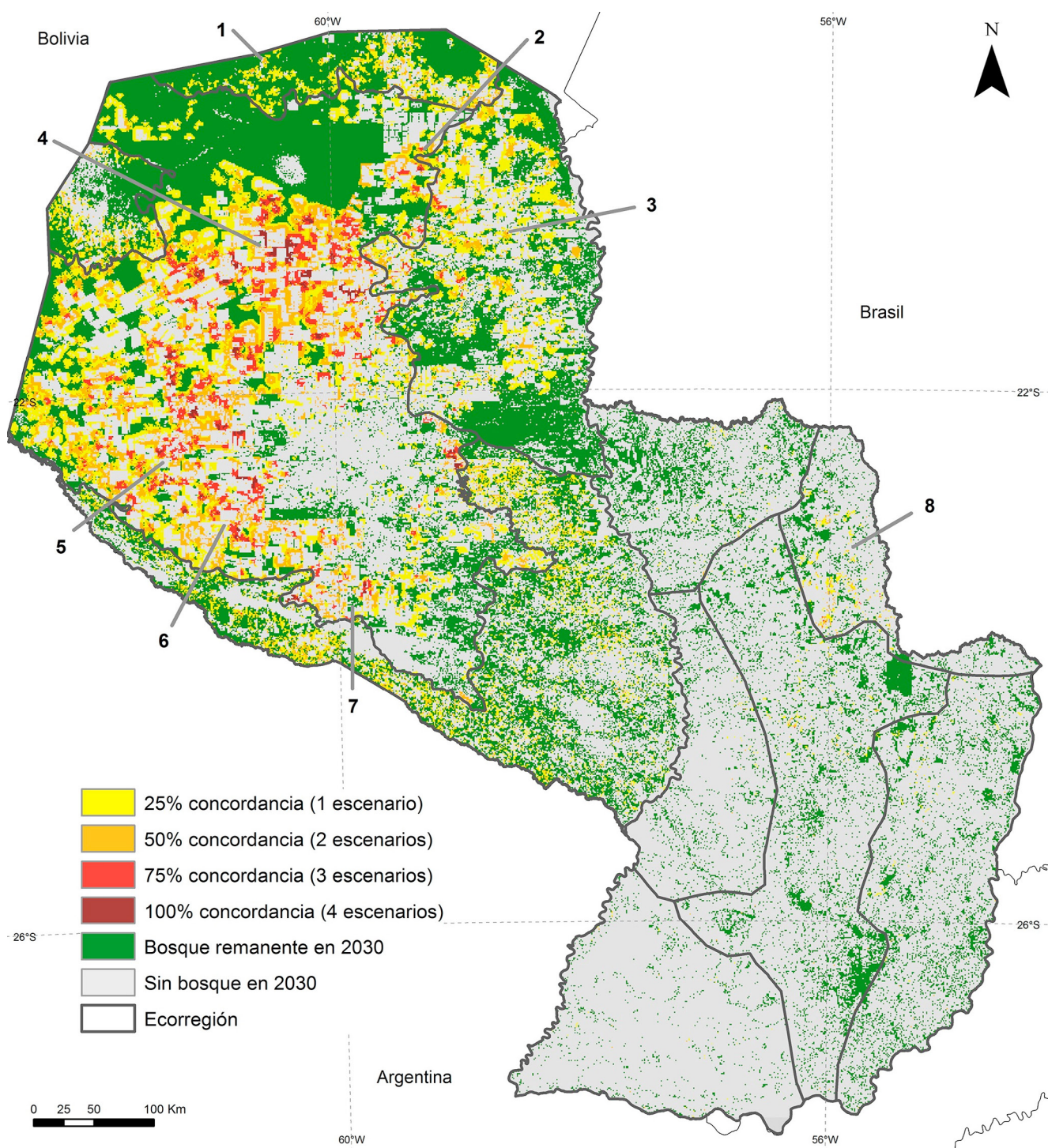
En la región Oriental encontramos los siguientes sitios (Figura 3):

8. Oeste de Capitán Bado: presenta un pequeño frente de deforestación representado por una simulación y de manera concentrada.

<sup>2</sup> Documento "Road Impact on Habitat Loss, Trans-Chaco road in Paraguay", disponible en [www.terra-i.org/dms/docs/reports/RIA\\_Paraguay.pdf](http://www.terra-i.org/dms/docs/reports/RIA_Paraguay.pdf)



**Figura 3.** Grado de concordancia entre 2 simulaciones de deforestación futura y bosque remanente en 2031, según dos modelos (econométrico y DINAMICA) y dos escenarios (alta y baja tasa)





Las zonas de mayor certidumbre de deforestación son Fortín Madrejón, La Patria y Picada 500, en Occidente, mientras que el Sur de Cerro Cora en Oriente es el único frente con certidumbre alta. Mientras que el resto de zonas son dependientes de la simulación que se utilice (Figura 3).

## ¿QUÉ APRENDIMOS Y CÓMO PODEMOS MEJORAR?

La gran cantidad de bosque remanente y los altos niveles de deforestación hacen que Paraguay sea un país clave para la implementación de políticas con el objetivo de reducir las emisiones por deforestación. Para facilitar la implantación de políticas efectivas, es clave entender los procesos de deforestación e identificar qué zonas boscosas del país son las que se encuentran en mayor riesgo. La identificación de estas zonas resulta compleja debido al número de factores que determinan la deforestación y los cambios en los efectos de estos determinantes a través de las diferentes escalas en el espacio y tiempo. Estos retos se pudieron identificar y resolver utilizando información histórica espacial (mapas) y temporal altamente desagregada tanto de la evolución de la cobertura de bosque como de los determinantes de deforestación.

Para identificar las zonas con más alto riesgo de deforestación se utilizaron diferentes tipos de modelos de deforestación. A pesar de haber aplicado una variedad de tipos de modelos,

existen zonas que consistentemente aparecen como zonas de alto riesgo de deforestación. Dentro de estas zonas se encuentran: Fortín Madrejón, La Patria, Picada 500 (Occidente), y Sur de Cerro Cora (Oriente).

Este análisis, en conjunto con información sobre beneficios monetarios y no monetarios de conservación de bosques, costos de oportunidad de las diferentes transiciones del uso del suelo y su impacto sobre contenidos de carbono, son elementos claves para implementar políticas efectivas de REDD+. La información generada permite orientar las medidas de conservación en lugares con mayor probabilidad de deforestación futura de manera que se maximice el potencial de reducciones en las emisiones de carbono respecto a los períodos históricos de referencia. Alternativamente estas medidas perderían eficiencia al implementarse en otros sitios, descuidando los focos de deforestación futura, descontando el potencial de estas medidas sobre la reducción de emisiones de carbono y acceso a potenciales compensaciones por el esfuerzo incurrido por el país.

Es relevante mencionar que, aunque esta información es necesaria para el diseño de una política de REDD+ exitosa, requiere de acciones complementarias. Se requiere cuantificar el secuestro y emisiones de carbono en las diferentes transiciones de uso del suelo y en particular aquellas que generan deforestación (conocido como los “factores de emisión” de las transiciones). Además, hay que



considerar simultáneamente la pérdida o ganancia en la que incurre la sociedad Paraguaya al implementar medidas de conservación de bosque o restauración de ecosistemas en función de la provisión y uso de servicios ecosistémicos importantes como la provisión de agua, conservación y conectividad de la biodiversidad, belleza escénica, polinización de cultivos entre otros.

Las alternativas políticas para incidir en los procesos de deforestación deben ser evaluadas por su efectividad y por su costo. Por ejemplo, estudios realizados por el Programa ONU-REDD de Paraguay indican que **la implementación plena de la Ley 3001/06 sobre Valoración y Retribución de Servicios Ambientales debería ser una política clave de un programa de conservación y uso sostenible de bosques<sup>3</sup>**. En su definición de servicios ambientales, la Ley 3001/06 incluye la protección y manejo de bosques y reforestación, actividades contempladas

bajo un esquema REDD+. La implementación conjunta de la ley y REDD+ pudiera constituirse en una herramienta clave para los esfuerzos de disminuir la deforestación. La efectividad de este tipo de incentivos depende de la voluntad y capacidad del gobierno de monitorear y fiscalizar las leyes actuales, incluidas aquellas que requieren la conservación de al menos un 25% del área del predio y tasa de deforestación cero para la Región Oriental del Paraguay. El detener y revertir el proceso de deforestación requerirá apoyo político y buena planificación. Este proceso puede tomar tiempo y es posible que limitaciones en las capacidades nacionales resulten en una implementación gradual por zonas o regiones. De ser así, entonces será crítico el poder tener una secuencia “óptima” de entrada al programa de las diferentes zonas del Paraguay en función de su riesgo de deforestación y los beneficios monetarios y no-monetarios que su conservación trae al país.



PROGRAMA  
**ONU-REDD+**  
PARAGUAY



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



Al servicio  
de las personas  
y las naciones



INSTITUTO  
**FORESTAL  
NACIONAL**



**TEKOHA  
RESAI**  
SAMBYHYHA  
SECRETARÍA DEL  
AMBIENTE



Federación por la  
Autodeterminación  
de los Pueblos Indígenas