

## Apéndice G. Uso de la tierra/cobertura de la tierra

### Resumen

La línea base de uso de la tierra/cobertura de la tierra (LULC por sus siglas en inglés) aborda las tendencias históricas y pronosticadas para los siguientes tipos de uso de la tierra:

- Bosques
  - Bosques primarios y que se regeneran naturalmente - enumerados en el informe como bosque latifoliado, bosque de coníferas, bosque mixto y bosque manglar.
  - Plantaciones forestales – bosques plantados.
  - Árboles dispersos – áreas con cobertura de dosel menor a 30%.
- Tierras agrícolas
  - Cultivos anuales y agricultura mixta – tierra bajo producción de cultivos anuales y tierras agrícolas con múltiples tipos de cultivos.
  - Cultivos permanentes – cultivos que son sembrados o plantados una vez, y luego ocupan la tierra por algunos años y no necesitan ser replantados después de cada cosecha anual, tales como aceite de palma, café y hule. Esta categoría incluye arbustos florecientes, árboles frutales, árboles de frutos secos y enredaderas, pero excluye árboles con fines energéticos, de fibra o maderables.
  - Tierra de pastizales – tierra utilizada permanentemente para producir cultivos forrajeros herbáceos, ya sea cultivados o silvestres (pradera silvestre o tierras de pastoreo). Enumerada en el informe como pasto cultivado y pasto natural.
- Otras tierras
  - Urbana – cubre áreas del país modificadas por el hombre, incluye áreas urbanizadas; áreas industriales y comerciales, redes de comunicación, minas y sitios de construcción, vegetación no agrícola.
  - Otra tierra con poca o sin vegetación – incluye playas, conos volcánicos (incluyendo ríos de lava) y otros.
  - Humedales – pastizales pantanosos, planicies inundables, vegetación de humedales y bosque de humedales.
  - Montes bajos – incluye tierra dominada por arbustos y pastos. Enumerados en el informe como matorrales y guamiles.

La línea base de LULC representa la base sobre la cual la línea base de FOLU descrita en el Apéndice F se produjo. Esta línea base también sirve como aporte importante para partes de la línea base de agricultura documentada en el Apéndice E.

### Información histórica.

La información histórica sobre el uso de la tierra/cobertura de la tierra para 2003 y 2010 se obtuvieron del estudio de uso de la tierra y vegetación del año 2015 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)<sup>1</sup> para los siguientes tipos de uso de la tierra:

---

<sup>1</sup> MAGA, 2015. Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de La Tierra a Escala 1:50,000 de La República de Guatemala: <http://web.maga.gob.gt/wp-content/uploads/pdf/memoria-tecnica-digeqr.pdf>.

Las áreas en los años 2003 y 2010 para cada tipo de uso de la tierra/cobertura de la tierra descritas arriba y sus tasas anuales promedio de crecimiento se muestran en el cuadro G-1. Además de los tipos LULC arriba citados, las áreas de caña de azúcar y cultivo de hule se estimaron como subcategorías separadas de cultivos permanentes. La caña de azúcar se estimó de forma separada porque es tratada como un cultivo anual en las estimaciones de línea base de GEI del sector Agricultura, pero es considerada como un cultivo permanente en la información del uso de la tierra/cobertura de la tierra. También, este cultivo contribuye en gran parte con el suministro calórico alimenticio doméstico, así que era importante entender las fuerzas que impulsan el crecimiento para este cultivo. El hule se estimó como una subcategoría separada porque no es un cultivo alimenticio y, por lo tanto, no debería ser pronosticado utilizando los métodos descritos a continuación tomando como base los requerimientos alimenticios esperados. Las áreas del cultivo de caña de azúcar en 2005 y 2010, que se muestran en el cuadro G-2, fueron tomadas del informe sobre uso de la tierra del MAGA. Las áreas del cultivo de hule, que se muestran en el cuadro G-3, fueron tomadas de la encuesta agropecuaria de 2014 para Guatemala.<sup>2</sup>

**Cuadro G-1. Áreas históricas del uso de la tierra/cobertura de la tierra y tasas de crecimiento**

Tipo de uso de la tierra/cobertura de la tierra	2003 (Ha)	2010 (Ha)	Crecimiento anual promedio (%)
Bosques primarios o que se regeneran naturalmente	4,057,289	3,680,539	-1.4%
Plantaciones forestales	28,432	71,197	14.0%
Árboles dispersos	0	163,886	NA
Cultivos anuales y agricultura mixta	1,435,782	1,479,290	0.4%
Cultivos permanentes	1,095,572	1,331,524	2.8%
Tierra de pastizales	1,375,456	1,846,671	4.3%
Tierra urbana	117,861	143,186	2.8%
Otra tierra con poca o sin vegetación	12,969	51,293	21.7%
Humedales	200,442	174,004	-2.0%
Montes bajos	2,392,500	1,786,984	-4.1%
Aguas interiores	172,597	160,326	-1.0%
<b>Total</b>	<b>10,888,900</b>	<b>10,888,900</b>	

La razón para la pérdida de área en la categoría “aguas interiores” no está clara. Asimismo, aunque la información actual no proporciona las razones para el aumento en la categoría “otra tierra con poca o sin vegetación”, existen dos posibles razones: un aumento en la actividad volcánica desde 2007 (llevando potencialmente al aumento de áreas cubiertas por flujos de lava); y diferencias estacionales en el desarrollo de la información sobre cobertura de la tierra. Dependiendo de la estación del año en la cual la información de cobertura de la tierra se desarrolló en 2003, las áreas medidas pudieron haberse visto afectadas. Por ejemplo, si la cobertura de 2003 se desarrolló durante época de lluvias, y la información de 2010 se desarrolló durante la estación seca; entonces la cantidad de tierra descubierta con poca/nada de vegetación

<sup>2</sup> INE, 2015. Instituto Nacional de Estadística. República de Guatemala: Encuesta Nacional Agropecuaria 2014: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/10/16/iQH6CPCSZUC1uOPe8fRZPen2qvS5DWsO.pdf>.

pudo haberse visto afectada. Cabe notar también, que estas posibles diferencias estacionales podrían haber afectado también las áreas medidas para la categoría “aguas interiores”.

**Cuadro G-2. Áreas históricas de cultivo de caña de azúcar**

Caña de azúcar	2005 (Ha)	2010 (Ha)
	267,178	360,301

**Cuadro G-3. Área histórica de cultivo de hule**

Hule	2003 (Ha)	2013 (Ha)	2014 (Ha)
	38,000	97,000	100,800

Para los años en cuestión (entre 2003 ó 2005 y 2010), se interpolaron las áreas con el fin de llenar la información faltante. Para años previos, 1990-2004 para caña de azúcar y 1990-2002 para todos los otros usos de la tierra, las estimaciones de áreas fueron calculadas hacia atrás en el tiempo tomando como base las tendencias de la información sobre uso de la tierra y cultivos de la FAO.<sup>3</sup>

### *Información y métodos para el pronóstico LULC*

Conforme la población de Guatemala aumente y que ésta se torne más urbana, se espera que el área de tierra urbana se expanda. La tierra de cultivos crecerá también para suplir las necesidades de alimentación de una población creciente. El crecimiento económico también estimulará mayor urbanización y más exportaciones agrícolas. Conforme estos tipos de usos de la tierra se expandan, competirán unos con otros, así como con tierras naturales tales como bosques, humedales y montes bajos. La expansión de tierra urbana está relacionada con el crecimiento poblacional y los patrones de desarrollo esperados (se esperan continuos cambios poblacionales de áreas rurales a urbanas; y densidad de desarrollo urbano). La expansión de tierras de cultivos es motivada por las necesidades de producción para apoyar una población en aumento, así como cambios esperados en las otras partes del balance de alimentos del país (importaciones/exportaciones de cultivos alimenticios).

El balance de producción de alimentos descrito a continuación aborda producción, exportaciones, importaciones, y usos además de alimentos, como se describe a continuación. Estos dos factores, urbanización creciente y requerimientos de producción de alimentos en aumento, son los dos impulsores primarios en el enfoque de pronóstico de LULC descrito con mayor detalle en las subsecciones siguientes. Además de estos dos factores primarios, también se toma en consideración un crecimiento continuo en cultivos de exportación clave. Las subsecciones que se presentan a continuación proporcionan la información de entrada y la metodología aplicada para generar el pronóstico bajo el desarrollo habitual LULC.

**Hule.** El área de cultivo de hule ha aumentado significativamente entre 2003 y 2013, sin embargo, el crecimiento fue solamente 3.5% entre 2013 y 2014. Este crecimiento es similar al crecimiento actual en la

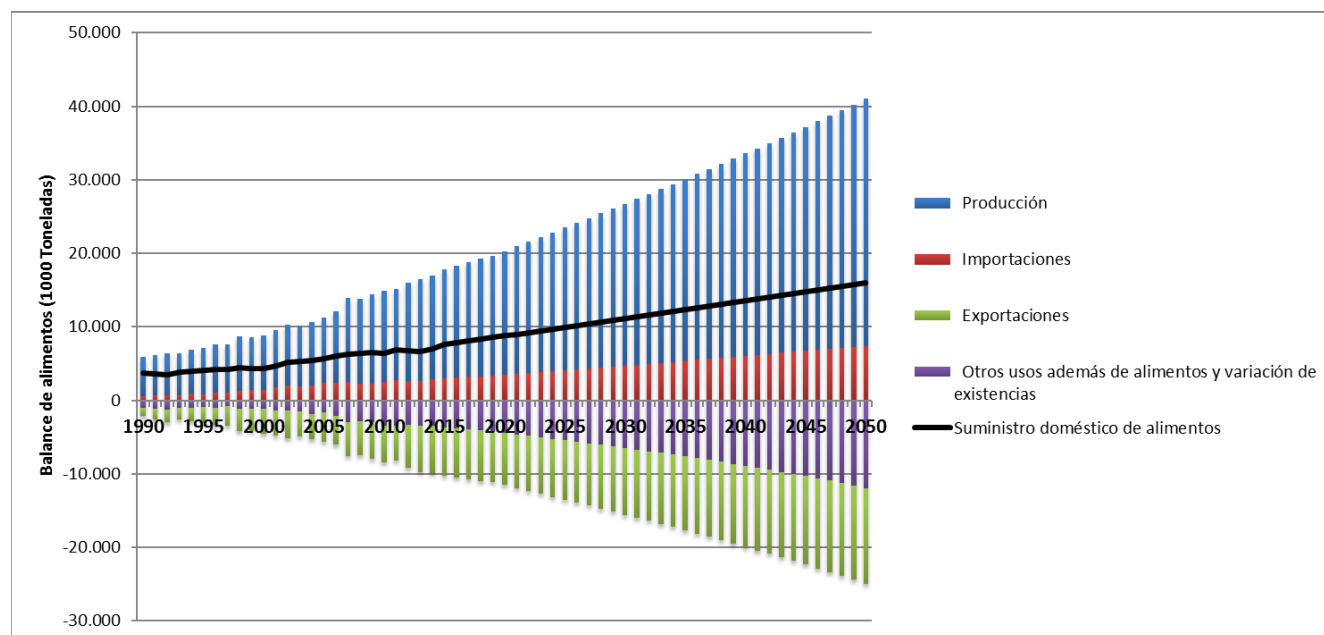
<sup>3</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Uso de la tierra (FAO): [http://faostat3.fao.org/download/G2/\\*E](http://faostat3.fao.org/download/G2/*E), Cultivos: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>.

demanda mundial para hule, la cual se ha pronosticado que aumentará a 3.9% hasta 2019.<sup>4</sup> Se asumió que esta tasa de crecimiento de 3.5% continuará hasta 2020. En ese momento, se asume que el área de cultivo permanecerá constante, ya que el Grupo Internacional de Estudio sobre el Hule (IRSG por sus siglas en inglés) ha pronosticado una sobreoferta significativa para el hule natural en 2020.<sup>5</sup>

**Tierra de cultivos.** Se pronosticó la tierra de cultivos, incluyendo cultivos anuales, caña de azúcar, otros cultivos permanentes y tierras de pastizales, tomando como base una proyección de la información sobre el balance de cultivos para alimentación de 1990-2013 de la FAO.<sup>6</sup> La producción y los valores de intensidad de producción, calculados del pronóstico del balance de alimentos y que se muestran en el cuadro G-4, se utilizaron para calcular el área de tierra necesaria para cultivos anuales, caña de azúcar, otros cultivos permanentes para alimentos y tierras de pastizales. Las áreas resultantes se muestran en el cuadro G-7 más adelante en esta sección.

La figura G-1 proporciona una recapitulación de los resultados, incluyendo la masa (toneladas) de producción animal y de cultivos, importaciones, exportaciones, otros usos y variación de existencias, y la cantidad disponible para alimentos después de añadir la producción y las importaciones y sustraer las exportaciones y otros usos.

**Figura G-1. Balance de productos animales y de cultivos histórico (1990-2013) y pronóstico (2014-2050)**



<sup>4</sup> La demanda mundial de hule ha visto crecimiento anual de 4%. *Tire Business*: <http://www.tirebusiness.com/article/20160308/NEWS/160309937/world-rubber-demand-seen-rising-4-per-year>.

<sup>5</sup> IRSG advierte sobre la sobreoferta mundial del hule. *Tire Business*: <http://www.tirebusiness.com/article/20150413/NEWS/150419982>.

<sup>6</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, División de Estadísticas Hojas de Balance de Alimentos: <http://faostat3.fao.org/download/FB/FBS/E>.

La siguiente metodología se utilizó para pronosticar esta información y estimar requerimientos de producción futuros para cultivos anuales, cultivos permanentes y productos animales.<sup>7</sup> Los valores resultantes se muestran en el cuadro G-4 y las figuras G-2 y G-3.

1. El suministro doméstico de alimentos, en términos de kcal per cápita, se pronosticó tomando como base una tendencia recta de la información histórica. Tomar nota que el valor pronosticado para 2050 (2,744 kcal/cápita/día) es comparable pero aún un poco inferior al valor actual del suministro de alimentos para México (3,072 kcal/cápita/día en 2013).
2. La contribución en porcentaje de cada tipo de alimento al suministro total de alimentos fue pronosticado basado en una tendencia lineal de la información histórica.
3. El suministro de alimentos doméstico (F), en términos de toneladas de alimentos, para cada tipo de alimento se estimó aplicando la contribución en porcentaje de ese tipo de alimento al suministro total y la densidad calórica de cada tipo de alimento.
4. La cantidad de productos exportados (E) se pronosticó con base en una tendencia lineal de la información histórica.
5. La proporción de importaciones con respecto al suministro de alimentos (I/F) se estimó tomando como base una tendencia lineal de la información histórica.
6. La cantidad de importaciones (I) se estimó aplicando la proporción I/F para el suministro de alimentos (F).
7. La proporción de otros usos (incluyendo desechos, semillas, pérdida por procesamiento, alimentos para animales y otros usos) con respecto a la producción (O/P) se pronosticó tomando como base una tendencia de línea recta de la información histórica.
8. La ecuación 1 se usó para estimar la producción menos otros usos (P-O) del suministro de alimentos (F), exportaciones (E) e importaciones (I). La producción podría ser estimada luego tomando como base P-O y la proporción O/P, estimada en el paso 7 usando la ecuación 2.

$$P - O = F + E - I \quad (\text{Ecuación G-1a})$$

$$P = (P - O) / (1 - O/P) \quad (\text{Ecuación G-1b})$$

Estas ecuaciones pueden simplificarse en la siguiente ecuación que muestra una relación entre suministro de alimentos, producción, importaciones, exportaciones y otros usos.

$$F = P + I - E - O \quad (\text{Ecuación G-2})$$

donde:

---

<sup>7</sup> Actualmente el cálculo de las varias variables del balance de alimentos mostrado en estos pasos tiene como base tendencias lineales de los valores históricos. Se investigaron otros enfoques (no-lineales); sin embargo, la información histórica no indicó que los enfoques alternativos proveyeran mejor ajuste con la información. Son posibles enfoques de modelación más sofisticados, incluyendo evaluaciones de no solo el crecimiento esperado en la ingesta calórica, sino también de patrones cambiantes en el tipo de alimentos que podrían ocurrir con un aumento en los niveles de ingresos (p.ej. diferencias en la ingesta proteica esperada de la suposición actual que indica un crecimiento del 7% al 11% de la ingesta calórica). Probablemente un aspecto más importante es si el nivel de las exportaciones continuará creciendo de forma lineal. Otros enfoques para el pronóstico podrían incluir vincular el crecimiento en las exportaciones al crecimiento de la demanda mundial. Sin embargo, idealmente también se debería considerar el costo de producción en Guatemala para varios productos de exportación frente al costo en otros países productores.

P = producción (1,000 toneladas)  
O = otros usos (1,000 toneladas)  
F = productos necesarios para alimentos (1,000 toneladas)  
E = exportaciones (1,000 toneladas)  
I = importaciones (1,000 toneladas)

La intensidad de producción<sup>8</sup> (toneladas/ha), calculada como las toneladas de producción para cada tipo de alimento por hectárea del tipo de uso de la tierra aplicable, se pronosticó tomando como base la tendencia lineal de la información histórica, como se muestra en la figura G-4.

Los requerimientos de producción en toneladas para cada tipo de alimento (como se recapitula en el cuadro G-4 a continuación) se combinaron luego con las intensidades de producción pronosticadas para estimar el área de tierra necesaria para cada tipo de uso de la tierra agrícola.

La figura G-2 muestra los valores históricos y pronosticados para la parte de importaciones con respecto al suministro total de alimentos (I/F). El crecimiento en importaciones disminuyó durante el periodo histórico, así que las importaciones futuras se pronosticaron tomando como base únicamente los 14 años más recientes de la información histórica de la FAO (2000-2013). El pronóstico del desarrollo habitual indica baja dependencia en importaciones de productos animales, pero importancia en aumento en lo que concierne importaciones de cultivos anuales<sup>9</sup> y permanentes<sup>10</sup>. Tomar nota que los cultivos anuales son necesarios para consumo humano y animal. Para cultivos anuales en particular, la tendencia en años recientes indica requerimientos de importaciones cercanos al 50% de los requerimientos totales; y para 2050, se espera que los requerimientos de importaciones sobrepasen 70%. Cantidades muy pequeñas de caña de azúcar han sido importadas en el pasado ya que Guatemala es un gran exportador. Como lo muestra esta gráfica, se espera que cualquier importación de caña de azúcar permanezca muy pequeña y es insignificante en términos de contribución al suministro total de alimentos.

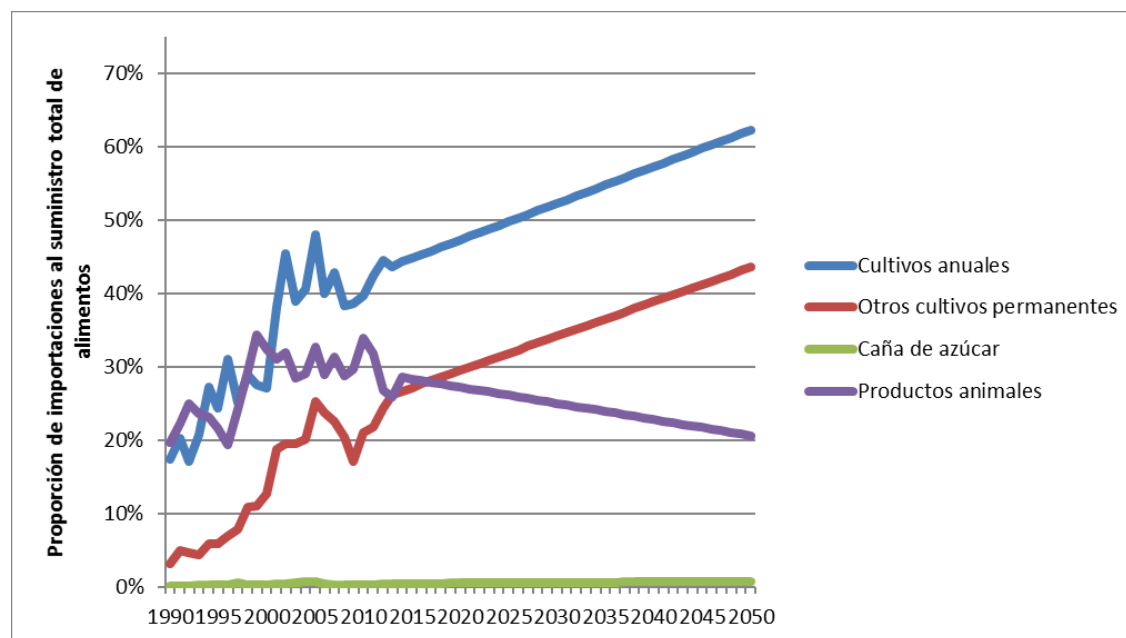
### **Figura G-2. Proporción histórica y pronosticada de importaciones con respecto al suministro total de alimentos**

---

<sup>8</sup> Los autores adoptan el término “intensidad de producción” aquí el cual es conceptualmente similar a rendimientos de cultivo. Sin embargo, otros factores podrían estar contribuyendo también a los cambios en producción por unidad de área en el tiempo, tales como cambios en los tipos de cultivos producidos dentro de cada categoría de cultivos más amplia (cultivos anuales y permanentes).

<sup>9</sup> Cultivos anuales incluyen: granos (p.ej. maíz, trigo, sorgo), vegetales (p.ej. tomates, lechuga, repollo, pimientos, coliflor), legumbres (p.ej. soya, frijoles, arvejas).

<sup>10</sup> Cultivos permanentes incluyen: frutas, nueces, uvas, café y cacao.



La figura G-3 muestra los valores históricos y pronosticados para la parte de usos no alimenticios con respecto a la producción total (O/P). Los valores pronosticados están basados siguiendo la tendencia en la información de la FAO de 1990-2013. Los resultados son consistentes con lo que uno esperaría del sistema de producción de alimentos donde los productos animales domésticos incrementan en el tiempo. Un componente clave del uso no alimenticio es alimentos para animales (granos) los cuales corresponden a cultivos anuales.

La figura G-4 muestra los valores históricos y pronosticados para la intensidad de producción de cada categoría de producción. La intensidad de producción se calculó como la cantidad de alimento producido por hectárea de tierra (por ejemplo, las toneladas de alimentos de cultivos anuales dividido por el área total de cultivos anuales en la información del uso de la tierra). Para productos animales, el uso de la tierra aplicable es tierra de pastizales. Los valores pronosticados se basaron en seguir con la tendencia en la información de 1990-2013, excepto para caña de azúcar. Las intensidades de producción de caña de azúcar han mostrado una disminución significativa durante el período histórico; por lo tanto, el valor de 2013 se mantuvo constante durante el período de pronóstico en el nivel más alto alcanzado históricamente. La razón para la disminución fue el bajo precio en los mercados (factores externos afectaron la producción). Las intensidades de producción mayores reflejan rendimientos de cultivos mayores debido a mejores métodos de producción, así como un uso de la tierra más eficiente y cambios a diferentes cultivos y animales.

### Figura G-3. Proporción histórica y pronosticada de usos no alimenticios con respecto a la producción

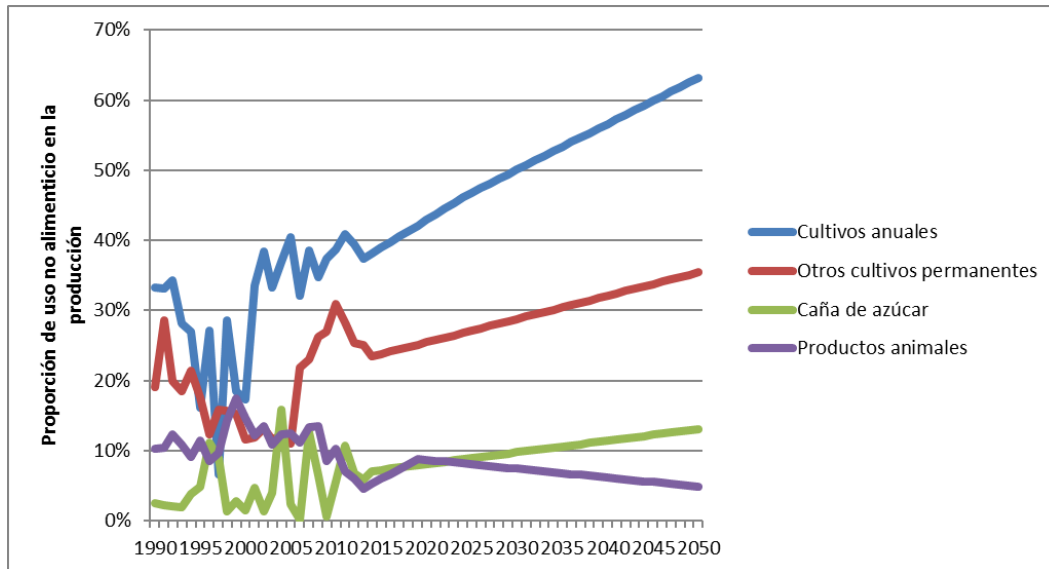
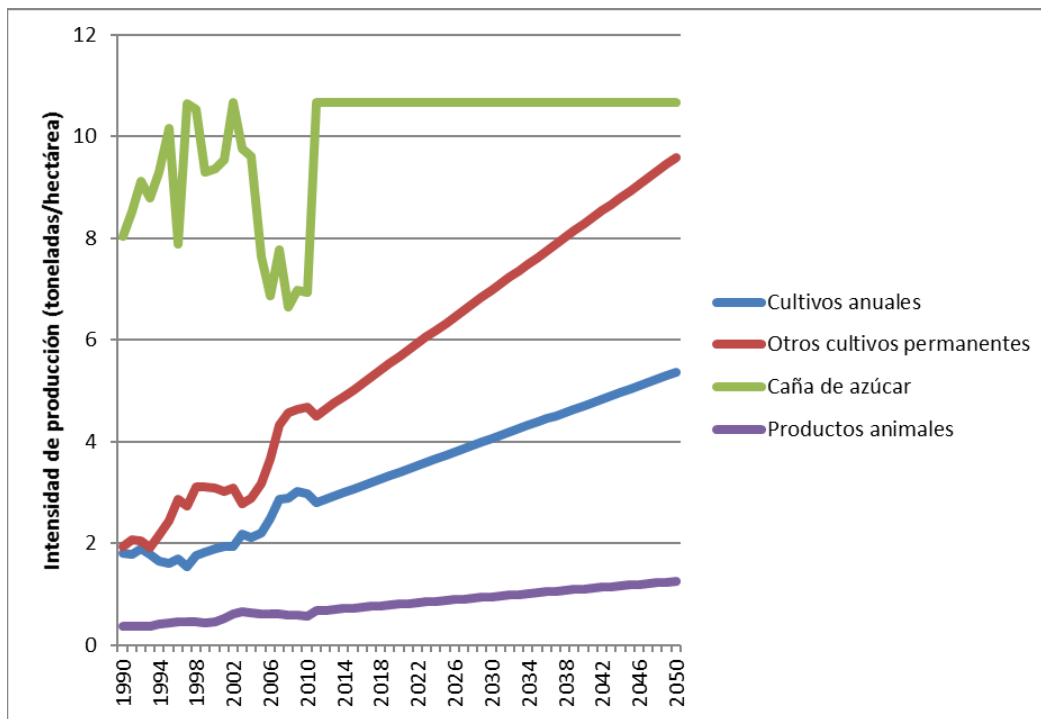


Figura G-4. Intensidad de producción histórica y pronosticada



Cuadro G-4. Valores clave para el pronóstico del balance del suministro de alimentos



Tipo de alimento	Unidad de información	Histórico			Pronóstico			
		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
<i>Suministro de alimentos (kcal/cápita/día)</i>		2,355	2,160	2,431	2,486	2,572	2,658	2,744
<i>Total</i>								
Cultivos anuales	% de calorías del suministro de alimentos	72%	65%	63%	63%	63%	62%	62%
	Densidad calórica (kcal/g)	2.50	2.07	1.88	2.10	2.10	2.10	2.10
	Suministro de alimentos (1000 toneladas)	2,152	2,306	3,463	4,229	5,088	5,849	6,467
	Producción (1000 toneladas)	2,540	2,702	4,386	5,713	7,351	8,988	10,792
	Importaciones (1000 toneladas)	414	878	1,766	2,403	3,168	3,990	4,796
	Exportaciones (1000 toneladas)	(99)	(673)	(954)	(1,558)	(2,053)	(2,546)	(3,039)
	Variación de existencias (1000 toneladas)	141	(134)	(39)	-	-	-	-
	Otros usos (1000 toneladas)	(844)	(467)	(1,696)	(2,452)	(3,680)	(5,090)	(6,821)
	Intensidad de producción (toneladas/ha)	1.81	1.89	2.96	3.40	4.05	4.71	5.36
Caña de azúcar	% de calorías del suministro de alimentos	17%	20%	19%	19%	19%	19%	18%
	Densidad calórica (kcal/g)	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	Suministro de alimentos (1000 toneladas)	535	396	589	777	916	1,032	1,117
	Producción (1000 toneladas)	886	1,678	2,495	3,073	3,807	4,536	5,250
	Importaciones (1000 toneladas)	2	9	10	29	43	60	82
	Exportaciones (1000 toneladas)	(639)	(1,460)	(2,230)	(3,419)	(4,404)	(5,388)	(6,373)
	Variación de existencias (1000 toneladas)	79	(95)	(109)	-	-	-	-
	Otros usos (1000 toneladas)	(22)	(26)	(139)	(180)	(223)	(266)	(308)
	Intensidad de producción (toneladas/ha)	8.04	9.37	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92
Cultivos permanentes de alimentos	% de calorías del suministro de alimentos	4%	6%	6%	7%	8%	8%	9%
	Densidad calórica (kcal/g)	0.40	0.52	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
	Suministro de alimentos (1000 toneladas)	1,405	2,446	4,375	6,357	8,449	10,657	12,951
	Producción (1000 toneladas)	23	147	292	562	877	1,270	1,727
	Importaciones (1000 toneladas)	0.032	0.127	0.210	0.307	0.371	0.434	0.498
	Exportaciones (1000 toneladas)	(639)	(1,460)	(2,230)	(3,419)	(4,404)	(5,388)	(6,373)
	Variación de existencias (1000 toneladas)	(18)	(8)	6	-	-	-	-
	Otros usos (1000 toneladas)	(267)	(284)	(1,355)	(1,595)	(2,120)	(2,674)	(3,250)
	Intensidad de producción (toneladas/ha)	1.94	3.09	4.68	5.65	6.94	8.24	9.53
Productos animales	% de calorías del suministro de alimentos	7%	9%	11%	11%	11%	11%	11%
	Densidad calórica (kcal/g)	0.95	0.97	0.98	1.01	1.01	1.01	1.01
	Suministro de alimentos (1000 toneladas)	537	818	1,384	1,755	2,139	2,491	2,790
	Producción (1000 toneladas)	497	611	1,055	1,422	1,711	1,969	2,179
	Importaciones (1000 toneladas)	113	308	485	495	604	703	787
	Exportaciones (1000 toneladas)	(22)	(11)	(47)	(44)	(56)	(68)	(80)
	Variación de existencias (1000 toneladas)	-	-	-	-	-	-	-
	Otros usos (1000 toneladas)	(51)	(90)	(109)	(121)	(140)	(160)	(179)

Tipo de alimento	Unidad de información	Histórico			Pronóstico			
		1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
	Intensidad de producción (toneladas/ha)	0.20	0.24	0.57	0.80	1.02	1.24	1.57

**Tierra urbana.** Los requerimientos de tierra urbana se basaron en la densidad urbana y la población urbana pronosticadas. Las estimaciones históricas de 2003 y 2010 de tierra urbana y la información histórica sobre la población<sup>11</sup> se utilizaron para estimar la densidad de población urbana. La densidad urbana se pronosticó hasta el año 2050 asumiendo una tendencia lineal recta. Los valores históricos y pronosticados de densidad urbana se muestran en el cuadro G-5. Esta densidad urbana se aplicaba luego al pronóstico de la población urbana para estimar el área de tierra urbana para los años bajo pronóstico. Tomar nota que el valor pronosticado para el año 2050 (64.5 personas/1000 ha) es similar a los niveles actuales de densidad de Sao Paulo y Rio de Janeiro, Brasil, los cuales son bastante altos.

**Otra tierra con poca o sin vegetación.** El área para este tipo de uso de la tierra se mantuvo constante después del año 2010, porque como se indicó al principio de este apéndice, se desconocen las causas para el incremento en el área.

**Cuadro G-5. Densidad urbana**

	2003	2010	2020	2030	2040	2050
	<b>Información histórica</b>		<b>Valores pronosticados</b>			
Personas/1000 ha	47.5	49.5	52.4	55.9	59.9	64.5

**Plantaciones forestales.** Las plantaciones forestales crecieron a una tasa anual de 14% entre 2003 y 2010. Se pronosticó esta categoría con base en un cálculo de tendencia en línea recta de la información de 2003-2010, el cual resultó en una ganancia constante de 6,000 hectáreas por año.

**Bosques, humedales y montes bajos.** Se asumió que estos tipos de uso de la tierra perderían áreas como resultado del crecimiento en las categorías de tierras de cultivos, tierra urbana y plantaciones forestales. Se asumió que las pérdidas en estas áreas serían proporcionales al área no protegida restante para 2010 para cada tipo de tierra, como se muestra en el cuadro G-6.

Además de perder tierra frente a áreas urbana y agrícola crecientes, una parte de tierras forestales deja la categoría de bosques regenerados naturalmente y entra a la categoría de árboles dispersos. Aunque los factores que contribuyen a esta tendencia no están claros, se cree que la sobreexplotación de biomasa forestal para fines energéticos y productos maderables es probablemente una causa clave. Los bosques naturales perdieron casi 377 mil hectáreas entre 2003 y 2010, mientras que la categoría de árboles dispersos incrementó casi 164 mil hectáreas (43% de la pérdida de bosque natural). Para los años bajo pronóstico, una pérdida adicional equivalente a 43% de la pérdida forestal inicial calculada se calculó para los bosques regenerados naturalmente, con esta área migrando hacia la categoría de Árboles dispersos. Por ejemplo, la cantidad de área de expansión urbana /agrícola necesaria para 2010-2011 fue 103 mil hectáreas, las cuales multiplicadas por la proporción en el cuadro G-6 resultan en una pérdida de 73 mil hectáreas de bosques

<sup>11</sup> INE, con base al XI Censo de Población y VI de Habitación 2002.

naturales. Treinta y dos mil hectáreas adicionales (43% de 73 mil) migró de bosques naturales de los bosques que se regeneran naturalmente a la categoría de Árboles dispersos, para una pérdida total de 105 mil hectáreas de bosques naturales.

**Cuadro G-6. Área no protegida restante y proporción de pérdidas futuras**

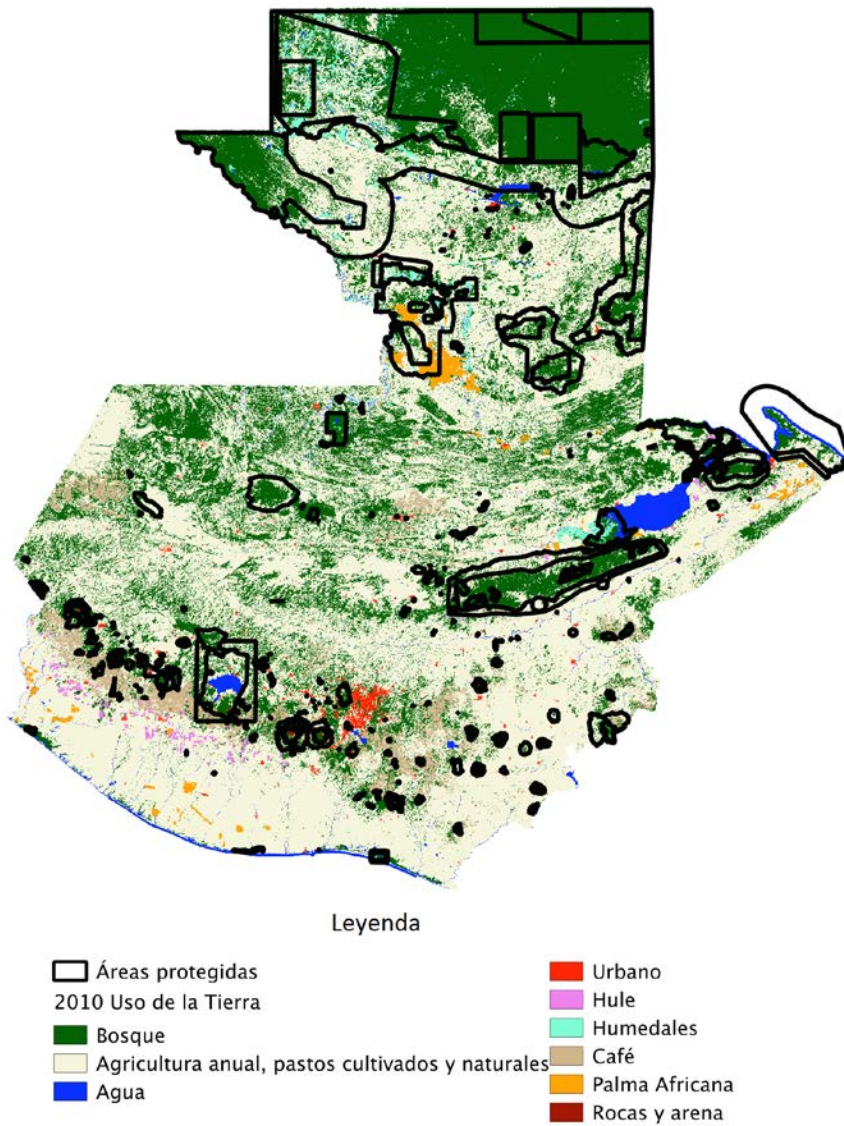
Tipo de uso de la tierra	Área sin protección en 2010 (1000 Ha)	Proporción
Bosques naturales	1,718	71%
Humedales	69	3%
Montes bajos	618	26%
<b>Total</b>	<b>1,657</b>	<b>100%</b>

Se asumió que las áreas de bosques, humedales y montes bajos no descenderían más allá de las áreas ubicadas dentro de áreas protegidas. Tomando como base esta suposición, las áreas de bosques, humedales y montes bajos dentro de áreas protegidas se calcularon sobreponiendo la información geográfica de áreas protegidas del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)<sup>12</sup> sobre la información del mapa de uso de la tierra del estudio citado anteriormente del MAGA del año 2015 (ver figura G-5), y luego calculando el área para cada tipo de uso de la tierra dentro de las áreas protegidas. Se estimó que las áreas protegidas para bosques, montes bajos y humedales eran de 1,169 miles hectáreas, 1,963 miles de hectáreas y 105 mil hectáreas respectivamente. Tomando como base los métodos antes citados, el área forestal se contrae al área protegida para 2045. De 2046-2050, la contracción restante del área que compensa el crecimiento en tierra agrícola, urbana y de plantaciones forestales proviene proporcionalmente de humedales y montes bajos.<sup>13</sup>

**Figura G-5. Mapa del uso de la tierra y Áreas protegidas del año 2010**

<sup>12</sup> CONAP, 2010. Polígonos de áreas protegidas.

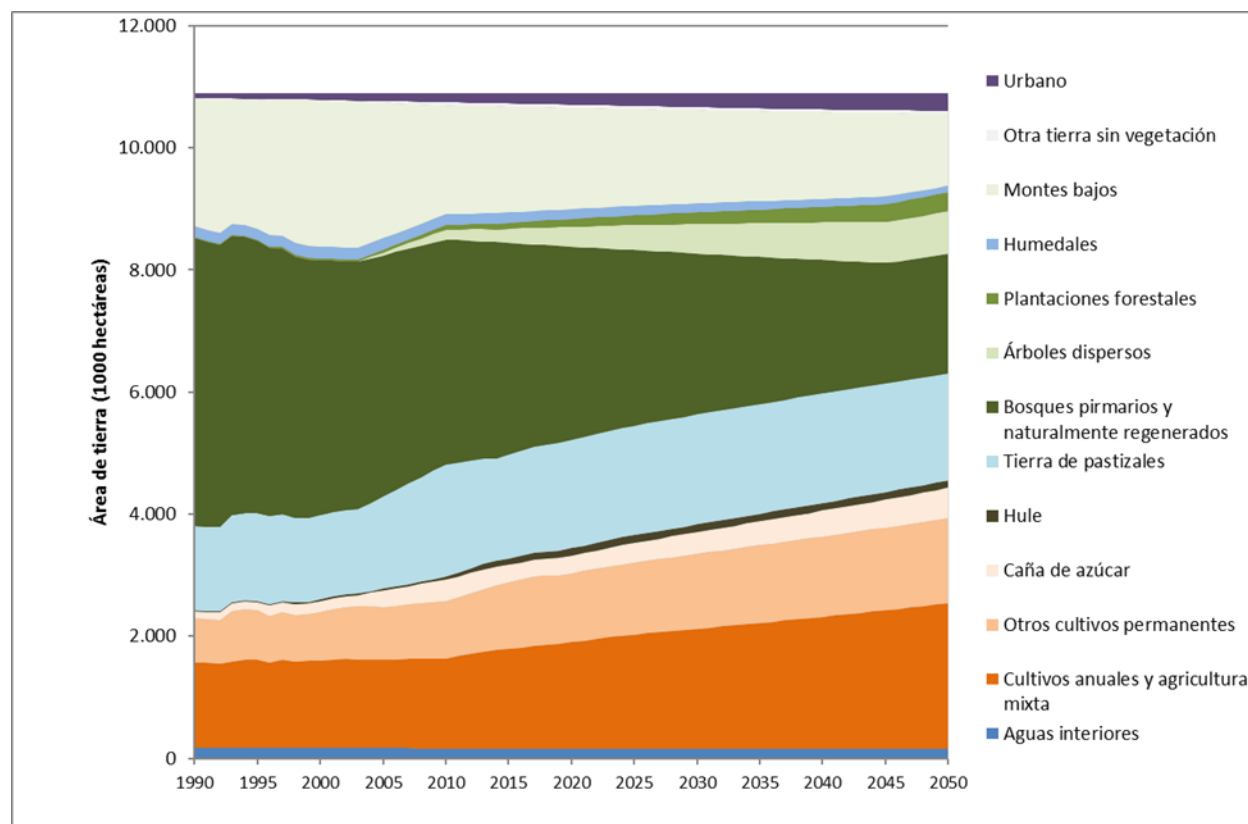
<sup>13</sup> Los autores comprenden que generalmente las “áreas protegidas” están protegidas del desarrollo urbano; sin embargo, se realizan concesiones para el manejo forestal, y existen cultivos específicos que son plantados en las zonas de usos múltiples dentro de estas áreas. El enfoque de pronóstico actual supone que no ocurrirán mayores pérdidas de cobertura forestal por cultivos dentro de las áreas protegidas.



**Aguas interiores.** El área de aguas interiores se estimó en 173 mil hectáreas en 2003 y 160 mil hectáreas en 2010. Se asumió que el área para esta categoría permanecería siendo 173 mil hectáreas para todos los años previos a 2003 y 160 mil hectáreas para todos los años posteriores a 2010. El área para cada año entre 2003 y 2010 se interpoló entre estos dos valores.

Las áreas resultantes para cada uso de la tierra/cobertura de la tierra se muestran en la figura G-6 y el cuadro G-7 a continuación.

**Figura G-6. Área histórica y pronosticada del uso de la tierra/cobertura de la tierra**



**Cuadro G-7. Área histórica y pronosticada del uso de la tierra/cobertura de la tierra (1000 hectáreas)**

Uso de la tierra	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Aguas interiores	173	173	160	160	160	160	160
Otra tierra con poca o sin vegetación	8	12	51	51	51	51	51
Montes bajos	2,083	2,387	1,787	1,634	1,551	1,479	1,411
Humedales	175	200	174	157	148	140	132
Tierra urbana	76	104	143	185	226	260	285
Plantaciones forestales	15	27	71	132	193	254	316
Árboles dispersos	-	-	164	348	450	537	618
Bosques primarios y que se regeneran naturalmente	4,733	4,181	3,681	3,072	2,738	2,451	2,183
Prados y pastizales permanentes	1,375	1,375	1,847	1,794	1,686	1,591	1,492
Hule	16	27	37	124	124	124	124
Caña de azúcar	110	179	360	433	540	646	750
Otros cultivos permanentes	723	792	934	1,115	1,208	1,287	1,353
Cultivos anuales y agricultura mixta	1,403	1,432	1,479	1,682	1,815	1,909	2,012
<b>Total</b>	<b>10,889</b>	<b>10,889</b>	<b>10,889</b>	<b>10,889</b>	<b>10,889</b>	<b>10,889</b>	<b>10,889</b>