

¿Refleja el uso de la tierra en la Amazonia un fallo del mercado? Un análisis de los servicios ambientales de la Amazonia desde la perspectiva del costo de oportunidad

Marcelo Bentes Diniz, Vanessa Da Paixão Alves
y Márcia Jucá Teixeira Diniz

Resumen

Se analiza si la deforestación en la región amazónica es un caso típico de fallo del mercado. Se calcula el costo de oportunidad de actividades económicas que contribuyen a la deforestación, comparado con el costo de los usos que dejan intactos a los bosques. Respecto a los recursos ambientales en peligro, las modalidades de uso productivo de la tierra se consideran en función del valor de los beneficios netos de las actividades primarias realizadas en tierra. Se calculan el beneficio neto por hectárea a partir del valor de uso directo para distintos usos de tierra; el valor de uso indirecto relacionado con el almacenamiento de carbono, y el valor de no uso. En 2009 el costo de oportunidad de la deforestación para la ganadería era positivo, lo que indica un fallo del mercado. Sin embargo, no es el único resultado posible cuando se consideran usos alternativos de la tierra.

Palabras clave

Deforestación, degradación forestal, aspectos económicos, costos, análisis costo-beneficio, uso de la tierra, agricultura, industria ganadera, silvicultura, economía ambiental, gestión ambiental, Brasil

Clasificación JEL

Q57, Q23, O13

Autores

Marcelo Bentes Diniz es profesor adjunto en la Facultad de Economía y en el Programa de Posgrado en Economía de la Universidad Federal de Pará (Brasil). Correo electrónico: mbdiniz2007@hotmail.com.

Vanessa Da Paixão Alves es doctoranda en el Programa de Posgrado en Economía de la Universidad Federal de Pará (Brasil). Correo electrónico: vass321@hotmail.com.

Márcia Jucá Teixeira Diniz es profesora adjunta en la Facultad de Economía y en el Programa de Posgrado en Economía de la Universidad Federal de Pará (Brasil). Correo electrónico: marciadz2012@hotmail.com.

I. Introducción

Según la literatura económica tradicional, el patrimonio ambiental es en gran medida irremplazable y la inexistencia de un “precio de referencia” por sus servicios distorsiona la percepción que tienen los agentes económicos respecto a su valor. En la práctica, la circunstancia de que dicho patrimonio tenga características propias de los bienes públicos implica que el agente que paga por el bien no recibe en exclusividad una parte importante de los servicios de los ecosistemas que obtienen los consumidores. Esta distorsión lleva a fallos de mercado relativos a la asignación eficaz (Stiglitz, 2000), lo que a su vez revela una divergencia entre los costos privados y los sociales (Pigou, 1946). Por ende, a fin de brindar un fundamento técnico para su explotación racional, es necesario estimar los “precios” de los recursos ambientales. En general, para dicho cálculo se utilizan métodos (o técnicas) de valoración económica ambiental basados en la teoría neoclásica del bienestar (Pearce, 1985; Pearce y Turner, 1995; Kahn, 2005). Uno de los enfoques se deriva del concepto del costo de oportunidad aplicado a la conservación del medio ambiente (Pearce y Markandya, 1987; Warford, 1987).

El concepto estrictamente económico del costo de oportunidad se refiere a las oportunidades no aprovechadas en función del mejor uso de ciertos recursos económicos, lo que pone en contraposición las nociones de eficiencia (mejor uso) y de escasez de los recursos. Sin embargo, en el contexto ecológico actual, en que se atribuye una importancia fundamental a los recursos naturales, el concepto de costo de oportunidad y el método que se deriva de él sirven para evaluar los ingresos que se dejan de percibir debido a las limitaciones que las medidas de conservación o protección de los recursos ambientales imponen sobre la producción y el consumo de bienes y servicios privados. Con relación a los recursos ambientales amenazados por la deforestación, diversas formas de ocupación y de usos productivos de la tierra se consideran usos de “oportunidad” (May, Veiga Neto y Chévez Pozo, 2000), en tanto que los costos de oportunidad se refieren al uso de la tierra para la actividad extractiva de mayor valor (Naido y otros, 2006).

En este sentido, en muchos estudios sobre el valor del ecosistema de la Amazonía se ha calculado el valor económico de los recursos y los servicios ambientales desde la perspectiva de determinados agentes económicos. En cambio, este artículo tiene por objeto evaluar los beneficios netos de las principales actividades de uso de la tierra de la región (a saber, productos forestales madereros y no madereros, ganadería y agricultura) desde la perspectiva de que los usos productivos de estos beneficios netos compiten directamente con el mantenimiento intacto del bosque y, por ende, con el beneficio neto derivado de los usos “improductivos” (por ejemplo, los beneficios netos de las reservas de carbono y del valor de existencia del bosque).

En la sección II se analizan los principales servicios ambientales provistos por el bosque amazónico. En la sección III se continúa con el análisis y se hace una reseña de los estudios previos que han intentado fijar un valor para los bienes y servicios ambientales de la Amazonia. En la sección IV se describen los procedimientos metodológicos adoptados para el estudio, así como los resultados obtenidos; y en la sección de conclusión se exponen algunas reflexiones finales.

II. Servicios de los ecosistemas provistos por el bosque amazónico

Junto con sus procesos ecológicos, los servicios de los ecosistemas pueden clasificarse como un subconjunto de las estructuras operacionales de los ecosistemas (DeGroot, Wilson y Boumans, 2002). Además, no se trata de beneficios directos, sino de los insumos que los generan (Boyd y Banzhaf, 2007; Fisher y Turner, 2008; Fisher, Turner y Morling, 2009). Pasan a ser servicios cuando afectan el bienestar de las personas (Fisher, Turner y Morling, 2009).

En la cuenca de la Amazonia¹, los servicios de los ecosistemas tienen repercusiones singulares debido a las interconexiones entre el bosque pluvial amazónico, que cumple una importante función relativa al almacenamiento y el secuestro de carbono, y el sistema climático mundial (Nobre, Sellers y Shukla, 1991)². Por ende, el equilibrio climático del planeta depende de la integridad del bosque amazónico. Además, una rica biodiversidad de importancia fundamental para los recursos biológicos mundiales depende del funcionamiento saludable del ecosistema en toda la cuenca. Habida cuenta de que la Amazonia alberga entre el 10% y el 20% de la biodiversidad mundial, esta función de mantenimiento es un importante servicio que brindan los ecosistemas a la comunidad mundial (Kaplan y Figueiredo, 2006; Lopes, Nass y Melo, 2008).

Se estima que en el bioma del bosque amazónico habitan al menos 40.000 especies de plantas, 427 de mamíferos, 1.294 de aves, 378 de reptiles, 427 de anfibios y 3.000 de peces (Rylands y otros, 2002). Un estudio reciente del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-Brasil, 2010) señala que entre 1999 y 2009 se descubrieron alrededor de 1.220 nuevas especies de plantas y vertebrados, a saber, 637 especies de plantas, 257 de peces, 216 de anfibios, 55 de reptiles, 16 de aves y 39 de mamíferos. Además, según la clasificación adoptada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), seis sitios del Patrimonio Mundial Natural y elementos de 56 de las ecorregiones mundiales están total o parcialmente integradas en el bioma del bosque amazónico. Este bioma, que incluye grandes zonas endémicas con especies autóctonas que no viven en ningún otro lugar del mundo, también alberga más de 600 tipos distintos de hábitats terrestres y de agua dulce.

Además de albergar biodiversidad, los ecosistemas de la Amazonia brindan importantes servicios de apoyo relativos al ciclo hidrológico mundial y el secuestro de carbono. Juntos, estos servicios hacen de la región un bien común global (Dasgupta, 1990; Grafton y otros, 2004). En lo referido al agua, los servicios son un bien público global (Kaul, Grunberg y Stern, 1999; Kahn, 2005).

La rotación de la Tierra permite que los vientos ingresen a la región desde el noreste cargados con el vapor de agua del océano Atlántico, que luego cae en forma de lluvia. Por el fenómeno de la evapotranspiración, parte de esta lluvia es reciclada por los árboles (Fearnside, 2004). Se estima que todos los años ingresan 10×10^{12} m³ de agua a través de los alisios. El caudal anual de agua que fluye al río Amazonas es de $6,6 \times 10^{12}$ m³ (Salati, 2001), mientras que los $3,4 \times 10^{12}$ m³ restantes son transportados a otras regiones. Se calcula que las precipitaciones anuales en la cuenca oscilan entre los 1.350 mm y los 1.570 mm, equivalentes a entre el 63% y el 73% de las precipitaciones anuales que la evapotranspiración del agua produce en la región (Costa y Foley, 2000; Marengo y Nobre, 2001; Malhi y otros, 2008).

En lo referido al secuestro de carbono, los bosques tropicales desempeñan una función clave en el ciclo mundial del carbono, ya que lo almacenan en grandes cantidades en la biomasa superficial y en la subterránea. Se calcula que la biomasa del bosque amazónico contiene aproximadamente 70 PgC (petagramos de carbono), equivalentes a entre el 10% y el 15% de las reservas totales de carbono del planeta (Keller, Melillo y Zamboni de Mello, 1997; Houghton y otros, 2001). Según otros estudios, como Saatchi y otros (2007), las reservas totales de carbono, incluida la biomasa muerta y subterránea, van de 77 Pg C a 95 Pg C, con una media de 86 ± 17 Pg C. Actualmente, el bioma de la Amazonia parece estar funcionando como un sumidero de carbono que absorbe entre 0,44 y 0,56 Pg de carbono por año (Grace y otros, 1995; Phillips y otros, 1998; Malhi y otros, 1998).

¹ La Amazonia Legal es una división político-administrativa con una superficie 5 millones de km² —alrededor del 59% del territorio brasileño— y engloba la totalidad del bioma de la Amazonia, zonas del Cerrado (sabana brasileña) y praderas naturales. Comprende los estados del norte de Brasil (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondonia, Roraima y Tocantins), así como Mato Grosso y parte de Maranhão (Pereira y otros, 2010).

² Por otro lado, el umbral en que la liberación de carbono ocasionada por la deforestación tropical podría desencadenar un proceso de cambio climático a nivel continental aún se desconoce, y de hecho, tampoco se sabe si ese cambio ocurrirá (Stickler y otros, 2009).

Si bien el mantenimiento de la biodiversidad, el reciclado del agua y el secuestro de carbono son algunos de los principales servicios de los ecosistemas provistos por la Amazonia, existen otros, como la protección contra los incendios y la reducción de los agentes patógenos y las enfermedades mediante el control de organismos (Foley y otros, 2007). Pese a que la madera proporciona bienes de mercado de alto valor, el suministro de productos forestales no madereros debe interpretarse como una modalidad directa de servicios de los ecosistemas, que en ocasiones tiene un valor de mercado (por ejemplo, la nuez del Brasil). La riqueza de la cuenca amazónica incluye la madera, cuyo volumen aproximado es de 106.388 millones de m³, y reservas de biomasa superficial y subterránea de 92.203 y 13.367 millones de toneladas, respectivamente (84,2 y 65,1 millones de toneladas en territorio brasileño, respectivamente (SFB, 2010)).

Los cambios en el uso de la tierra en la región de la Amazonia han sido vinculados con los incendios y la deforestación. Los datos del proyecto TerraClass (Embrapa/INPE, 2012) señalan que hacia 2010 las actividades ganaderas ya ocupaban 45,9 millones de hectáreas, un 66% del total de las zonas deforestadas, y las agrícolas un 5,4% (unas 4 millones de hectáreas).

Se estima que la deforestación en la región de la Amazonia ha liberado a la atmósfera enormes cantidades de carbono. Durante el punto álgido de la deforestación, en la década de 1990, es posible que la región haya emitido entre 0,8 y 2,2 Pg C, equivalente a entre el 10% y el 15% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) del período (Houghton, 2005). De hecho, el continuo e intenso proceso de deforestación tiene graves consecuencias sobre las funciones de los ecosistemas en la cuenca del Amazonas (Foley y otros, 2007), y podría llegar a afectar las precipitaciones en la región (Salati y Nobre, 1991; Sampaio y otros, 2007; Nobre y Borma, 2009).

A la hora de establecer la importancia de los servicios de los ecosistemas en la Amazonia³, los beneficios pueden medirse a escala local, regional, nacional y mundial. La contraposición entre los usos productivos y no productivos de la tierra afecta directamente a los beneficiarios locales. Los beneficiarios regionales son quienes residen en la región, e incluyen no solo al primer grupo —los beneficiarios locales— sino también a quienes no compiten por el uso de la tierra. Los beneficiarios nacionales son todos aquellos que reciben algún tipo de beneficio dentro de las fronteras del país, por lo que abarcan a las dos categorías anteriores. Por último, los beneficiarios mundiales son quienes reciben beneficios sin residir en el territorio del país, situación que refleja la ausencia de rivalidad y el carácter no excluyente de los bienes públicos globales del ecosistema de la Amazonia. Por ende, también engloban a todas las categorías de beneficiarios anteriores⁴.

Uno de los riesgos de considerar a los beneficiarios desde esta perspectiva es del doble cómputo. Por ejemplo, los beneficiarios locales podrían recibir los beneficios del uso directo, tal como acceder a recursos madereros y no madereros; no obstante, también podrían beneficiarse de otros servicios de los ecosistemas —por ejemplo, la regulación del secuestro de carbono— que tienen características de bien público (global). Por el contrario, la opción entre destinar la tierra a usos productivos o conservar el bosque impone un costo de oportunidad directo a los agentes económicos locales, quienes podrían perder la posibilidad de obtener ingresos si se opta por destinar la tierra a “usos improductivos”, es decir, a la conservación. Por ende, para los beneficiarios locales, los usos alternativos del bosque —entre otros, la deforestación para abrir espacios para diversos tipos de usos, por ejemplo, la agricultura o la ganadería— están contrapuestos en lo referido a los ingresos (beneficios) que podrían generar.

³ Anderson-Teixeira y otros (2012) hacen hincapié en la importante función de los ecosistemas terrestres en lo referido a la regulación del clima a través de mecanismos biofísicos (regulación del agua y la energía) y bioquímicos (regulación de los gases de efecto invernadero). En su conjunto, los factores biogeoquímicos, los cambios en el uso de la tierra y la agricultura representan más del 25% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Entre 1990 y 2007, la deforestación de los bosques tropicales produjo alrededor del 40% de las emisiones brutas de CO₂.

⁴ Analizar estas características y sus posibles cambios en lo referido a los servicios de los ecosistemas escapa al cometido de este artículo. Para un análisis al respecto, véase Fisher, Turner y Morling (2009).

III. Repaso de la literatura sobre la valoración de los bienes y servicios ambientales de la Amazonia

Los investigadores han comenzado a estudiar el valor económico de los bosques tropicales, tanto en lo referido a sus usos productivos como a su importancia ecológica. En esta sección se hace un repaso de los trabajos de investigación sobre la deforestación de la Amazonia. Si bien los estudios difieren en sus aspectos metodológicos, todos coinciden en que la pérdida a gran escala del bioma amazónico supone un importante costo, como se ilustra a continuación. En el cuadro A1.1 adjunto se resumen los principales estudios y conclusiones sobre la valoración de los servicios de los ecosistemas de la Amazonia.

Varios estudios asignan un valor a los servicios de los ecosistemas de la Amazonia. Algunos intentan asignar un valor general, o valor económico total, al conjunto de estos servicios (Andersen, 1997; Torras, 2000), en tanto que otros se limitan a atribuir un valor solo a determinados servicios o recursos medioambientales. Los estudios de esta última categoría abarcan escalas espaciales diferentes y presentan valores correspondientes a años distintos, por lo que se hace difícil compararlos.

IV. Fallos del mercado y costo de oportunidad del uso de la tierra en la Amazonia

1. Fallos del mercado

Los fallos del mercado relativos al uso de la tierra en la Amazonia, que han producido deforestación en toda la región, obedecen a diversas causas. Una de ellas, que puede examinarse antes de decidir cómo se utilizará la tierra, responde a las carencias o los defectos en la información disponible sobre las opciones de conversión de la tierra. Los agentes desconocen la mayoría de los servicios de los ecosistemas, entre otros, los de apoyo, los de regulación y los culturales. Dado que dichos servicios son necesarios para mantener los bosques intactos, los “propietarios” de las tierras no recibirían ningún beneficio (Kahn, 2005).

La definición inadecuada de los derechos sobre las tierras en la región es otra causa *ex ante* de los fallos del mercado. Sobre este punto, Panayotou (1993) sostiene que la imprecisión de los derechos de propiedad —y en algunos casos, su inexistencia—, que se ve agravada por los elevados costos de transacción relacionados con la conservación ambiental, también puede ocasionar fallos en el mercado local. Es una situación que da lugar a la idea de que acceder al bosque y a la tierra no tiene costo. Estos dos motivos de fallos del mercado se vinculan con los costos de transacción extremadamente altos en la región: los costos de ejecución, que se derivan de la falta de certezas sobre los derechos de propiedad (o las posibilidades de hacer cumplir los contratos), y los costos de medición, que responden a la incertidumbre que producen las deficiencias y los defectos de la información que se utiliza para tomar decisiones económicas (Williamson, 1989).

Por otro lado, Pearce (1998) opina que en el proceso de deforestación se conjugan tres “fallos económicos”: fallos en la intervención gubernamental, fallos del mercado local y fallos del mercado mundial. El primero es una consecuencia de la intervención del gobierno. Al crear infraestructuras y mecanismos directos e indirectos para mantener la rentabilidad de las actividades productivas “locales”, la intervención del gobierno amplía artificialmente la brecha entre los costos privados y los costos sociales, y de esa forma acelera la conversión del bosque a otras modalidades de uso de la tierra.

Las otras fuentes de los fallos resultan de las externalidades que la deforestación impone a la población local directamente afectada —incluido el costo de oportunidad del uso de la tierra— y las repercusiones indirectas sobre las personas que no viven en la región, que pierden los beneficios de

los servicios de los ecosistemas destruidos por la deforestación. En la práctica, los fallos del mercado conllevan una tasa de conversión de los bosques que podría ser rentable desde el punto de vista privado, pero que no es óptima desde la perspectiva social.

2. Costos de oportunidad

Los costos de oportunidad miden qué podría haberse logrado usando el recurso de otra manera. En las zonas terrestres protegidas, el costo de oportunidad en general se refiere al uso de la tierra para la actividad extractiva de mayor valor (Naidoo y otros, 2006). Pearce y Markandya (1987) sugieren clasificar los costos de oportunidad en tres grupos: i) el costo directo de la actividad, incluidos los costos de la mano de obra y los materiales utilizados para extraer los recursos naturales; ii) los costos externos impuestos a terceros; y iii) los costos intertemporales vinculados con las posibilidades de volver a usar o no la tierra en el futuro. Esta clasificación es similar a la propuesta por Warford (1987), quien sostiene que el costo de oportunidad marginal idealmente equivaldría a lo que los usuarios tendrían que pagar por actividades que impliquen el uso de recursos. Por ende, el costo de oportunidad de usar y mantener un recurso ambiental se mide en función de los beneficios netos (ingreso bruto menos costos de producción) que produciría la actividad previsible. En este artículo se consideran dos perspectivas: los costos de oportunidad de la deforestación y los costos de oportunidad de la conservación (el mismo valor con signos opuestos).

V. Análisis costo-beneficio de mantener los bienes y servicios ambientales provistos por la Amazonia

1. Procedimientos metodológicos

Los costos de la deforestación, medidos en función de las ganancias obtenidas a partir de las varias alternativas de uso de la tierra en la Amazonia —en particular, actividades de tala, ganadería y agricultura estacional y perenne— superan los beneficios de este proceso. Además de estos beneficios por los usos directos, el valor del uso indirecto de los bosques amazónicos se calcula en función de su valor como mecanismo de almacenamiento de carbono y su valor de existencia, sobre la base de estudios ya publicados.

Los beneficios netos (BN) producidos por los bienes y servicios en cuestión constituyen un buen indicador del costo de oportunidad (COP) de mantener el bosque intacto. Por tanto, la regla general del ejercicio de valoración realizado adopta los siguientes fundamentos económicos:

$$BN UD (\text{uso directo}) + BN UI (\text{uso indirecto}) - BN NU (\text{no uso}) = VET (\text{valor económico total}) \quad (1)$$

Pero,

$$COP D (\text{deforestación}) = (BN UI + BN NU) - BN UD \quad (2)$$

o

$$COP C (\text{conservación}) = BN UD - (BN UI + BN NU) \quad (3)$$

Por ende,

$$COP C = - COP D \quad (4)$$

Este razonamiento se fundamenta en la hipótesis de que los beneficios netos equivalen a sus respectivos rendimientos netos, que pueden estimarse calculando las diferencias entre los respectivos valores de la producción bruta y los costos. En este escenario, los costos de oportunidad

de mantener o deforestar el bosque de la Amazonia equivalen a los beneficios netos derivados del uso de los bienes y los servicios ambientales. En este estudio el valor de estos “usos de oportunidad” se mide en función del uso directo (*UD*) o el uso de la tierra (extracción maderera + extracción no maderera + ganadería + agricultura). Se considera que dichos usos corresponden al uso efectivo de la tierra y que tienen el signo opuesto al del uso indirecto (*UI*) (almacenamiento de carbono) y al del no uso (*NU*) o el valor de existencia (*VE*), de conformidad con estudios ya publicados.

Cabe formular otras tres observaciones. La primera toma en cuenta la heterogeneidad de los pastizales de la Amazonia y exige calcular cuál es el uso directo de la tierra en las distintas formaciones de praderas en la región, como otra aproximación al costo de oportunidad de la ganadería. La segunda es que la hipótesis de deforestación se basa en el razonamiento económico de que *COP C* será positivo si *BN UD* supera a *BN UI + BN NU*. La tercera es que un resultado positivo de *COP D* implica que no deforestar la tierra arroja un valor mayor que destinarla a usos alternativos. En este caso, proseguir con el proceso de deforestación da lugar a una enorme distorsión del mercado.

2. Cálculos de beneficios netos

a) Beneficio neto del uso directo (BN UD)

i) Productos madereros

Se desconoce qué superficie de la Amazonia se destina a la explotación maderera, si bien las estimaciones oscilan entre 10.000 km² y 20.000 km² por año (Barreto y otros, 2005). En 2009, los siete estados de la Amazonia Legal produjeron 13 millones de metros cúbicos de madera aserrada autóctona. Esto equivaldría a una producción maderera estimada de 9,46 m³ por hectárea con un valor bruto de producción de 802 reales por hectárea (1.203.000.000/1.500.000), sobre la base de una media de 15.000 km² (1,5 millones de hectáreas) de tierras de la región destinadas a la explotación maderera. En 2009, el costo medio de producción por metro cúbico de madera era de 143,84 reales por hectárea⁵. En precios de 2009, el costo medio de las operaciones de tala (corte, tronzado, deslizamiento y carga de los troncos en camiones) fue de 31 dólares o 61,7 reales por metro cúbico; el costo medio de procesar la madera fue de 41 dólares u 81,6 reales por metro cúbico (Pereira y otros, 2010); y el costo medio según la modalidad de transporte en la Amazonia Legal (transporte fluvial, carreteras pavimentadas y caminos de tierra) fue de 0,23 dólares o 0,46 reales por metro cúbico⁶. Por ende, el beneficio neto de la producción, calculado como valor neto de la producción = valor bruto de la producción (reales) por hectárea – costo medio de producción (reales) por hectárea, equivaldría a 802 reales por hectárea – 133,84 reales por hectárea = 658,16 reales por hectárea.

ii) Productos forestales no madereros (bayas de açai y palmitos)

La baya de açai es un ejemplo de un producto forestal no maderero, no solo por su sólida presencia en el mercado local, sino también porque se ha utilizado de varias maneras en diversas industrias, entre otras, la de cosméticos e higiene personal, la de productos farmacéuticos y médicos y la de alimentos y bebidas. Esto hace de la baya de açai un ejemplo representativo de la manera en que la biodiversidad de la Amazonia genera productos con varias aplicaciones económicas. Posiblemente el ejemplo más conocido de estas aplicaciones es la pulpa fresca y liofilizada y el açai en polvo o seco.

⁵ Promedio de tipo de cambio en 2009: 1,00 dólar = 1,99 reales (Banco Central de Brasil, s/f).

⁶ El costo promedio del transporte es el promedio de los intervalos de confianza definidos para los costos medios de transporte (nivel de probabilidad de 5%, n-1 grados de libertad) informados por Lentini, Veríssimo y Pereira (2005) y ajustados según el tipo de cambio promedio en 2009.

En 2009 la producción total de la fruta de açai en Brasil fue de 115.947 toneladas, de las cuales un 87,4% —101.375 toneladas— correspondieron al estado de Pará. El valor de esta producción fue de 145,4 millones de reales (IBGE, 2010) y representó 166,4 millones de reales para la Amazonia.

Un estudio realizado en la isla de Cumbu (Belén, estado de Pará) para estimar el costo de la producción de açai durante la cosecha (de junio a octubre) indica que el gasto total para una producción media de tres canastas de 28 kg por día es de 40,53 reales⁷. Por ende, el costo de producción para el período de cuatro meses de la cosecha sería de 4.863,60 reales (10 toneladas de bayas de açai; Pinto y otros, 2010). Si el costo total de producción para 10 toneladas de bayas de açai fue de 4.063,60 reales, el costo total para las 101.375 toneladas producidas en el estado de Pará es de unos 49,3 millones de reales, que corresponden a alrededor de 56,4 millones de reales para la Amazonia. Por tanto, el valor neto de la producción (166,4 millones menos 56,4 millones de reales) sería de aproximadamente 110 millones de reales.

La palma de açai, que ocupa unos 10.000 km² (un millón de hectáreas) del estuario del Amazonas, es el árbol comercial más abundante, con usos tanto en la llanura aluvial boscosa como en las planicies (May, Veiga Neto y Chévez Pozo, 2000). Con base en estas cifras, el valor neto de la producción de la baya de açai dividido por la superficie cultivada de esta planta (en hectáreas) arroja un valor de 110 reales por hectárea.

En 2009 el estado de Pará también produjo 4.897 toneladas de palmitos, equivalentes a un 96% del total de la producción brasileña, por un valor de 6,9 millones de reales (IBGE, 2010). Por tanto, esta cantidad será tomada como el valor de referencia para la Amazonia.

Del análisis financiero de una fábrica en Pará que produce 30 toneladas de palmitos por mes (Pollak, Mattos y Uhl, 1996) surge que el costo mensual promedio de la materia prima (palmitos grandes, medianos y pequeños) asciende a 4.302 dólares, equivalentes a 12.960,49 reales, y que el costo mensual de producción (salarios, productos químicos, mantenimiento, fletes, leña, transporte en botes, energía y depreciación) es de 3.086 dólares, o 9.297,09 reales según el tipo de cambio para 2009. Por ende, el costo total de producción de palmitos para 2009 sería de 741,92 reales por tonelada⁸. El costo final de producción sería de 3,6 millones de reales, sobre la base de una producción de 4.897 toneladas de palmitos en 2009. El valor neto de la producción de palmitos (6,9 millones menos 3,6 millones de reales) ascendería a 3,26 millones de reales, es decir, 3,26 reales por hectárea.

iii) Ganadería

En la región de la Amazonia la ganadería es en general extensiva, con predominio de la producción de carne bovina. Esta actividad, responsable de más de dos terceras partes de la deforestación ocurrida en los últimos decenios, da cuenta del cambio más profundo en el uso de la tierra en la Amazonia. En los últimos 20 años, la cantidad de cabezas de ganado prácticamente se ha triplicado (IBGE, 2012), una expansión que obedece a factores tales como la devaluación de la moneda y las mejoras en la producción y los sistemas de trazabilidad, que permitieron erradicar la fiebre aftosa (Nepstad y Stickler, 2008). En los últimos tres decenios, la expansión también ha respondido al creciente reemplazo de los pastizales naturales por pastizales cultivados y al aumento en las tasas de carga ganadera de los pastizales, que superaron el promedio nacional del Brasil (Valentim y Andrade, 2009).

Asimismo, entre 2001 y 2010 también hubo aumentos en el tamaño de los rebaños, en las tasas de matanzas (relación entre la cantidad de ganado sacrificado y el tamaño del rebaño) y en la producción de carne, o lo que de hecho se utiliza del animal en función de su peso (Agra FNP, 2010). Los primeros dos indicadores aumentaron casi un 60%, mientras que el tercero lo hizo en alrededor de un 30%.

⁷ Costo diario de mano de obra: 30,00 reales; costo por depreciación de los materiales: 1,53 reales por cada día de uso; y costo de transporte del açai hasta el punto de venta (el puerto): 9,00 reales (Pinto y otros, 2010).

⁸ Costo medio de la materia prima (8.560,98 reales) más el costo mensual de producción (6.141,14 reales) dividido por 30 toneladas.

En el cuadro 1 figuran los costos y los ingresos anuales (beneficio neto por hectárea de producción de ganado bovino de carne) para municipios seleccionados en los estados de Pará, Tocantins y Mato Grosso. En consecuencia, se toma como valor de referencia la media de dichos valores de costo y el beneficio neto por hectárea, a saber, 100,62 reales por hectárea.

Cuadro 1
Costos e ingresos anuales (beneficio neto)

		Costo anual		Ingreso anual
		R\$/animal	R\$/arroba ^a	R\$/ha
Mato Grosso	Barra do Garças	152	43	120
	Alta Floresta	168	45	116
	Pontes e Lacerda	171	44,8	144
	Poconé	187	61,4	7
Tocantins	Gurupi	142	41,8	87
	Araguaina	167	43,9	124
Pará	Redenção	170	45,6	120
	Paragominas	172	50	87
Media		166,12	46,94	100,62

Fuente: Agra FNP, *Anualpec 2010: Anuário da Pecuária Brasileira*, São Paulo, 2010.

^a Arroba: es una unidad de peso de valor variable; en el Brasil equivale a 12 kg.

Según las estimaciones correspondientes a 2010, en 2009 había 6,06 millones de cabezas de ganado lechero en la región de Amazonia Legal (Agra FNP, 2010). Ese mismo año la región produjo 2.700 millones de litros de leche, a razón de 446,79 litros por vaca por año, con un valor bruto de la producción de 1.700 millones de reales (IBGE, 2010).

A la hora de calcular el valor neto de la producción de leche, se utilizó como uno de los costos de producción la cifra de 0,23 reales por kg/L producido⁹ que surge del estudio que Anualpec realizó en 2010 sobre el gasto en forraje para el ganado lechero. Se utilizó este costo debido a que el forraje, como complemento alimenticio que se da a los animales de pastoreo, es una proporción importante de los costos de producción. Por ende, el costo de producción de 2009, que surge de multiplicar 0,23 reales por kg/L por el volumen de producción lechera (2700 millones de litros), fue de 622,95 millones de reales.

El valor neto de la producción de leche (1.700 millones menos 622,95 millones de reales) es de unos 1.090 millones de reales. Al dividir ese valor por la superficie utilizada como pastizales "limpios"¹⁰, que se considera proporcional a la cantidad de vacas lecheras en hectáreas (alrededor de 10% del total de bovinos), se llega al siguiente resultado: 1.090.000.000 de reales/3.357.149 (33.571.494 x 0,1 = 3.357.149), lo que arroja un valor neto para la producción de leche de 324,68 reales por hectárea.

iv) Tierras para pastizales

En su propuesta, Chomitz y otros (2005) consideran que la diferencia entre el precio de la tierra destinada a la ganadería y el de la tierra destinada a la conservación es un costo de oportunidad. Aquí se utilizó como una primera referencia al calcular el costo de oportunidad. Por tanto, para los valores correspondientes a 2009, en el cuadro 2 figuran los precios de la tierra (reales por hectárea) para diferentes tipos de pastizales en distintas regiones productivas de la Amazonia Legal del Brasil.

⁹ El costo del suplemento forrajero con el concentrado tradicional de harina de maíz y de soja es de 0,227 reales por kg/L de leche (Agra FNP Research, 2011b).

¹⁰ Existen cuatro categorías de pastizales: "limpios" (con poca o ninguna vegetación leñosa); "sucios" (con una importante presencia de hierbajos y arbustos leñosos); pastizales con regeneración (zonas en que el proceso de regeneración de la vegetación autóctona está comenzando); y pastizales de suelo desnudo (INPE, 2011). Los pastizales "limpios" que se usan como referencia en este estudio corresponden a pastizales en proceso de producción.

Cuadro 2
 Costo de la tierra por hectárea para diferentes tipos de pastizales en distintos estados de la Amazonia, 2009
 (Reales por hectárea)

	Acre	Amapá	Amazonas	Maranhão	Mato Grosso	Pará	Roraima	Tocantins	Media
BRL/ha									
Bosque	185	80	238	740	740	740	740	740	387,61
Pastizal cultivado remoto	1 300	740							1 020
Pastizal cultivado de fácil acceso	2 400	900							1 300
Pastizal cultivado									1 877,52
Pastizal autóctono en el Pantanal									467,50
Pastizal autóctono remoto									440
Pastizal autóctono de fácil acceso									483,33
Pastizal cultivado en tierra seca									492
Pastizal autóctono en humedal									1 065,50
Pastizal para cargas ganaderas altas									1 962,44
Pastizal para cargas ganaderas bajas									992,83

Fuente: Agra FNP, Anualpec 2010: Anuário da Pecuária Brasileira, São Paulo, 2010.

El valor medio de los diferentes tipos de pastizal se sustrajo del valor del bosque virgen, como se muestra en el cuadro 3. Las cifras muestran que las diferencias más grandes entre el valor de la tierra virgen y el de la tierra usada para actividades ganaderas se manifestaron cuando estas últimas se usaron como pastizales para cargas ganaderas altas, en general destinados a la producción ganadera lechera (1.574,82 reales) o como pastizales cultivados, en su mayoría para la cría de ganado bovino de carne (1.489,91 reales). Estos valores pueden considerarse como una primera estimación del costo de oportunidad de la ganadería lechera y de bovinos de carne, respectivamente.

Cuadro 3

Diferencia entre el valor de la tierra usada para pastizales y los bosques vírgenes

Tierra con mejoras-bosque	Media	R\$/ha
Bosque	387,61	
Pastizal cultivado remoto	1 020	632,39
Pastizal cultivado de fácil acceso	1 300	912,39
Pastizal cultivado	1 877,52	1 489,91
Pastizal autóctono en el Pantanal	467,50	79,89
Pastizal autóctono remoto	440	52,39
Pastizal autóctono de fácil acceso	483,33	95,72
Pastizal cultivado en tierra seca	492	104,39
Pastizal autóctono en humedal	1 065,50	677,89
Pastizal para cargas ganaderas altas	1 962,44	1 574,82
Pastizal para cargas ganaderas bajas	992,83	605,22
Promedio para todos los tipos de pastizal	1 010,11	622,50

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Agra FNP, *Anualpec 2010: Anuário da Pecuária Brasileira*, São Paulo, 2010.

v) Producción agrícola

Se utilizaron datos del *Anuario de la Agricultura en Brasil, 2011. Brasil Agrarianual* para calcular el beneficio neto (en reales por hectárea) en función de los principales cultivos estacionales y perennes (Agra FNP Research, 2011b). El cálculo se realizó aumentando el costo medio entre un 20% y un 50% para la Amazonia, dependiendo del tipo de cultivo y del alcance espacial de los datos utilizados en cada caso (véase el cuadro 4).

Cuadro 4

Beneficio neto de los principales cultivos estacionales y perennes de la Amazonia, 2009
(Reales y dólares por hectárea)

Cultivos perennes	Reales por hectárea	Reales por hectárea (Amazonia)	Dólares por hectárea (Amazonia)
Plátanos	12 888	7 733	3 885,92
Cacao	3 584	2 151	1 080,90
Pimienta negra	5 821	5 821	2 925,12
Café	4 080	2 448	1 230,15
Coco	8 924	5 354	2 690,45
Maracuyá	22 395	11 197	5 626,63
Árbol de caucho	2 305	1 152	578,89

Cuadro 4 (conclusión)

Cultivos estacionales	Reales por hectárea	Reales por hectárea (Amazonia)	Dólares por hectárea (Amazonia)
Soja	486,21	388,97	195,46
Maíz	379,30	227,58	114,36
Algodón de tierras altas	1 179,62	943,16	473,95
Yuca	2 899,98	1 739,99	874,37
Caña de azúcar	355,31	213,19	107,13
Arroz	431,59	258,95	130,13
Frijoles	1 377,71	826,63	415,39

Fuente: Agra FNP Research, *Anuario de Agricultura en Brasil, 2010. Brasil Agrarianal*, São Paulo, 2011.

Nota: El valor del algodón de tierras altas a 260 arrobas por hectárea es de 1.382 reales, pero se muestra la cifra de 280 arrobas por hectárea para tener en cuenta los mayores costos por hectárea en la Amazonia (el estado de Maranhão es el principal productor).

La cifra para el arroz corresponde al resultado para el arroz de secano, e incluye un costo 40% más alto para la Amazonia. La cifra para los plátanos se refiere a la producción estable alcanzada en el año 4 a 5, e incluye un costo 40% más alto para la Amazonia.

La cifra para el cacao se refiere a la fase de producción a partir del año 10, e incluye un costo 40% más alto para la Amazonia. La cifra para el café (tradicional) se refiere a la fase de producción entre los años 4 y 18, e incluye un costo 40% más alto para la Amazonia.

La cifra para la caña de azúcar se refiere a la quinta cosecha de São Paulo, e incluye un costo 40% más alto para la Amazonia. La cifra para el coco se refiere a la producción estable alcanzada entre los años 11 y 30, e incluye un costo 40% más alto para la Amazonia.

La cifra para los frijoles corresponde a 50 bolsas por hectárea.

La cifra para la yuca se refiere a dos ciclos de 35 toneladas por hectárea. El valor para dos ciclos de 30 toneladas por hectárea es de 4.628,00 reales.

La cifra para el maracuyá se refiere a la producción mediante el método de secano, e incluye un costo 50% más alto para la Amazonia.

La cifra para el maíz se refiere a la primera cosecha, de 6.600 kg por hectárea.

La cifra para el árbol de caucho considera la producción estable entre los años 12 y 27.

La cifra para la soja corresponde a una producción de 2.880 kg por hectárea en el sitio de referencia de Roraima, e incluye un costo de transporte un 20% más alto.

Las medias de los valores de beneficio neto utilizadas para las superficies de 20, 50 y 100 hectáreas son 389,8, 1.044,25 y 1.410,50, respectivamente. El resultado es 18,16 reales por hectárea.

La cifra para la pimienta negra refleja la estimación de Ferreira y otros (2004) sobre la media de los beneficios netos de la producción para los primeros seis años de plantación.

b) Beneficio neto del uso indirecto: BN UI (reservas de carbono)

Las estimaciones de las reservas de carbono de la Amazonia van de aproximadamente 70 a 120 toneladas de carbono (tC) por hectárea (Seroa da Motta, 2000). A los efectos del ejercicio de valoración, en este estudio se usa una media de 100 tC por hectárea para las existencias de carbono de la región, con una pérdida aproximada de 75 millones de tC que se calcula multiplicando 100 tC por hectárea por la tasa de deforestación en la Amazonia Legal en 2009, de unos 7.500 km² (o 750.000 hectáreas).

En 2009, el precio por tonelada de carbono era de 15 dólares —29,85 reales—, según los créditos de carbono vendidos por empresas de la Unión Europea, que en 2008 comercializó 5.000 millones de toneladas de carbono y se considera el mercado de créditos de carbono más grande del mundo¹¹. El valor asociado con el carbono sería de unos 3.000 reales por hectárea, sobre la base de una densidad media de 100 tC por hectárea y un precio máximo de 29,85 reales por tC. Otra alternativa es considerar el precio mínimo, con lo que el resultado sería de 1.500 reales por hectárea. Dichos valores son estimaciones del valor neto calculadas a partir de las reservas de carbono en la Amazonia Legal, y serán tenidos en cuenta en el ejercicio de valoración de este estudio.

¹¹ www.scienceblogs.com.br.

c) Beneficios neto del no uso BN NU (valor de existencia)

Según Seroa da Motta (2002), el valor anual mundial de conservar el bosque de la Amazonia es de 35,8 dólares por hectárea —31 dólares para los países de ingreso alto y 4,4 y 0,3 para los de ingreso medio y bajo, respectivamente— sobre la base de un estudio de Horton y otros (2002)¹².

Sobre la base de una tasa de descuento del 6%, ese valor sería de unos 520 dólares por hectárea a perpetuidad. En este ejercicio de valoración, el valor actual neto de la Amazonia en su estado actual —1.034,80 reales por hectárea— se calcula ajustando ese valor según el tipo de cambio promedio en 2009, que fue de un dólar por 1,99 reales.

d) Costo de oportunidad de la deforestación (conservación)

Sobre la base de los supuestos del ejercicio de valoración, que se expresan en las ecuaciones (1) a (4), el primer paso para cuantificar el costo de oportunidad sería definir los conflictos relativos al uso, es decir, un uso del recurso ambiental que impida otros tipos de uso. Los beneficios (costos) estimados de las actividades de extracción maderera y no maderera, de la ganadería y de la agricultura representan el bienestar que se perdería si se adoptasen prácticas sostenibles de uso de la tierra o si se creasen unidades de conservación a expensas de tales actividades. Este valor se denomina costo de oportunidad de la deforestación.

En el cuadro 5 se recogen las estimaciones de los costos (beneficios) económicos en la Amazonia según los valores netos establecidos tanto para las actividades asociadas con el uso de la tierra —extracción maderera y no maderera, ganadería y agricultura estacional y de cultivos perennes— como para aquellas relativas al almacenamiento de carbono y el valor de existencia para el año 2009.

Cuadro 5

Resumen de las estimaciones del costo de oportunidad total del bosque de la Amazonia
(Dólares y reales)

Valor	Dólares por hectárea	Reales por hectárea
BN VUD		
i) Extracción de plantas		
Madera	330,73	658,16
PFNM	56,91	113,26
ii) Cultivos agrícolas		
Estacionales		
Plátanos	3 386	7 733
Cacao	1 131	2 251
Pimienta negra	2 925	5 821
Café	1 230	2 448
Coco	2 690	5 354
Maracuyá	5 627	11 197
Árbol de caucho	579	1 152
Perennes		
Soja	195	389
Maíz	114	227,6
Algodón de tierras altas	474	943

¹² La metodología usada para estimar este valor se describe en la reseña que se hace en la sección IV de la literatura sobre el valor de existencia asociado con la conservación de la biodiversidad en la región de la Amazonia.

Cuadro 5 (conclusión)

Valor	Dólares por hectárea	Reales por hectárea
Yuca	874	1 740
Caña de azúcar	107	213
Arroz	130	259
Frijoles	416	827
iii) Ganadería		
Bovinos de carne	50,56	100,62
Ganado lechero	163,16	324,68
iv) Tierras para pastizales	622,50	1 010,11
BN VUI		
Almacenamiento de carbono (tC) (Precio máximo)	1 507,54	3 000
Almacenamiento de carbono (tC) (Precio mínimo)	753,76	1 500
BN NU		
Valor de existencia	520	1 034,8

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, la pérdida de bienestar se analiza considerando a la Amazonia como un espacio que presenta conflictos de este tipo en el uso de la tierra. El objetivo es recabar información sobre las dinámicas ecológicas derivadas de las dinámicas económicas de las actividades de producción predominantes, que en definitiva generan diferencias en el uso de la tierra y las modalidades de ocupación. Este análisis también permite definir cuáles son los factores que causan la deforestación, que por su parte contribuye a los cambios en la disponibilidad de los bienes y servicios que brinda el bosque.

Los valores estimados para cada uso directo están contrapuestos, por cuanto un uso particular de una hectárea en principio excluye la posibilidad de otros usos, como sucede en el caso de la ganadería —pastizales— frente a la agricultura; por otro lado, podrían ser valores complementarios si los posibles usos no coinciden en el tiempo, por ejemplo, en los casos de la extracción maderera y la ganadería, o hasta la extracción de productos forestales no madereros (PFNM). En este estudio el uso indirecto y los valores de existencia siempre se consideran valores complementarios. Por tanto, la alternativa más común de explotación y uso con fines económicos de la tierra en la Amazonia —la ganadería (pastizales)— siempre tiene un costo de oportunidad de la deforestación positivo para las diversas combinaciones de usos directos, tal como se indica en el cuadro 6.

Cuadro 6

Costo de oportunidad de la deforestación (conservación) - ganado vacuno
(Reales y dólares)

COP D	Reales por hectárea	Dólares por hectárea
A. BN VUD bovinos (carne) + madera	758,78	381,30
B. BN VUD bovinos (lechero) + madera	982,84	493,89
C. BN VUD bovinos (carne) + madera + PFNM	872,04	438,21
D. BN VUD bovinos (lechero) + madera + PFNM	1 096,10	550,80
E. BN VUD pastizales + madera	1 280,66	643,55
F. BN VUD pastizales + madera + NTPF	1 393,92	700,46
G. BN VUI (C precio máximo)	3 000,00	1 507,54
H. BN VUI (C precio mínimo)	1 500,00	753,80
I. BN NU	1 034,80	520,00

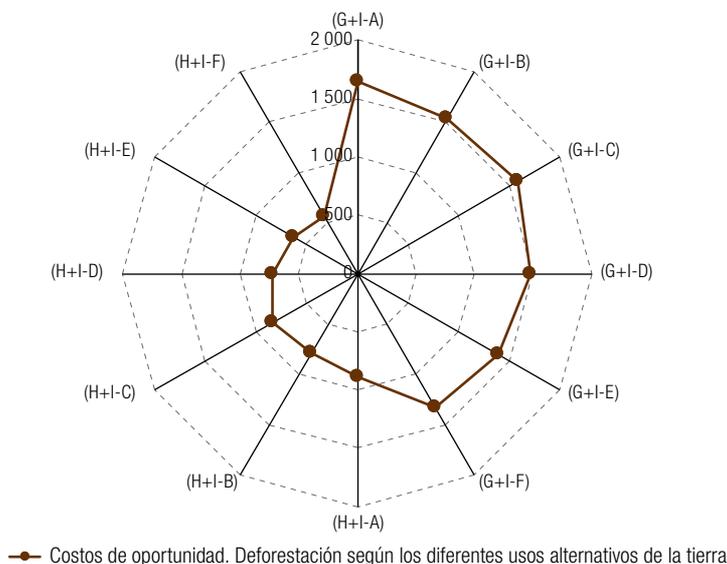
Cuadro 6 (conclusión)

Resultados	Reales por hectárea	Dólares por hectárea
(G+I-A)	3 276,02	1 646,24
(G+I-B)	3 051,96	1 533,65
(G+I-C)	3 162,77	1 589,33
(G+I-D)	2 938,71	1 476,74
(G+I-E)	2 754,00	1 383,92
(G+I-F)	2 640,89	1 327,08
(H+I-A)	1 776,07	892,50
(H+I-B)	1 552,02	779,91
(H+I-C)	1 662,82	835,59
(H+I-D)	1 438,77	723,00
(H+I-E)	1 254,20	630,25
(H+I-F)	1 140,95	573,34

Fuente: Elaboración propia.

De hecho, preservar el bosque en su estado actual, lo que a la vez permitiría almacenar carbono (valor de uso indirecto) a un precio máximo del carbono de 3.000 reales (1.507,54 dólares) por hectárea o a uno mínimo de 1.500 reales (753,76 dólares) por hectárea, y mantener un valor de existencia de 34,80 reales (520 dólares) por hectárea, arroja un total de 4.034,80 reales (2.027,54 dólares) o 2.534,8 reales (1.273,77 dólares). Sin embargo, este valor supera a otras alternativas de explotación ganadera (bovinos de carne + madera; bovinos lecheros + madera; bovinos de carne + madera + PFMN; bovinos lecheros + madera + PFMN; pastizales + madera; pastizales + madera + PFMN), tal como se indica en el cuadro 6 y en el gráfico 1.

Gráfico 1
 Costos de oportunidad de la deforestación (ganadería)
 según los diferentes usos alternativos de la tierra
 (Dólares por hectárea)



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, este resultado contrasta con otros usos de la tierra, por ejemplo, la agricultura. El costo de oportunidad de la deforestación puede ser positivo, como a menudo sucede con los cultivos estacionales; por otro lado, también puede ser negativo, como sucede con los cultivos perennes (véase el cuadro 7). Para los límites máximo y mínimo del precio del carbono, los cultivos perennes registraron un promedio de, respectivamente, 1.697,4 o 943,7 dólares, y (544,5) o (1.300,20) dólares.

Cuadro 7
Costo de oportunidad de la deforestación (conservación) - agricultura

COP D	Reales por hectárea	Dólares por hectárea
J. BN VUD cultivos perennes (promedio)	5 784,00	2 906,50
K. BN VUD cultivos estacionales (promedio)	659,90	330,10
G. BN VUI (C precio máximo)	3 000,00	1 507,54
H. BN VUI (C precio mínimo)	1 500,00	753,80
I. BN NU	1 034,80	520,00
Resultados	R\$/ha	US\$/ha
(G+I-J)	-1 087,5	-546,5
(G+I-K)	3 377,9	1 697,4
(H+I-J)	-2 587,5	-1 300,2
(H+I-K)	1 877,9	943,7

Fuente: Elaboración propia.

La principal conclusión que se extrae de los resultados anteriores es que el uso de la tierra en la Amazonia refleja un tipo de fallo de mercado. Tomando en cuenta el tamaño promedio de los establecimientos agropecuarios (IBGE, 2008) en los estados con las mayores tasas de deforestación, los costos de oportunidad por establecimiento agropecuario son los siguientes¹³: Rondonia (de 36.871,71 a 145.779,12 dólares), Pará: (de 41.599,83 a 164.472,61 dólares); Mato Grosso (de 162.815,10 a 643.719,58 dólares).

VI. Reflexiones finales

El ejercicio de valoración que se describe en este artículo refleja los beneficios netos que reportan los diferentes usos de la tierra, que incluyen alternativas de uso productivo directo como la producción maderera y no maderera, la ganadería y la agricultura. Los usos indirectos y los no usos, que mantienen al bosque intacto y, por ende, son usos de conservación, también reportan beneficios netos. Los valores estimados para cada uso pueden estar contrapuestos, dado que un uso particular en una hectárea en principio excluye la posibilidad de valores de uso distintos o complementarios, o pueden ser complementarios, como sucede con los valores de los usos indirectos y los usos de existencia.

Los resultados demuestran que preservar el bosque en su estado actual, lo que simultáneamente permitiría almacenar carbono (valor de uso indirecto) con un valor de 3.000 reales (1.507,54 dólares) por hectárea y sostener un valor de existencia de 1.034,80 reales (520 dólares), representaría un valor total de 4.034,80 reales (2.027,54 dólares). El valor sube cuanto más densa sea la ocupación y el uso de la tierra en la cuenca de la Amazonia: ganadería en diferentes modalidades de uso de la tierra destinada para pastizales, por ejemplo: bovinos de carne + madera; bovinos lecheros + madera; bovinos de carne + madera + PFNM; bovinos lecheros + madera + PFNM; pastizales + madera; pastizales + madera + PFNM. Esto implica un costo de oportunidad positivo de la deforestación y, por ende, un tipo de fallo del mercado (Stiglitz, 2000).

¹³ Según el censo agropecuario (IBGE, 2010), los tamaños promedio de los establecimientos agropecuarios en los estados brasileños seleccionados son los siguientes: Pará, 109,2 hectáreas; Mato Grosso, 427 hectáreas y Rondonia, 96,7 hectáreas.

Por otro lado, cuando se comparan los diferentes tipos de agricultura para los cultivos estacionales, en general los resultados son los mismos, es decir, un costo de oportunidad positivo de la deforestación. Con relación a los cultivos perennes, en general el costo de oportunidad de la deforestación es negativo.

Por último, es importante hacer hincapié en que los resultados consignados aquí no solo apuntan a una alternativa mejor para el uso de la tierra en la región de la Amazonia; también muestran que la deforestación no solo es un problema económico, sino también ambiental, dado que la vasta mayoría de las actividades que producen deforestación generan costos de oportunidad positivos. Los costos de oportunidad positivos derivados de la deforestación representan un fallo de mercado y producen resultados sociales deficientes.

Bibliografía

- Agra FNP (2010), *Anualpec 2010: Anuário da Pecuária Brasileira*, São Paulo.
- Agra FNP Research (2011a), *Anuario de Agricultura en Brasil, 2011. Brasil Agrarianal*, São Paulo.
- (2011b), *Anuario de Agricultura en Brasil, 2010. Brasil Agrarianal*, São Paulo.
- Almeida, O. T. y C. Uhl (1995), "Identificando os custos de usos alternativos do solo para o planejamento municipal da Amazônia: o caso Paragominas (PA)", *Economia ecológica. Aplicações no Brasil*, P. H. May (org.), Río de Janeiro, Editora Campus.
- Andersen, L. E. (1997), "A cost-benefit analysis of deforestation in the Brazilian Amazon", *Texto para Discussão*, N° 455, Río de Janeiro, Instituto de Investigación Económica Apicada (IPEA).
- Andersen, L. E. y otros (2002), *The Dynamics of Deforestation and Economic Growth in the Brazilian Amazon*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Anderson, A. y E. M. Ioris (2001), "A lógica do extrativismo: manejo de recursos e geração de renda por produtores extrativistas no estuário amazônico", *Espaços e recursos naturais de uso comum*, A. C. Diegues y A. de C. A. Moreira (eds.), São Paulo, Universidad de São Paulo.
- (1992a), "Valuing the rain forest: economic strategies by small-scale forest extractivists in the Amazon estuary", *Human Ecology*, vol. 20, N° 3, Springer.
- (1992b), "The logic of extraction: resource management and income generation by extractive producers in the Amazon estuary", *Conservation of Neotropical Forests: Working from Traditional Resource Use*, K. H. Redford y Ch. Padoch (eds.), Nueva York, Columbia University Press.
- Anderson-Teixeira, K. J. y otros (2012), "Climate-regulation services of natural and agricultural ecoregions of the Americas", *Nature Climate Change*, vol. 2, N° 3.
- Barreto, P. y otros (2005), *Human Pressure on the Brazilian Amazon Forests*, Belém, Instituto de los Recursos Mundiales (WRI)/Instituto del Hombre y el Medio Ambiente de la Amazonia (IMAZON).
- BCB (Banco Central del Brasil) (s/f) [en línea] <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>.
- Boyd, J. y S. Banzhaf (2007), "What are ecosystem services?", *Ecological Economics*, vol. 63, N° 2–3, Amsterdam, Elsevier.
- Câmara, E. P. L. (1996), "Implicações do padrão atual de utilização dos recursos da várzea amazônica na sustentabilidade da reserva de lago", Belém, Universidad Federal de Pará (UFPA).
- Chomitz, K. M. y otros (2005), "Opportunity costs of conservation in a biodiversity hotspot: the case of southern Bahia", *Environment and Development Economics*, vol. 10, N° 3, Cambridge University Press.
- Costa, M. H. y J. A. Foley (2000), "Combined effects of deforestation and doubled atmospheric CO₂ concentrations on the climate of Amazonia", *Journal of Climate*, vol. 13, N° 1, Asociación Meteorológica Estadounidense.
- Dasgupta, P. (1990), "The environment as a commodity", *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 6, N° 1, Oxford, Oxford University Press.
- De Groot, R. S., M. A. Wilson y R. M. J. Boumans (2002), "A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services", *Ecological Economics*, vol. 41, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Embrapa/INPE (Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria/Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales) (2012), "Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia - 2010. Sumário executivo", Brasília.

- Fasiaben, M. C. R. y otros (2009), "Estimativa de aporte de recursos para um sistema de pagamento por serviços ambientais na floresta amazônica brasileira", *Ambiente & Sociedade*, vol. 12, N° 2.
- Fearnside, P. M. (2004), "Environmental services as a basis for the sustainable use of tropical forests in Brazilian Amazonia", *Proceedings of IV Biennial International Workshop "Advances in Energy Studies"*, E. Ortega y S. Ulgiati (eds.), Campinas, Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP).
- (1997), "Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia", *Ecological Economics*, vol. 20, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Ferreira, C. A. y otros (2004), "Coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade", *Cultivo da pimenteira-do-reino na Região Norte*, Maria de Lourdes Reis Duarte, Belém, Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa).
- Fisher, B. y R. K. Turner (2008), "Ecosystem services: classification for valuation", *Biological Conservation*, vol. 141, N° 5, Amsterdam, Elsevier.
- Fisher, B., R. K. Turner y P. Morling (2009), "Defining and classifying ecosystem services for decision making", *Ecological Economics*, vol. 68, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Foley, J. A. y otros (2007), "Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin", *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 5, N° 1, Wiley.
- Glaser, M. y M. Grasso (1998), "Fisheries of a mangrove estuary: dynamics and inter-relationships between economy and ecosystem in Caete Bay, Northeastern Para, Brazil", *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, vol. 14, N° 2.
- Grace, J. y otros (1995), "Carbon dioxide uptake by an undisturbed tropical rain forest in Southwest Amazonia, 1992 to 1993", *Science*, vol. 270, N° 5237, Washington, D.C., Asociación Estadounidense para el Progreso de la Ciencia.
- Grafton, R. Q. y otros (2004), *The Economics of the Environment and Natural Resources*, Oxford, Blackwell Publishing.
- Hecht, S. B. (1992), "Valuing land uses in Amazonia: colonist agriculture, cattle, and petty extraction in comparative perspective", *Conservation of Neotropical Forests: Working from Traditional Resource Use*, K. Redford y C. Padoch (eds.), Nueva York, Columbia University Press.
- Horton, B. y otros (2002), "Evaluating non-user willingness to pay for the implementation of a proposed national parks program in Amazonia: a UK/Italian contingent valuation study", *C SERGE Working Paper*, N° ECM 02-01.
- Houghton, R. A. (2005), "Tropical deforestation as a source of greenhouse gas emissions", *Tropical Deforestation and Climate Change*, P. Moutinho y S. Schwartzman (eds.), Instituto de Investigación Ambiental de la Amazonía (IPAM)/Environmental Defense.
- Houghton, R. A. y otros (2001), "The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates", *Global Change Biology*, vol. 7, N° 7, Wiley.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística) (2012), *Censo Agropecuario 2006. Brasil, grandes regiões, unidades da Federação - Segunda apuração*, Río de Janeiro.
- (2010), *Produção da extração vegetal e da silvicultura, 2009*, Río de Janeiro, vol. 24.
- (2008), *Indicadores de desenvolvimento sustentável*, Río de Janeiro.
- INPE (Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales) (2011), "TerraClass", Belém [en línea] http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php.
- Kahn, J. R. (2005), *The Economic Approach to Environmental and Natural Resources*, Ohio, Thomson South-Western.
- Kaplan, M. A. C. y M. R. Figueiredo (2006), "O valor da diversidade química das plantas", *Dimensões humanas da biodiversidade. O desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI*, I. Garay y B. Becker (orgs.), Petrópolis, Editora Vozes.
- Kaul, I., I. Grunberg y M. A. Stern (1999), *Global Public Goods: International Cooperation in the 21st Century*, Nueva York, Oxford University Press.
- Keller, M., J. Melillo y W. Zamboni de Mello (1997), "Trace gas emissions from ecosystems of the Amazon basin", *Ciência e Cultura*, vol. 49, N° 1/2, São Paulo, enero-abril.
- Lentini, M., A. Verissimo y R. Pereira (2005), "The expansion of logging in the Brazilian Amazon", *State of the Amazon*, N° 2, Belém, Instituto del Hombre y el Medio Ambiente de la Amazonía (IMAZON).
- Lopes, M. A., L. L. Nass e I. S. Melo (2008), "Bioprospeção", *Biotecnologia e Meio Ambiente*, A. Borém y M. P. Giúdice (eds.), Editora Viçosa.
- Malhi, Y. y otros (2008), "Climate change, deforestation and the fate of the Amazon", *Science*, vol. 319, N° 5860, Washington, D.C., Asociación Estadounidense para el Progreso de la Ciencia, enero.

- (1998), “Carbon dioxide transfer over a Central Amazonian rain forest”, *Journal of Geophysical Research*, vol. 103, N° D24, Wiley.
- Marengo, J. A. y A. C. Nobre (2001), “General characteristics and variability of climate in the Amazon Basin and its links to the global climate system”, *The Biogeochemistry of the Amazon Basin*, M. E. McClain, R. Victoria y J. E. Richey (eds.), Oxford, Oxford University Press.
- Margulis, S. (2003), *Causes of Deforestation of the Brazilian Amazon*, Brasilia, Banco Mundial.
- May, P. M., B. Soares-Filho y J. Strand (2013), “How much is the Amazon worth? The state of knowledge concerning the value of preserving Amazon rainforests”, *Policy Research Working Paper*, N° 6688, Washington, D.C., Banco Mundial.
- May, P. H., F. C. Veiga Neto y O. V. Chávez Pozo (2000), “Valoração econômica da biodiversidade”, Brasilia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Muchagata, M. G. (1997), *Forests and People: The Role of Forest Production in Frontier Farming Systems in Eastern Amazonia*, Norwich, Universidad de East Anglia.
- Naidoo, R. y otros (2006), “Integrating economic costs into conservation planning”, *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 21, N° 12, Amsterdam, Elsevier.
- Nepstad, D. y C. Stickler (2008), “Managing the tropical agriculture revolution”, *Journal of Sustainable Forestry*, vol. 27, N° 1-2, Taylor & Francis.
- Nobre, C. A. y L. Borma (2009), “‘Tipping points’ for the Amazon forest”, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 1, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Nobre, C. A., P. J. Sellers y J. Shukla (1991), “Amazonian deforestation and regional climate change”, *Journal of Climate*, vol. 4, N° 10, Asociación Meteorológica Estadounidense.
- Panayotou, T. (1993), “Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development”, *Documento de Trabajo*, N° WP238, Ginebra, Organización Internacional del Trabajo (OIT).
- Pearce, D. W. (1998), *Economics and Environment: Essays on Ecological Economics and Sustainable Development*, Cheltenham, Edward Elgar.
- (1976), *Economía ambiental*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica.
- Pearce, D. y A. Markandya (1987), “Marginal opportunity cost as a planning concept in natural resource management”, *The Annals of Regional Science*, vol. 21, N° 3, Springer.
- Pearce, D. W. y R. K. Turner (1995), *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*, Madrid, Celeste Ediciones.
- Pereira, D. y otros (2010), *Fatos florestais da Amazônia, 2010*, Belém, Instituto del Hombre y el Medio Ambiente de la Amazonía (IMAZON).
- Pessoa, R. y F. R. Ramos (1998), “Avaliação de ativos ambientais: aplicação do método de avaliação contingente”, *Revista Brasileira de Economia*, vol. 52, N° 3, Rio de Janeiro, Fundación Getulio Vargas.
- Phillips, O. y otros (1998), “Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots”, *Science*, vol. 282, N° 5388, Washington, D.C., Asociación Estadounidense para el Progreso de la Ciencia.
- Pigou, A. C. (1946), *La economía del bienestar*, Madrid, Aguilar.
- Pinto, A. y otros (2010), *Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial. Produtos florestais não madeireiros: açaí, andiroba, babaçu, castanha-do-brasil, copaiba e unha-de-gato*, Belém, Instituto del Hombre y el Medio Ambiente de la Amazonía (IMAZON)/Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE).
- Pollak, H., M. Mattos y Ch. Uhl (1996), “O perfil da extração de palmito no estuário amazônico”, *Série Amazônia*, N° 3, Belém, Instituto del Hombre y el Medio Ambiente de la Amazonía (IMAZON).
- Rylands, A. B. y otros (2002), “Amazonia”, *Wilderness: Earth’s Last Wild Places*, R. A. Mittermeier y otros (eds.), Ciudad de México, CEMEX.
- Saatchi, S. S. y otros (2007), “Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin”, *Global Change Biology*, vol. 13, N° 4, Wiley.
- Salati, E. (2001), “O ciclo hidrológico na Amazônia”, *Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia*, V. Fleischesser (ed.), Brasilia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Salati, E. y C. A. Nobre (1991), “Possible climatic impacts of tropical deforestation”, *Climatic Change*, vol. 19, N° 1-2, Springer.
- Sampaio, G. y otros (2007), “Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion”, *Geophysical Research Letters*, vol. 34, N° 17.

- Schneider, R. (1993), "The potential for trade with the Amazon in greenhouse gas reduction", *Laten Dissimination Note*, N° 2, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Seroa da Motta, R. (2002), "Estimativa do custo econômico do desmatamento na Amazônia", Río de Janeiro, Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA).
- _____(2000), "O uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental", Río de Janeiro, Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA).
- SFB/IMAZON (Serviço Forestal Brasileiro)/Instituto del Hombre y el Medio Ambiente de la Amazonía (2010), *A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados*, Belém.
- Stickler, C. M. y otros (2009), "The potential ecological costs and cobenefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region", *Global Change Biology*, vol. 15, N° 12, Wiley.
- Stiglitz, J. E. (2000), *La economía del sector público*, Barcelona, Antoni Bosch.
- Torras, M. (2000), "The total economic value of Amazonian deforestation, 1978-1993", *Ecological Economics*, vol. 33, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Valentim, J. F. y C. M. S. Andrade (2009), "Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira", *Amazônia. Ciência & Desenvolvimento*, vol. 4, N° 8, Banco da Amazônia, enero-junio.
- Warford, J. J. (1987), "Natural resources and economic policy in developing countries", *The Annals of Regional Science*, vol. 21, N° 3, Springer.
- Williamson, O. E. (1989), *Las instituciones económicas del capitalismo*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica.
- WWF-Brasil (2010), "Amazon Alive! A Decade of Discovery: 1999-2009" [en línea] <http://www.wwf.org.br>.

Anexo A1

Cuadro A1.1

Valores asignados a los servicios de los ecosistemas de la Amazonia en diferentes estudios

Tipo de servicios de los ecosistemas	Bioma/región	Valor asignado/Autores	Comentarios
Ecoturismo y pesca deportiva	Bosque amazónico	26 dólares por hectárea (Andersen, 1997)	Amazonia Legal, VAN con una tasa de descuento de 6%
Conservación de los recursos naturales	Amazonia noroccidental	13,34 dólares por mes por persona (Pessoa y Ramos, 1998)	Voluntad de pagar, muchos recursos naturales, estado de Roraima
Pesca artesanal o comercial	Amazonia oriental	30 a 36 dólares por familia por año (Muchagata, 1997)	Productores de Marabá, estado de Pará
	Manglares - PA	66% a 84% del ingreso familiar (Glaser y Grasso, 1999)	Productores de la región oriental del estado de Pará
	Humedal amazónico	909 dólares por familia por año (Câmara, 1996)	Pescador de lago, Santarém, estado de Pará
Servicios locales y regionales de los ecosistemas	Amazonia Legal	1 133 dólares por hectárea (Andersen, 1997)	VAN al 6% - ciclo hidrológico, nutrientes
		390,40 dólares por hectárea (Fearnside, 1997)	VAN a 5% - ciclo hidrológico
Productos forestales no madereros	Amazonia Legal	167 dólares por hectárea (Andersen, 1997)	VAN al 6%
	Amazonia oriental	621,96 a 795,77 dólares por familia por año (Muchagata, 1997)	Incluida la caza y la pesca, Marabá, estado de Pará
	Centro norte	Babaçu: 133,64 dólares por año por familia (Anderson e Ioris, 1992)	Ingresos monetarios y no monetarios, estado de Maranhão
	Humedales del estuario de la Amazonia	3 171,55 dólares por familia por año (Anderson e Ioris, 2001)	Açaí, cacao, caucho, estado de Pará oriental
	Amazonia occidental	1 520 a 2 500 dólares por año por extractor de caucho (Hecht, 1992)	Nueces y caucho del Brasil, estado de Acre
Recursos madereros	Amazonia Legal	1 733 dólares por hectárea (Andersen, 1997)	VAN al 6%
	Amazonia oriental	92 dólares por hectárea por año 379 a 458 dólares por hectárea (Almeida y Uhl)	Resultados financieros al 6% Paragominas, estado de Pará
	Amazonia Legal	25 dólares por hectárea (Anderson y otros, 2002)	Extracción maderera, valores de 1994
	Amazonia Legal	28,5 dólares (Seroa da Motta, 2002)	Extracción maderera, valores de 2000
	Amazonia oriental	95,39 a 138,91 reales por hectárea por año (Margulis, 2003)	
			123 reales por hectárea por año (Fasiaben, 2009)
Beneficios mundiales	Amazonia Legal	198 a 803 dólares por hectárea (Schneider, 1993)	Secuestro de carbono
		1 422 dólares por hectárea (Andersen, 1997)	VAN al 6%, carbono, biodiversidad
		1 819 dólares por hectárea (Fearnside, 1997)	VAN al 5%, carbono, biodiversidad
Valor de existencia		35,8 dólares por hectárea por año (Seroa da Motta, 2002)	
Valor económico total	Amazonia Legal	4 481 dólares por hectárea (Andersen, 1997)	VAN al 6%, costo de la deforestación
	Amazonia Legal	1 175 dólares por hectárea por año: Uso directo (549 dólares); uso indirecto (414 dólares); valor de opción (18 dólares); valor de existencia (194 dólares) (Torras, 2000)	Valores para el año 1993

Fuente: Elaboración propia sobre la base de P. H. May, F. C. Veiga Neto y O. V. Chévez Pozo, "Valoração econômica da biodiversidade", Brasília, Ministerio de Ambiente, 2000; y P. M. May, B. Soares-Filho y J. Strand, "How much is the Amazon worth? The state of knowledge concerning the value of preserving Amazon rainforests", *Policy Research Working Paper*, N° 6688, Washington, D.C., Banco Mundial, 2013.

Nota: VAN: valor actual neto.