

Cómo evalúa Trase la "deforestación causada por commodities" y el "riesgo de deforestación causada por commodities"

Contenidos

Introducción.....	2
Vincular la expansión de los commodities y la deforestación.....	3
Deforestación directa	3
Asignación y períodos de retraso	3
Deforestación histórica y deforestación reciente	4
Cuando una superficie de tierra produce múltiples commodities	4
Indicadores de Trase sobre la deforestación vinculada a la producción y el comercio de commodities	7
Deforestación causada por commodities	7
Riesgo de deforestación causada por commodities	9
Apéndice: Indicadores, fuentes de datos y métodos específicos del contexto	12
Soja argentina	12
Carne vacuna brasileña	14
Soja de Brasil	16
Pollo y cerdo brasileño	18
Aceite de palma de Indonesia	19
Soja paraguaya	20
Carne vacuna paraguaya	22
Referencias	25

Introducción

Trase (www.trase.earth) mapea las cadenas de suministro de commodities con riesgo forestal, como la carne vacuna y la soja, para vincular las jurisdicciones subnacionales de producción, las empresas comerciales y los países de importación. A continuación, Trase evalúa la deforestación asociada a la producción de cada commodity en esas jurisdicciones y la vincula a las cadenas de suministro. Utiliza dos indicadores para poder realizarlo:

1. **La deforestación causada por commodities** (en hectáreas) estima la cantidad de suelo deforestado cada año debido a la expansión de la producción de un determinado commodity. Es una medida *progresiva*, lo que significa que el punto de partida es un episodio de deforestación. A partir de este episodio, Trase determina cuánto del suelo deforestado se dispuso para la producción de commodities. En la plataforma de Trase, esta medida aparece en el mapa y en los perfiles jurisdiccionales.
2. **El riesgo de deforestación causada por commodities** (en hectáreas) estima la exposición de un actor (empresa o país) al riesgo de que el commodity del cual se abastece esté directamente asociado con la deforestación reciente en la región donde se produjo. Se trata de una medida *regresiva*, lo que significa que el punto de partida es la producción del commodity. A partir de esta producción, Trase determina cuánta deforestación reciente se asocia con una zona de producción determinada. Luego, Trase distribuye esta deforestación entre los actores de acuerdo con las cantidades relativas de commodities obtenidos de cada jurisdicción. En la plataforma de Trase, este indicador aparece en los flujos comerciales y en los perfiles de los actores, y en la descarga de datos.

Mientras que ambos indicadores están relacionados con la deforestación asociada a la expansión de la producción de commodities, la **deforestación causada por commodities** *calcula la medida en que la expansión de los commodities está impulsando la deforestación en áreas nuevas, mientras que el riesgo de deforestación causada por commodities* *calcula la medida en que la producción de un determinado commodity está asociada a la deforestación reciente.*

Al presentar estos indicadores, Trase agrega todos los datos sobre la deforestación en cada jurisdicción productora de commodities, por ejemplo, los municipios en Brasil o los departamentos en Argentina. Obtuvimos ambos indicadores utilizando un "período de asignación" predeterminado que varía entre los países y los commodities. Es un período durante el cual la producción de commodities puede vincularse a la deforestación, considerando el tiempo necesario para preparar el suelo después del despeje de bosques. En la figura 1 se ilustran los dos indicadores, y a continuación se explican con más detalle los períodos de asignación y retraso.

Este documento describe en detalle los métodos que utiliza Trase para evaluar la deforestación causada por commodities y el riesgo de deforestación causada por commodities. En primer lugar, explica el enfoque general que Trase utiliza para vincular la deforestación con la expansión de los commodities a lo largo del tiempo y para cada commodity. Luego describe cómo Trase calcula cada indicador. Finalmente, en su apéndice se presentan los conjuntos de datos y los métodos que utiliza Trase para cada país y cada commodity.

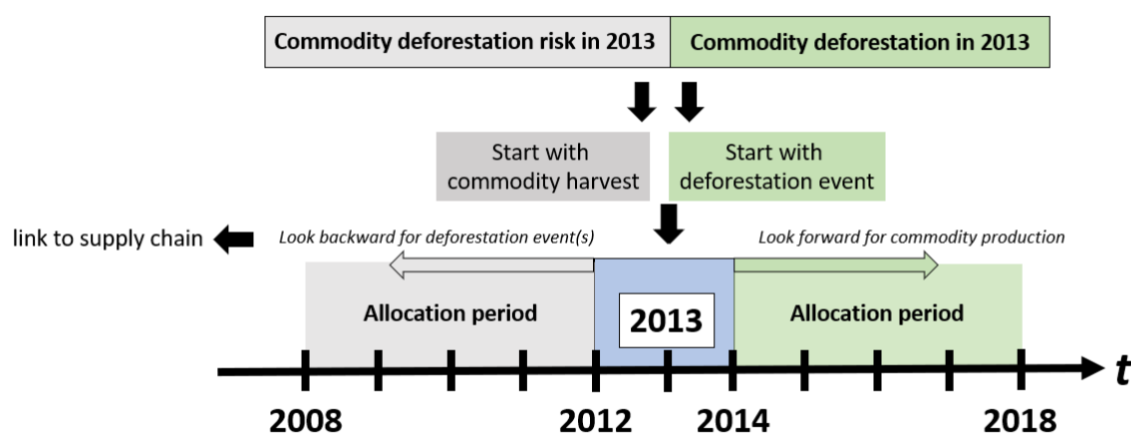


Figura 1: Ilustración sobre cómo Trase evalúa la deforestación causada por commodities o el riesgo de deforestación causada por commodities en 2013 utilizando los métodos presentados en este documento. La deforestación causada por commodities (verde) vincula la deforestación en 2013 a la producción de un commodity durante el siguiente período de asignación de cinco años, suponiendo que la cosecha del commodity se inicie no antes del año siguiente al episodio de deforestación. El riesgo de deforestación causada por commodities (gris) vincula la producción de un commodity en 2013 a la deforestación que ocurrió durante el período de cinco años precedente, suponiendo una vez más que la cosecha del commodity comenzó no antes del año siguiente al episodio de deforestación. El área en azul representa un período de retraso (un año en este ejemplo) entre un episodio de deforestación y el primer año posible de cosecha del commodity (en el caso de la deforestación causada por commodities), o entre el último año posible de deforestación y la cosecha del commodity (en el caso del riesgo de deforestación causada por commodities). En Trase, normalmente utilizamos un período de retraso de un año para los commodities agrícolas y ningún período de retraso para los productos animales.

Vincular la expansión de los commodities y la deforestación

Deforestación directa

La expansión de la producción de commodities puede vincularse tanto directa como indirectamente a la deforestación. Este documento y los dos indicadores —deforestación causada por commodities y el riesgo de deforestación causada por commodities— se centran en la "deforestación directa". Se trata de la deforestación que se produjo con la intención de producir un determinado commodity en los suelos recién despejados. Los efectos indirectos, conocidos generalmente como cambio indirecto del uso del suelo, se producen cuando la expansión de un commodity desplaza a otro, lo que a su vez impulsa una nueva deforestación. Si bien esta "deforestación indirecta" también es importante, actualmente está fuera del alcance de lo que proporciona Trase.

Asignación y períodos de retraso

Las estimaciones de Trase sobre la deforestación directa se basan en "períodos de asignación" típicos que representan el tiempo entre la deforestación inicial de una superficie de suelo y la producción del commodity para el cual se despejó el suelo. Asignamos la nueva deforestación a los commodities agrícolas o al pastoreo de ganado vacuno que se expanden en el suelo recién convertido en *cualquier momento dentro* de este período.

El período de asignación se refiere al tiempo necesario para preparar las tierras deforestadas para la plantación, que puede incluir la preparación del suelo y la autorización. Trase utiliza datos de

detección remota e investigaciones independientes para obtener estos períodos de retraso, que varían según los commodities. En Sudamérica, por ejemplo, se utiliza un período de cinco años para la expansión de la soja o pastoreo (para la ganadería).

Una vez que establecemos el período de asignación entre la deforestación y la producción (por ejemplo, como la siembra de cultivos o el pastoreo), lo utilizamos para determinar qué tipo de deforestación está asociada con la cosecha de un determinado commodity o el sacrificio de ganado en un año determinado.

Además del período de asignación, también consideramos un "período de retraso" que representa el tiempo mínimo necesario entre un episodio de deforestación y la cosecha de un commodity agrícola o el sacrificio de animales (Figura 1). En Trase, normalmente utilizamos un período de retraso de un año para los commodities agrícolas y ningún período de retraso para el sacrificio de animales.

Considerando las definiciones anteriores, la figura 1 muestra que:

- En el caso de la deforestación en 2013, podríamos mirar hacia adelante en el tiempo y vincular la producción de soja a ese tipo de deforestación si la soja se cosechara en cualquier momento en 2014, 2015, 2016, 2017 o 2018 (un período de asignación de cinco años). Este período de asignación de tiempo considera un período de retraso de un año entre el episodio de deforestación y la primera cosecha de soja posible.
- En el caso de la soja producida en 2013, podríamos mirar hacia atrás en el tiempo y vincularla con la deforestación ocurrida en cualquier momento de 2008, 2009, 2010, 2011 o 2012 (los años en los que 2013 cae dentro del período de asignación de cinco años). El período de un año de retraso aún se mantiene, esta vez entre el último episodio de deforestación posible y la soja cosechada en 2013.

Deforestación histórica y deforestación reciente

En gran parte de los trópicos, en las últimas décadas, la vegetación natural cubría la mayor parte de los suelos que ahora producen soja, ganado vacuno, aceite de palma y otros commodities. Es importante evaluar y comprender estas dinámicas a largo plazo, especialmente porque el suelo se despeja y se le da temporalmente un uso relativamente improductivo, como los campos para pastoreo de ganado vacuno de baja productividad, con la intención (especulativa) a largo plazo de darle un uso de suelo más rentable, como es la soja. En esos casos puede ser difícil, si no imposible, separar la expansión del uso final del suelo (como la soja) de los impulsores iniciales de la deforestación.

La deforestación histórica puede vincularse a los usos actuales del suelo utilizando un enfoque contable denominado "amortización", que distribuye la responsabilidad de la deforestación en una zona determinada entre todos los usos del suelo posteriores (dentro de un período determinado, como por ejemplo 10 años), asignando mayor deforestación a los usos del suelo que se produjeron primero en el período.

En cambio, al definir la "deforestación directa", Trase sólo considera la deforestación reciente. No asigna toda la deforestación histórica en una zona determinada de suelo a un commodity producido en ese suelo hoy en día. Los indicadores de la plataforma de Trase se centran en la deforestación directa para evaluar la nueva deforestación y la expansión de los commodities que contribuyen a una determinada cosecha y exportación. Creemos que esta deforestación es una responsabilidad directa de los compradores de commodities, que se benefician directamente del despeje del suelo que permitió el suministro del producto de interés.

Cuando una superficie de tierra produce múltiples commodities

En algunas zonas, una superficie de tierras recientemente deforestadas puede producir más de un commodity. Esto puede suceder en secuencia, como en el caso de la carne vacuna y la soja en muchas partes de Sudamérica, o como una rotación de dos cultivos en el mismo año, como en el caso de la soja y el maíz, como también ocurre en muchas partes de Sudamérica.

La forma en que Trase trata estas situaciones depende de la situación y del objetivo, o bien una evaluación prospectiva de la "deforestación causada por commodities", o una evaluación retrospectiva del "riesgo de deforestación causada por commodities".

Visión prospectiva desde la deforestación a la producción de commodities

Si el objetivo es evaluar la importancia relativa de los distintos commodities en fomentar la deforestación de una zona recién despejada (lo que llamamos "*deforestación causada por commodities*"), entonces tiene sentido asignar cada píxel de deforestación sólo a un impulsor (commodity). En el caso de la tierra que se utiliza temporalmente para pastoreo pero que se convertirá en campos de soja dentro de cinco años, asignamos la soja como el principal impulsor de la deforestación de ese píxel. En el caso de la tierra que se comparte para la producción de commodities, como la soja y el maíz, la tratamos como un combinado de soja/maíz.

Por ejemplo, la tierra deforestada en 2010 y plantada con soja sólo en 2013 se puede considerar que se deforestó para la soja, incluso si la tierra fue ocupada por campos de pastoreo durante uno o más años intermedios (Figura 2).

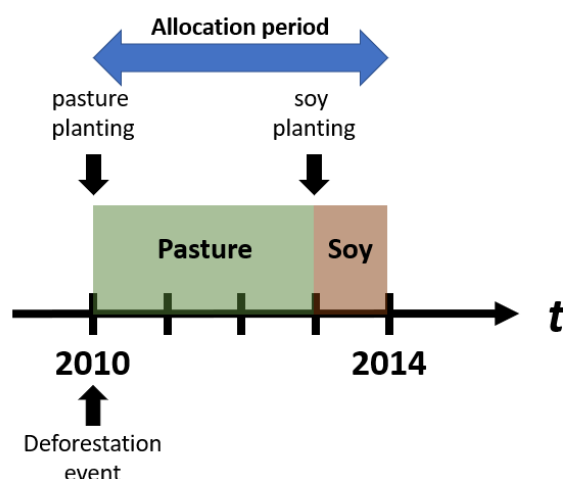


Figura 2: Ejemplo de un período de asignación de cinco años posterior a la deforestación (en 2010), en el que se siembra soja (en 2013). La deforestación de 2010 se asigna a la soja, a pesar de que existieron campos de pastoreo en 2010-2012.

Visión retrospectiva, desde la producción de commodities hasta el episodio de deforestación

Si el objetivo es evaluar el "riesgo de deforestación causada por commodities" asociado con los compradores de dos cultivos que crecen en el mismo suelo en el mismo año (como la soja y el maíz en Brasil), entonces asignamos la totalidad de cualquier tipo de deforestación producida en el período de retraso a las exportaciones de ambos cultivos, en términos de hectáreas de deforestación por tonelada (= tonelada métrica) de exportación.

Por ejemplo, si 100 hectáreas de suelos deforestados produjeran 300 toneladas de soja y 700 toneladas de maíz exportadas a nivel mundial, tanto el indicador de riesgo de deforestación causada por la soja como el de la deforestación causada por el maíz considerarían esas 100 hectáreas.

En el caso del ganado vacuno y la soja, si un área de tierra recientemente deforestada es ocupada por campos de pastoreo durante tres años y luego por soja durante dos años, la deforestación completa de esa área se asigna tanto a los compradores de ganado vacuno (en los tres primeros años) como a los compradores de soja (en el cuarto y quinto año). Este enfoque es necesario para garantizar que la responsabilidad de enfrentar la deforestación se comparta entre todos los compradores de cualquier commodity producido en la tierra dentro del período de asignación desde que se produjo el despeje.

El otro enfoque consistiría en descontar la deforestación causada por el ganado vacuno en tierras que posteriormente se transformen en cultivos de soja dentro del período de asignación (con la condición de que la intención inicial fuera despejar el bosque para cultivar soja, no para ganado vacuno), pero esto diluiría la cantidad de deforestación asociada con la producción y exportación de ganado vacuno, que aún se beneficiaba de la deforestación producida.

La suma de la deforestación de todos los commodities (como en el caso del ganado vacuno y la soja, o la soja y el maíz) que se exportan desde la misma zona y en el mismo período de asignación tiene repercusiones. Puede dar como resultado un número mayor que la cantidad total de deforestación ocurrida, debido al doble conteo de deforestación en tierras que primero se utilizaron para pastoreo de ganado vacuno y luego para la producción de soja.

Esto se debe considerar cuando se observa la deforestación total asociada con un comprador (una empresa o un país) de múltiples commodities para evitar atribuirles niveles artificialmente altos de deforestación. Trase puede proporcionar medidas agregadas de todos los commodities si se solicitan.

Indicadores de Trase sobre la deforestación vinculada a la producción y el comercio de commodities

Los dos objetivos descritos anteriormente (visión regresiva o prospectiva) respaldan los dos principales indicadores proporcionados por Trase: deforestación causada por commodities y riesgo de deforestación causada por commodities.

Deforestación causada por commodities

Como se mencionó en la Introducción, la "deforestación causada por commodities" (en hectáreas) mide la cantidad de suelo que se deforestó cada año para ampliar la producción de un commodity determinado. Es de carácter *prospectivo*, lo que significa que comienza contabilizando la nueva deforestación en un año determinado y evalúa la cantidad de suelo recientemente deforestado que se utiliza, dentro de un período definido de asignación futura, para la producción del commodity de interés.

En el primer ejemplo de la figura 3, comenzamos con un episodio de deforestación en 2014. Luego evaluamos el uso de la tierra deforestada para la producción de soja en el período de asignación de cinco años que comienza con el año siguiente al episodio de deforestación, es decir, 2015-2019 inclusive.

En los años más recientes, donde aún no se dispone de datos para confirmar el uso de suelos recién deforestados, utilizamos una proyección a futuro. Esto se muestra en el segundo ejemplo de la figura 3, donde comenzamos con un episodio de deforestación en 2018. Para evaluar cuánto de esa deforestación se puede atribuir a la producción de soja, se requiere una estimación de la cantidad de tierra deforestada en 2018 que se convierte en soja en 2019-2023 (un período de asignación de cinco años).

Utilizamos una proyección a futuro en cada jurisdicción basada en la proporción de suelo deforestado que se convierte en soja en el último período de cinco años plenamente observado. De este modo, en el caso de la deforestación en 2018, utilizamos la proporción del total de tierras deforestadas en 2014 que se convierte en soja en el período 2015-2019 (considerando el período de retraso de un año entre la deforestación y la primera cosecha posible).

Si no utilizáramos una proyección a futuro basada en las tasas de conversión, o algún otro tipo de simulación, entonces estaríamos subestimando la deforestación causada por commodities en los años más recientes, ya que se dispondría de un período decreciente para observar la conversión de las tierras deforestadas en el commodity de interés. En otras palabras, si 2019 fuera el año actual, entonces la deforestación en 2018 sólo se podría asociar con la producción de commodities en 2019 en los lugares en que la conversión se produjera en el plazo de un año.

A medida que pase el tiempo y se disponga de mayores observaciones tanto de la deforestación como de la producción de commodities (más allá de 2019 en este ejemplo), entonces revisaremos la deforestación causada por commodities debidamente, utilizando nuevas observaciones y tasas de conversión.

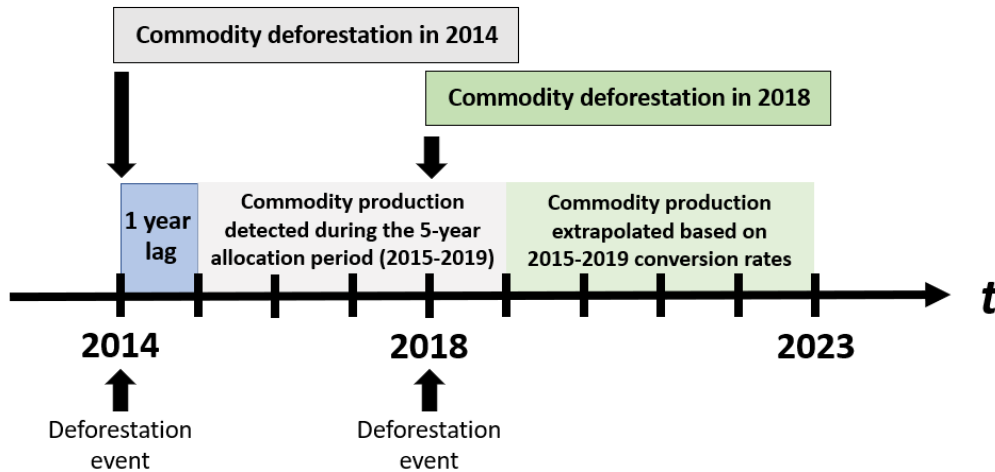


Figura 3: Representación de la deforestación causada por commodities en 2014 y 2018. El indicador es prospectivo. En este ejemplo, el indicador representa la asignación de la deforestación en 2014 o en 2018 al commodity de interés producido durante un período de asignación de cinco años que comienza un año después del episodio de deforestación (período de retraso). Para la deforestación en 2014, determinamos la deforestación causada por commodities utilizando observaciones durante el período de asignación de 2015-2019 (cinco años inclusive). Para la deforestación en 2018 (el año actual en este ejemplo), determinamos la deforestación causada por commodities utilizando un factor de conversión $C_{c,j,y+t}$ (Ecuación 1) de la deforestación directa, ya que no existen observaciones más allá de 2018.

Calculamos la deforestación causada por commodities utilizando la ecuación 1: La deforestación para commodities "c", obtenida de la jurisdicción "j" en el año "y", se obtiene multiplicando la deforestación $D_{j,y}$ (hectáreas) por la tasa de conversión de la deforestación en commodities "c" en $y+t$ años (donde "t" es el período de asignación en años), como $C_{c,j,y+t}$ (%).

$$\text{Deforestación para commodities}_{c,j,y} = \sum_y^{y+t} D_{j,y} \times C_{c,j,y+t} \quad \text{Ecuación 1}$$

En los casos en que el año $y+t$ es un año en el que no se dispone de observaciones (por ejemplo, a partir de 2019), entonces $C_{c,j,y+t}$ se estima utilizando la tasa de conversión del período de asignación más reciente plenamente observado para cada jurisdicción.

Se obtiene el área de deforestación ($D_{j,y}$) y la tasa de conversión ($C_{c,j,y+t}$) utilizando información de detección remota tanto sobre la pérdida de cobertura forestal como sobre la expansión agrícola, con valores agregados a nivel jurisdiccional. En la plataforma Trase, presentamos la deforestación causada por commodities en el mapa y en los perfiles jurisdiccionales (ver el apéndice para obtener detalles sobre el geoprocesamiento y el cálculo para cada commodity y cada país).

Riesgo de deforestación causada por commodities

El riesgo de deforestación causada por commodities (en hectáreas) es la deforestación que se asigna a un actor de la cadena de suministro (una empresa o un país) que obtiene el commodity de una jurisdicción en un año dado. Se define como una medida de riesgo, ya que estima el grado en que un comprador que se abastece de una región específica puede estar expuesto a la deforestación en su cadena de suministro, dado que no disponemos de información a nivel de las granjas sobre sus modalidades precisas de abastecimiento. Esto es distinto de una medida de riesgo de deforestación futura (deforestación de commodities descrita anteriormente).

El riesgo de deforestación causada por commodities es un indicador *retrospectivo*. Compara la superficie de producción asociada a una cosecha y exportación específicas de un commodity de interés con la deforestación reciente (dentro del período de asignación) que ha contribuido directamente a la producción de esa cosecha. A continuación, Trase distribuye esta deforestación entre los actores que se abastecen de la jurisdicción para obtener una medida de riesgo que estima la medida en que un comprador que se abastezca de esa jurisdicción puede estar expuesto a la deforestación en su cadena de suministro.

Trase distribuye la deforestación entre estos actores utilizando la Ecuación 2: El riesgo de deforestación causada por commodities (en hectáreas) se define para el actor "a" y commodity "j" que se obtiene de la jurisdicción "j" en el año "y." Depende de $D_{c,j,y}$ como la suma de la deforestación (hectáreas) durante el período de asignación $D_{c,j,y}$ en años), las exportaciones del actor "a" $Exp_{a,c,j,y}$ (toneladas) y la producción de commodities $Prod_{c,j,y}$ (toneladas).

$$\text{Riesgo de deforestación causada por commodities}_{a,c,j,y} = \frac{1}{t} \frac{Exp_{a,c,j,y}}{Prod_{c,j,y}} \sum_{y-t}^y D_{c,j,y} \quad \text{Ecuación 2}$$

Mientras que la producción de commodities puede obtenerse de las estadísticas oficiales, y las exportaciones por jurisdicción se obtienen de los mapas de la cadena de suministro de Trase, la deforestación ($D_{c,j,y}$) se obtiene mediante un análisis espacial. En los casos en que no se prevé que la cosecha o el sacrificio de ganado y la exportación sucedan el mismo año, consideramos un período adicional de retraso entre el último año de posible deforestación (por ejemplo, 2017) y la exportación (cosecha y exportación de soja en 2018) (Figura 4).

Por ejemplo, si una empresa se abastece de 500 toneladas de soja de un municipio brasileño que produce 1000 toneladas, y en el que 800 hectáreas de deforestación pueden estar directamente vinculadas a la producción de soja, el riesgo de deforestación causada por la soja para esa empresa en ese municipio es de 400 hectáreas (50 % del total). Para permitir comparaciones entre los actores que se abastecen de volúmenes muy diferentes de un commodity, una medida relativa del riesgo de deforestación son las hectáreas por tonelada de exportaciones.

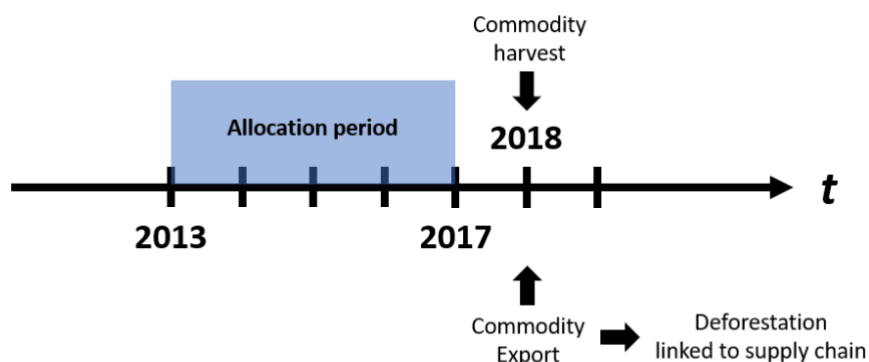


Figura 4: Representación del riesgo de deforestación causada por commodities para las exportaciones de commodities en 2018. El indicador es retrospectivo. Primero, la deforestación se asigna al commodity cosechado y exportado en 2018, si la conversión del bosque en commodity se produjo en los cinco años de asignación anterior (2013-2017 inclusive), considerando un período de un año de retraso entre la plantación y la cosecha del commodity. Trase agrega la deforestación total a nivel jurisdiccional antes de distribuirla entre los actores de la cadena de suministro de las exportaciones de 2018. La participación de cada actor en esta deforestación es directamente proporcional a su participación en las exportaciones totales de commodities.

Suma del riesgo de deforestación causada por commodities en el espacio y el tiempo

El riesgo de deforestación asociado a la cosecha y la exportación de años inmediatamente anteriores o posteriores se basa en la superposición de períodos de asignación. Utilizando la soja como ejemplo, esto significa que un solo píxel de deforestación ocurrida, por ejemplo, en 2010, se asigna a la soja cosechada en ese suelo en cada uno de los años, por ejemplo, 2013, 2014 y 2015. En este sentido, el único píxel de deforestación se cuenta más de una vez. Sumar la deforestación total asignada a las exportaciones de soja de una sola parcela de tierra a lo largo de los años daría como resultado, por lo tanto, una superficie mayor que la superficie deforestada en un comienzo (tres veces en este ejemplo).

Si el objetivo es evaluar la deforestación total vinculada a la soja cosechada y exportada en un solo año para un solo comprador, entonces tiene sentido sumar la deforestación observada a lo largo de todo el período de asignación. No obstante, si el objetivo es comparar los cambios en el riesgo de deforestación asociado a las exportaciones de soja a lo largo del tiempo, entonces tiene más sentido asignar cada píxel de deforestación a las exportaciones una sola vez (y por lo tanto evitar el doble conteo de la deforestación a lo largo de los años de exportación).

Para poder ajustarlo y considerar el problema de la doble contabilización de los píxeles de deforestación a lo largo del tiempo, Trase anualiza el riesgo de deforestación para cada año y para cada región dividiendo el total por el período de asignación (en otras palabras, cinco años en el caso de la soja en Sudamérica; ver el Apéndice para detalles de otros commodities).

Caso especial: Riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno

Siguiendo la definición anterior de riesgo de deforestación causada por commodities, el "riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno" (en hectáreas) es la deforestación asignada a un actor de la cadena de suministro de carne vacuna (empresa, país). Según la definición anterior, es una medida *retrospectiva*. Debe considerar tanto un período de asignación entre la deforestación y el pastoreo como la vida útil del animal. Para calcular el riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno, seguimos los dos pasos descritos a continuación.

1. Estimación de la deforestación para el ganado vacuno

El primer paso es estimar la superficie de conversión directa de los suelos deforestados convertidos en campos de pastoreo, mirando hacia atrás en el tiempo, considerando tanto el período de asignación de deforestación causada por el pastoreo (cinco años en Sudamérica), como la vida del ganado vacuno (también cinco años en Sudamérica). Esto significa que estimamos la deforestación causada por el pastoreo en un período de cinco años previo a la exportación de carne vacuna. En otras palabras, para cada año de los cinco años de vida del animal, realizamos una evaluación anual de la conversión directa del bosque en campos de pastoreo, utilizando un período de asignación de cinco años (Figura 5). A continuación, agregamos los resultados a nivel de jurisdicción, y luego a lo largo de la vida del animal para proporcionar una medida de deforestación para el ganado que se utilizará en el paso 2.

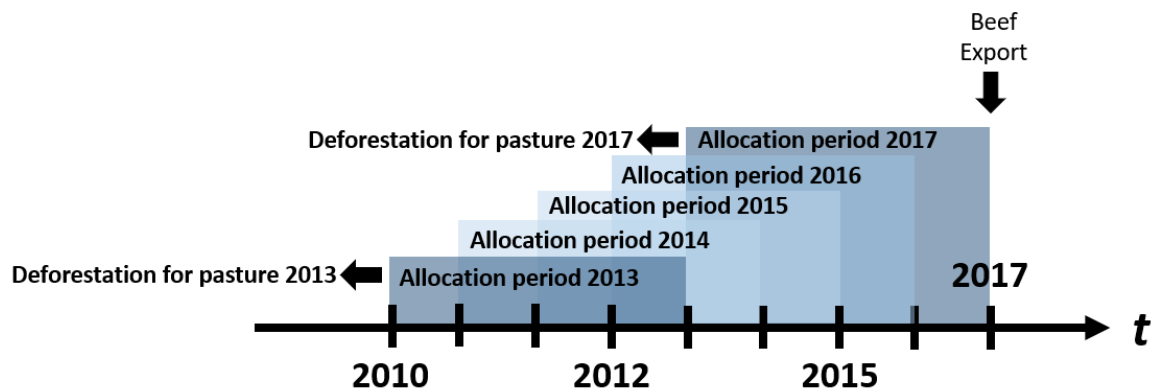


Figura 5: Ejemplo de cálculo de la deforestación para el ganado vacuno, como primer paso para calcular el riesgo de deforestación para el ganado vacuno. En un período de cinco años previo a 2017 (el año de exportación de la carne vacuna), estimamos la deforestación para pastoreo utilizando un período de asignación de cinco años (en azul) para proporcionar la deforestación anual para pastoreo entre 2013 y 2017. La deforestación para el ganado vacuno es entonces la suma de la deforestación para pastoreo en cada uno de los cinco años anteriores al año de exportación de la carne vacuna (2013-2017).

2. Deforestación causada por el ganado vacuno por tonelada de carcasa y riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno

Utilizamos la ecuación 3 para calcular la deforestación causada por el ganado vacuno (hectáreas por tonelada de carcasa) en la jurisdicción "j" y el año "y", como $D_{C,j,y}$, dividiendo la deforestación para el ganado vacuno $D_{P,j,y}$ (hectáreas) por la producción anual de ganado vacuno (toneladas de carcasa y achuras) $C_{j,y}$.

$$D_{C,j,y} = \frac{D_{P,j,y}}{C_{j,y}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Cuando se compara con la ecuación 2, $D_{C,j,y}$ representa la proporción $\frac{1}{Prod_{C,j,y}} \sum_{y-t}^y D_{C,j,y}$.

Calculamos la producción de ganado vacuno por jurisdicción y por año ($C_{j,y}$) usando la ecuación 4, donde $H_{j,l}$ (cabezas) es el tamaño del rebaño en la jurisdicción "j" a lo largo de la vida del ganado vacuno, $S_{j,y}$ es la tasa de sacrificio en la jurisdicción "j" y el año "y", y CW_j (toneladas por cabeza) es el peso de la carcasa en la jurisdicción "j".

$$C_{j,y} = \sum_l H_{j,l} S_{j,y} CW_j \quad \text{Ecuación 4}$$

A continuación, calculamos el riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno utilizando la ecuación 2, multiplicando el peso total de las carcasas que cada actor exporta por la deforestación causada por el ganado vacuno por tonelada de carcasa.

Apéndice: Indicadores, fuentes de datos y métodos específicos del contexto

En las siguientes páginas se proporciona mayor información sobre las fuentes de datos y los métodos que utiliza Trase en cada contexto (commodity y país de producción). No incluimos esta información para el café colombiano (no hay deforestación).

Soja argentina

Conjuntos de datos utilizados

Conjuntos de datos	Fuentes de los datos	Cobertura del conjunto de datos
Extensión del cultivo de soja	*Global Land Analysis & Discovery (GLAD); University of Maryland https://glad.umd.edu/	2000/2001 a 2018/2019 (anual)
Uso y cobertura de la tierra	*Humboldt-Universität zu Berlin (HBU), Conservation Biogeography Lab	2010-2018 (anual)

* Próxima publicación

Parámetros utilizados

Período de asignación: Cinco años

Período de retraso entre la deforestación y la cosecha de soja: Un año

Período de retraso entre la cosecha de soja y la exportación: Ninguno

Período de exportación: 2016-2018

Geoprocesamiento

Mapa del aumento de la deforestación

Creamos un mapa del aumento de la deforestación específico para el Chaco (30 mt de resolución) utilizando una "máscara de vegetación"¹ construida a partir de la recolección de imágenes de uso y cobertura del suelo de la HBU durante el período 2003-2009. Primero, reclasificamos las nueve clases de datos en tres:

- Uso del suelo
- Vegetación *sensu lato* (sentido amplio)

¹ La máscara de vegetación es la cobertura vegetal en un año determinado. Idealmente, la máscara de vegetación debería contener sólo el bosque primario, pero en la práctica también puede incluir áreas con crecimiento de vegetación secundaria. La máscara de vegetación delimita el área que podría ser deforestada, la que comparamos con los mapas de deforestación anual para evitar contar la misma deforestación más de una vez. Debido a que la máscara está diseñada para describir sólo la vegetación primaria, no permite la incorporación de nuevas áreas de vegetación (debido a la reforestación, por ejemplo), lo que significa que el método supone una disminución de la vegetación total a lo largo del tiempo.

- Vegetación *sensu stricto* (sentido estricto)

La clase "uso del suelo" es una reclasificación del pastoreo y la soja, mientras que las dos clases de "vegetación" incluyen clases combinadas de vegetación primaria. La vegetación *sensu lato* y *sensu stricto* difieren en los casos de extracción selectiva de vegetación (por ejemplo, tala de bosques), que sólo se incluye en la "vegetación *sensu lato*".

Seguimos dos reglas al crear la máscara de vegetación:

1. **Estabilidad de la clase de vegetación:** Si un píxel dado se clasificó como "vegetación" para parte de la serie temporal, y luego se detectó como "deforestado" antes de volver como "vegetación", no usamos ese píxel para componer la máscara de vegetación.
2. **La presencia obligatoria de la clase *sensu stricto*:** Sólo incluimos un píxel clasificado como vegetación *sensu lato* en la máscara de vegetación, si es que previamente estaba clasificado como vegetación *sensu stricto* (para reducir la ocurrencia de casos falsos positivos de deforestación). Implementamos esta regla ya que la conversión de vegetación *sensu stricto* a *sensu lato* puede representar casos iniciados, pero no consolidados, de deforestación.

Luego utilizamos la máscara de vegetación para identificar los aumentos anuales de deforestación, basados en la superposición de la máscara de vegetación (2003-2009) con las clases de suelos de cultivo y de pastoreo identificadas para el año 2010 en adelante.

Indicadores de deforestación

Primero procesamos los mapas anuales de la extensión de la soja (30 mt de resolución) para eliminar fragmentos de menos de cinco hectáreas, antes de asignarles a los mapas una cobertura anual de soja para compararla con los mapas de aumento de la deforestación anual:

- Mirando hacia adelante desde el año de la deforestación para estimar la **deforestación causada por la soja**: Comparamos los mapas de aumento de la deforestación en el año "y" con la conversión total de suelos deforestados por causa de la soja en el período siguiente de cinco años (Ecuación 1).
- Mirando hacia atrás en el tiempo desde el año de la cosecha y exportación de la soja para estimar el **riesgo de deforestación causada por la soja**: Comparamos la cobertura total de soja en el año "y" con los mapas históricos de aumento de la deforestación durante el período previo de cinco años (Ecuación 2).

En ambos casos, utilizamos un período de asignación de cinco años para reflejar el tiempo necesario para preparar el suelo después de la deforestación, incluyendo los procesos de adquisición, preparación y venta de la tierra antes de sembrar la soja. El análisis de los datos sobre la expansión de la soja en suelos deforestados sugiere un máximo en el año 5 después del despeje original. Asumimos que la plantación de soja demora alrededor de un año después de un episodio de deforestación, y también asumimos un período de un año entre la deforestación y la cosecha y exportación de la soja.

Deforestación causada por la soja

Comparamos los píxeles de deforestación en el año "y" con la extensión total anual de la soja durante el período de asignación siguiente de cinco años (hasta $y+5$), siguiendo la ecuación 1. Debido a la falta de observaciones directas en los cinco años siguientes al período 2015-2018, obtuvimos la deforestación causada por la soja extrapolando la conversión de suelo deforestado para cultivos de soja ($C_{c,j,y+t}$) de 2014. Luego sumamos la deforestación causada por la soja a nivel de

departamento argentino y la presentamos en la plataforma de Trase en el mapa y en los perfiles de jurisdicción.

Riesgo de deforestación causada por la soja

Primero, comparamos la extensión de la soja en el año "y" con la deforestación en los cinco años previos para obtener la deforestación para la siembra de soja sumada para cada departamento argentino ($\sum_{y-t}^y D_{c,j,y}$ en la ecuación 2). Luego calculamos el riesgo de deforestación causada por la soja utilizando la ecuación 2, multiplicando la deforestación para la soja en cada departamento por el volumen de soja que cada actor exportó desde el departamento, anualizado en el período ($\frac{1}{t}$ en la ecuación 2). En la plataforma de Trase, mostramos el riesgo de deforestación causada por la soja en los flujos comerciales interactivos y los perfiles de los actores.

Carne vacuna brasileña

Conjuntos de datos utilizados

Conjuntos de datos	Fuentes de los datos	Cobertura del conjunto de datos
Extensión de los campos de pastoreo	MapBiomas vs. 4.0 — class 15 www.mapbiomas.org/en	1985-2018 (anual)
Deforestación	INPE Prodes Amazon http://terrabilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments	1998-2019 (anual)
	INPE Prodes Cerrado http://terrabilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments	2000-2012 (cada dos años); 2013-2019 (anual)
	SOS-Mata Atlantica www.sosma.org.br	2000-2005 (cada seis años); 2006-2008 (cada tres años); 2008-2010 (cada dos años); 2011-2016 (anual)
	SOS-Pantanal www.sospantanal.org.br	2003-2008 (cada seis años); 2009-2016 (cada dos años); 2017 (anual)

Parámetros utilizados

Período de asignación: Cinco años

Período de retraso entre la deforestación y el sacrificio: Ninguno

Período de retraso entre el sacrificio y la exportación: Ninguno

Período de exportación: 2015-2017

Geoprocesamiento

Mapas del aumento de la deforestación

Creamos un mapa de aumento de la deforestación anual combinando la deforestación de la Amazonia, el Cerrado, la Mata Atlántica y el Pantanal (30 mt de resolución). En los casos en que no se contaba con datos anuales (por ejemplo, para los años anteriores de la serie temporal del Cerrado o para la Mata Atlántica), obtuvimos la media anual de deforestación dividiendo la deforestación por píxel por el plazo entre dos conjuntos de datos de deforestación (expresado como porcentaje).

Indicadores de deforestación

Asignamos mapas anuales de la extensión de los campos de pastoreo (30 mt de resolución) como cobertura de pastoreo para compararlos con los mapas de aumento de la deforestación anual:

- Mirando hacia adelante desde el año de la deforestación para estimar la **deforestación causada por el pastoreo**: Comparamos los mapas de aumento de la deforestación en el año "y" con la conversión total de la deforestación para campos de pastoreo en los próximos cinco años, siguiendo la ecuación 1.
- Mirando hacia atrás en el tiempo desde el año del sacrificio y exportación del ganado vacuno para estimar el **riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno**: Comparamos el área de pastoreo en el año "y" con los mapas históricos de aumento de la deforestación en los cinco años anteriores, siguiendo la ecuación 2, antes de asignar la deforestación al período de vida del ganado vacuno (Ecuaciones 3 y 4).

Asumimos que el año de sacrificio del ganado vacuno sería el mismo año de exportación de la carne vacuna.

Deforestación causada por el pastoreo

Comparamos los píxeles de deforestación en el año "y" con la extensión total anual de los campos de pastoreo durante el período de asignación siguiente de cinco años (hasta $y+5$), utilizando la ecuación 1. Por ejemplo, para calcular la deforestación causada por el pastoreo en 2014, multiplicamos la deforestación en 2014 por la conversión total a campos de pastoreo ($C_{c,j,y+t}$ en la ecuación 1) en el período 2015-2019 en un municipio brasileño determinado. Debido a la falta de observaciones directas en años más cercanos al presente (2015 a 2018), obtuvimos la deforestación causada por el pastoreo extrapolando la conversión de la deforestación a campos de pastoreo ($C_{c,j,y+t}$) de 2014. La deforestación causada por el pastoreo finalmente se suma y se presenta en la plataforma de Trase en el mapa y los perfiles de jurisdicción, a nivel de los municipios brasileños.

Riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno

Suponemos un ciclo de vida del ganado vacuno de cinco años en Brasil debido a que el rebaño de ganado vacuno en su conjunto tiene una tasa de producción de alrededor del 20 % (Barbosa et al. 2015; ABIEC 2018). Por lo tanto, en la práctica el rebaño se reemplaza cada cinco años. Para las exportaciones de 2017, por ejemplo, calculamos la deforestación para el ganado vacuno (hectáreas) en el período 2013-2017.

Calculamos la deforestación causada por el ganado vacuno por tonelada de carcasa en cada municipio siguiendo las ecuaciones 3 y 4. Utilizamos estimaciones específicas de año y de estado de la tasa de sacrificio "S" (Ecuación 4), calculada como el número de cabezas de ganado vacuno sacrificadas por estado, dividido por el tamaño del rebaño por estado (IBGE 2015; IEG FNP Agribusiness 2019), considerando los movimientos interestatales hasta el sacrificio.

En el caso de São Paulo, donde nuestros cálculos subestimaron la producción, corregimos la tasa de sacrificio a 0,4072 en base a las estimaciones del IEA (Instituto de Economía Agrícola brasileño)

(2018) y Dias (2007). Utilizamos los datos a nivel estatal sobre los pesos de las carcasas dividiendo la producción total de carcasas de ganado vacuno por estado por el número de cabezas sacrificadas para el período 2015-2017 (IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística], 2019). En Amapá, no se dispone de los pesos de las carcasas del estado, por lo que utilizamos el promedio nacional (0,234 toneladas por cabeza).

Calculamos el riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno utilizando la ecuación 2, multiplicando el volumen del peso de las carcasas que cada actor exportó por la deforestación causada por el ganado vacuno por tonelada de carcasas.² El indicador se agrega a nivel de municipio brasileño y se muestra en los flujos comerciales interactivos de Trase y en los perfiles de los actores.

Soja de Brasil

Conjuntos de datos utilizados

Conjuntos de datos	Fuentes de los datos	Cobertura del conjunto de datos
Extensión del cultivo de soja	*Global Land Analysis & Discovery (GLAD); University of Maryland https://glad.umd.edu/	2000/2001 a 2018/2019 (anual)
Deforestación	INPE Prodes Amazon http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments	1998-2019 (anual)
	INPE Prodes Cerrado http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments	2000-2012 (cada dos años); 2013-2019 anual)
	SOS-Mata Atlantica www.sosma.org.br	2000-2005 (cada seis años); 2006-2008 (cada tres años); 2008-2010 (cada dos años); 2011-2016 anual)
	SOS-Pantanal www.sospantanal.org.br	2003-2008 (cada seis años); 2009-2016 (cada dos años) 2017 (anual)

* Próxima publicación

Parámetros utilizados

Período de asignación: Cinco años

Período de retraso entre la deforestación y la cosecha de soja: Un año

Período de retraso entre la cosecha de soja y la exportación: Ninguno

Período de exportación: 2004-2018

Geoprocesamiento

² Se debe considerar que el riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno podría incluir doble contabilización con la soja, porque el mismo suelo podría haber sido utilizado para la soja en el período de cinco años.

Mapa del aumento de la deforestación

Creamos un mapa de aumento de la deforestación anual (30 mt de resolución) combinando la deforestación de la Amazonia, el Cerrado, la Mata Atlántica y el Pantanal. En los casos en que no se contaba con datos anuales (por ejemplo, para los años anteriores de la serie temporal del Cerrado y para la Mata Atlántica), obtuvimos la media anual de deforestación dividiendo la deforestación por píxel por el plazo entre dos conjuntos de datos de deforestación.

Indicadores de deforestación

Primero procesamos los mapas anuales de la extensión de la soja (30 mt de resolución) para eliminar los fragmentos de menos de 20 hectáreas, antes de asignarles a los mapas una cobertura de soja para compararla con los mapas de aumento de la deforestación anual:

- Mirando hacia adelante desde el año de la deforestación para estimar la **deforestación causada por la soja**: Comparamos los mapas de aumento de la deforestación en el año "y" con la conversión total de suelos deforestados por causa de la soja en el período siguiente de cinco años (Ecuación 1).
- Mirando hacia atrás en el tiempo desde el año de la cosecha y exportación de la soja para estimar el **riesgo de deforestación causada por la soja**: Comparamos la cobertura total de soja en el año "y" con los mapas históricos de aumento de la deforestación durante el período previo de cinco años (Ecuación 2).

En ambos casos, utilizamos un período de asignación de cinco años para reflejar el tiempo necesario para preparar el suelo después de la deforestación, incluyendo los procesos de adquisición, preparación y venta de la tierra antes de sembrar la soja. El análisis de los datos sobre la expansión de la soja en suelos deforestados sugiere un máximo en el año 5 después del despeje original. Asumimos que la plantación de soja demora alrededor de un año después de un episodio de deforestación, y también asumimos un período de un año entre la deforestación y la cosecha y exportación de la soja.

Deforestación causada por la soja

Comparamos los píxeles de deforestación en el año "y" con la extensión total anual de la soja durante el período de asignación siguiente de cinco años (hasta $y+5$), siguiendo la ecuación 1. Por ejemplo, para calcular la deforestación causada por la soja en 2014, multiplicamos la deforestación en 2014 por la conversión total a cultivos de soja ($C_{c,j,y+t}$ en la ecuación 1) en el período 2015-2019 en un municipio brasileño determinado. Debido a la falta de observaciones directas en años más cercanos al presente (2015 a 2018), obtuvimos la deforestación causada por la soja extrapolando la conversión de la deforestación a cultivos de soja ($C_{c,j,y+t}$) de 2014. Luego sumamos la deforestación causada por la soja a nivel de municipios brasileños y la presentamos en la plataforma de Trase en el mapa y en los perfiles de jurisdicción.

Riesgo de deforestación causada por la soja

Primero, comparamos la extensión de la soja en el año "y" con la deforestación en los cinco años anteriores para obtener la deforestación para la soja sumada para cada municipio brasileño ($\sum_{y-t}^y D_{c,j,y}$ en la ecuación 2). Luego calculamos el riesgo de deforestación causada por la soja utilizando la ecuación 2, multiplicando la deforestación para la soja en cada municipio por el volumen de soja que cada actor exportó desde el municipio y anualizado en el período $\left(\frac{1}{t}\right)$ en la

ecuación 2). Trase muestra el riesgo de deforestación causada por la soja en los flujos comerciales interactivos y los perfiles de los actores.

Pollo y cerdo brasileño

Conjuntos de datos utilizados

Conjuntos de datos	Fuentes de los datos	Cobertura del conjunto de datos
Deforestación	INPE Prodes Amazon http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments	1998-2019 (anual)
	INPE Prodes Cerrado http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments	2000-2012 (cada dos años); 2013-2019 anual)
	SOS-Mata Atlantica www.sosma.org.br	2000-2005 (cada seis años); 2006-2008 (cada tres años); 2008-2010 (cada dos años); 2011-2016 anual)
	SOS-Pantanal www.sospantanal.org.br	2003-2008 (cada seis años); 2009-2016 (cada dos años) 2017 (anual)
Riesgo de deforestación causada por la soja	Como derivado de la soja brasileña (ver más arriba)	2015-2018

Parámetros utilizados

Período de retraso entre la deforestación y el sacrificio: Ninguno

Período de retraso entre el sacrificio y la exportación: Ninguno

Período de exportación: 2015-2018

Riesgo de deforestación causada por la soja para piensos

Obtuvimos el riesgo anual de deforestación causada por la soja para los piensos consumidos tanto por pollos como por cerdos por derivación del riesgo de deforestación causada por la soja de Brasil vinculado al consumo interno de Brasil. Obtuvimos el origen de la soja para cada municipio de producción de pollos y cerdos a través la optimización de las distancias mediante una programación lineal, utilizando lo siguiente:

- Soja para consumo interno, disponible en el mapa de la cadena de suministro subnacional de Trase de las exportaciones de soja brasileña
- Demanda de soja para todos los tipos de producción animal, incluyendo pollo, cerdo, carne vacuna, huevos, lácteos y acuicultura (el consumo agregado de soja por animal y por año está disponible en el Sindicato Nacional de la Industria de Alimentos para Animales, y obtuvimos la producción de cada animal por municipio del IBGE).

- Demanda de alimento de soja para producción de pollos y cerdos, tanto para la exportación como para el consumo interno.

Asumimos que el año del sacrificio de los animales sería el mismo año de exportación del pollo o cerdo.

Aceite de palma de Indonesia

Conjuntos de datos utilizados

Conjuntos de datos	Fuentes de los datos	Cobertura del conjunto de datos
Extensión de la palma aceitera	Gunarso et al. (2013) http://www.tropenbos.org/file.php/1343/4_oil_palm_and_land_use_change_gunarso_et_al.pdf	2000, 2005 y 2010
	Ministerio de Agricultura de Indonesia (2016 y 2019)	2016 y 2018
Deforestación	Global Forest Change (University of Maryland) https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.3.html	2001-2018 (anual)

Parámetros utilizados

Período de asignación: Tres años para la deforestación causada por la palma aceitera; cuatro años para el riesgo de deforestación causada por la palma aceitera

Período de retraso entre la cosecha y la exportación de la palma aceitera: Ninguno

Período de exportación: 2015

Geoprocesamiento

Deforestación territorial

Creamos mapas anuales de deforestación territorial (30 m de resolución; 2001-2018) utilizando el área con más del 90 % de cobertura forestal en el año 2000 (según Global Forest Change; Universidad de Maryland), del cual eliminamos las áreas de vegetación clasificadas en 2000 como plantaciones de palma aceitera por Gunarso et al. (2013). Utilizamos los mapas anuales de deforestación territorial resultantes como máscara de vegetación para obtener los indicadores de deforestación (ver nota al pie de página sobre la soja argentina para la descripción de una máscara de vegetación).

Indicadores de deforestación

Luego, comparamos los mapas de extensión de palmas con los mapas de deforestación territorial:

- Mirando hacia adelante desde el año de la deforestación para estimar la **deforestación causada por la palma aceitera**: Comparamos los mapas de deforestación en el año "y" con la conversión total de suelos deforestados por causa de la palma aceitera después de tres años, siguiendo la ecuación 1.

- Mirando hacia atrás en el tiempo desde el año de la cosecha y exportación de aceite de palma para estimar el **riesgo de deforestación causada por la palma aceitera**: Comparamos la cobertura total de la palma aceitera en el año "y" con los mapas históricos de deforestación territorial en los tres y cuatro años anteriores, siguiendo la ecuación 2.

El período de asignación entre la deforestación y los mapas de plantaciones de palma aceitera fue de tres años para la deforestación causada por la palma aceitera. Para estimar el riesgo de deforestación causada por la palma aceitera, utilizamos el promedio de los períodos de asignación de tres y de cuatro años. Asumimos que el año de la cosecha sería el mismo año de exportación de la palma aceitera.

Deforestación causada por la palma aceitera

Calculamos la deforestación causada por la palma aceitera superponiendo la cobertura de las plantaciones de palma aceitera en 2018 con la deforestación territorial en 2015. Luego sumamos el área resultante a nivel de distrito (*kabupaten*) y la presentamos en el mapa de Trase y en los perfiles de jurisdicción.

Riesgo de deforestación causada por la palma aceitera

Calculamos el riesgo de deforestación causada por la palma aceitera considerando dos períodos de asignación (tres y cuatro años) de deforestación para la palma, lo que significa que las exportaciones de aceite de palma en 2015 están asociadas con la deforestación en 2011 y 2012, promediada entre estos dos años para una tasa anualizada.³ A continuación, utilizamos estos resultados para obtener el riesgo de deforestación causada por la palma aceitera utilizando la ecuación 2, multiplicando la deforestación para la palma aceitera en cada distrito por el volumen de aceite de palma que cada actor exportó desde ese distrito. El indicador se agrega a nivel de distrito (*kabupaten*) y se muestra en los flujos comerciales interactivos de Trase y en los perfiles de los actores.

Soja paraguaya

Conjuntos de datos utilizados

Conjuntos de datos	Fuentes de los datos	Cobertura del conjunto de datos
Extensión del cultivo de soja	*Global Land Analysis & Discovery (GLAD); University of Maryland https://glad.umd.edu/	2000/2001 a 2018/2019 anual
Deforestación y uso y cobertura de la tierra	WWF (Bosque Atlántico)	2009-2016 anual
	*Humboldt-Universität zu Berlin (HBU), Conservation Biogeography Lab	2010-2018 anual

* Próxima publicación

Parámetros utilizados

Período de asignación: Cinco años

Período de retraso entre la deforestación y la cosecha de soja: Un año

³ Si bien 2013 y 2014 también pertenecen al período de cuatro años anterior a las exportaciones de 2015, no se dispone de mapas de esos años.

Período de retraso entre la cosecha de soja y la exportación: Ninguno

Período de exportación: 2015-2018

Geoprocesamiento

Mapas del aumento de la deforestación

Obtuvimos [de WWF] un mapa del aumento anual de la deforestación en toda la ecorregión (30 mt de resolución) para la Mata Atlántica, pero tuvimos que crear dicho mapa para el Chaco utilizando la colección de imágenes de uso y cobertura de la tierra de la HBU.

Creamos un mapa del aumento de la deforestación específico para el Chaco (30 mt de resolución) utilizando una máscara de vegetación construida a partir de la recolección de imágenes de uso y cobertura del suelo durante el período 2003-2009. Primero, reclasificamos las nueve clases de la recolección de datos en tres:

- Uso del suelo
- Vegetación *sensu lato*
- Vegetación *sensu stricto*

La clase "uso del suelo" es una reclasificación de terrenos de pastoreo y soja, mientras que las clases de "vegetación" incluyen clases combinadas de vegetación nativa. La vegetación *sensu lato* y *sensu stricto* difieren de los casos de extracción selectiva de vegetación (por ejemplo, tala de bosques), que sólo se incluye en el "*sensu lato*".

Seguimos dos reglas al crear la máscara de vegetación:

1. **Estabilidad de la clase de vegetación:** Si un píxel dado se clasificó como "vegetación" para parte de la serie temporal, y luego se detectó como "deforestado" antes de volver como "vegetación", no usamos ese píxel para componer la máscara de vegetación. Ver nota al pie de página sobre la soja argentina para la descripción de una máscara de vegetación.
2. **La presencia obligatoria de la clase *sensu stricto*:** Sólo incluimos píxeles clasificados como vegetación *sensu lato* en la máscara de vegetación si previamente estaban clasificados como vegetación *sensu stricto* (para reducir la ocurrencia de casos falsos positivos de deforestación). Implementamos esta regla ya que la conversión de vegetación *sensu stricto* a *sensu lato* puede representar casos iniciados, pero no consolidados, de deforestación.

Luego utilizamos la máscara de vegetación para identificar los aumentos anuales de deforestación, basados en la superposición de la máscara de vegetación (2003-2009) con las clases de suelos de cultivo y de pastoreo identificadas para el año 2010 en adelante.

Indicadores de deforestación

Primero procesamos los mapas anuales de la extensión de la soja (30 mt de resolución) para eliminar fragmentos de menos de cinco hectáreas, antes de asignarles a los mapas una cobertura anual de soja para compararla con los mapas de aumento de la deforestación anual:

- Mirando hacia adelante desde el año de la deforestación para estimar la **deforestación causada por la soja**: Comparamos los mapas de aumento de la deforestación en el año "y"

con la conversión total de suelos deforestados por causa de la soja en el período siguiente de cinco años (Ecuación 1).

- Mirando hacia atrás en el tiempo desde el año de la cosecha y exportación de la soja para estimar el **riesgo de deforestación causada por la soja**: Comparamos la cobertura total de soja en el año "y" con los mapas históricos de aumento de la deforestación durante el período previo de cinco años (Ecuación 2).

En ambos casos, utilizamos un período de asignación de cinco años para reflejar el tiempo necesario para preparar el suelo después de la deforestación, incluyendo los procesos de adquisición, preparación y venta de la tierra antes de la siembra de la soja. El análisis de los datos sobre la expansión de la soja en suelos deforestados sugiere un máximo en el año 5 después del despeje original. Asumimos que la plantación de soja demora alrededor de un año después de un episodio de deforestación, y también asumimos un período de un año entre la deforestación y la cosecha y exportación de la soja.

Deforestación causada por la soja

Comparamos los píxeles de deforestación en el año "y" con la extensión total anual de la soja durante el período de asignación siguiente de cinco años (hasta $y+5$), siguiendo la ecuación 1. Por ejemplo, para calcular la deforestación causada por la soja en 2014, multiplicamos la deforestación en 2014 por la conversión total a cultivos de soja ($C_{c,j,y+t}$ en la ecuación 1) en el período 2015-2019 en un departamento paraguayo determinado. Debido a la falta de observaciones directas en años más cercanos al presente (2015 a 2018), obtuvimos la deforestación causada por la soja extrapolando la conversión del suelo deforestado a cultivos de soja ($C_{c,j,y+t}$) de 2014. Luego sumamos la deforestación causada por la soja a nivel de departamento paraguayo y la presentamos en la plataforma de Trase en el mapa y en los perfiles de jurisdicción.

Riesgo de deforestación causada por la soja

Existe una ligera discrepancia entre la producción de soja estimada utilizando los mapas anuales de extensión de la soja y las estadísticas oficiales informadas por el Ministerio de Agricultura de Paraguay, las que utilizamos para obtener el mapa de la cadena de suministro de Trase. Para obtener el $\sum_{y-t}^y D_{c,j,y}$ de riesgo de deforestación causada por la soja de la ecuación 2, primero calculamos una tasa fija de deforestación para la producción de soja en cada departamento utilizando la detección remota. Luego multiplicamos esta tasa por las estadísticas oficiales de producción de soja para obtener la deforestación para la soja de las estadísticas oficiales. Luego seguimos con la ecuación 2, multiplicando el valor de la deforestación para la soja en cada departamento por el volumen de soja que cada actor exporta desde el departamento, anualizado en el período ($\frac{1}{t}$ en la ecuación 2). En la plataforma de Trase, mostramos el riesgo de deforestación causada por la soja en los flujos comerciales interactivos y los perfiles de los actores.

Carne vacuna paraguaya

Conjuntos de datos considerados

Conjuntos de datos	Fuentes de los datos	Cobertura del conjunto de datos
Extensión de los campos de	*Humboldt-Universität zu Berlin, Conservation Biogeography Lab	2003-2018 anual

pastoreo		
Uso y cobertura de la tierra	*Humboldt-Universität zu Berlin (HBU), Conservation Biogeography Lab	2010-2018 anual

* Próxima publicación

Parámetros utilizados

Período de asignación: Cinco años

Período de retraso entre la deforestación y el sacrificio: Ninguno

Período de retraso entre el sacrificio y la exportación: Ninguno

Período de exportación: 2015-2018

Geoprocesamiento

Mapas del aumento de la deforestación

Creamos un mapa del aumento de la deforestación específico para el Chaco (30 mt de resolución) utilizando una máscara de vegetación construida a partir de la recolección de imágenes de uso y cobertura del suelo de la HBU durante el período 2003-2009 (ver nota al pie de página sobre la soja argentina para la descripción de una máscara de vegetación). Primero, reclasificamos las nueve clases de datos en tres:

- Uso del suelo
- Vegetación *sensu lato*
- Vegetación *sensu stricto*

La clase "uso del suelo" es una reclasificación de terrenos de pastoreo y soja, mientras que las dos clases de "vegetación" incluyen clases combinadas de vegetación nativa. La vegetación *sensu lato* y *sensu stricto* difieren de los casos de extracción selectiva de vegetación (por ejemplo, tala de bosques), que sólo se incluye en el "*sensu lato* y *sensu stricto*".

Seguimos dos reglas al crear la máscara de vegetación:

1. **Estabilidad de la clase de vegetación:** Si un píxel dado se clasificó como "vegetación" para parte de la serie temporal, y luego se detectó como "deforestado" antes de volver como "vegetación", no usamos ese píxel para componer la máscara de vegetación.
2. **La presencia obligatoria de la clase *sensu stricto*:** Sólo incluimos píxeles clasificados como vegetación *sensu lato* en la máscara de vegetación si es previamente estaban clasificados como vegetación *sensu stricto* (para reducir la ocurrencia de casos falsos positivos de deforestación). Implementamos esta regla ya que la conversión de vegetación *stricto sensu* a *sensu lato* puede representar casos iniciados, pero no consolidados, de deforestación.

Luego utilizamos la máscara de vegetación para identificar los aumentos anuales de deforestación, basados en la superposición de la máscara de vegetación (2003-2009) con las clases de suelos de cultivo y de pastoreo identificadas para el año 2010 en adelante.

Indicadores de deforestación

Primero procesamos los mapas anuales de la extensión de los campos de pastoreo (30 mt de resolución) para eliminar fragmentos de menos de cinco hectáreas, antes de asignarles a los mapas una cobertura anual de campos de pastoreo para compararla con los mapas de aumento de la deforestación anual:

- Mirando hacia adelante desde el año de la deforestación para estimar la **deforestación causada por el pastoreo**: Comparamos los mapas de aumento de la deforestación en el año "y" con la conversión total de suelos deforestados para campos de pastoreo en los cinco años siguientes, siguiendo la ecuación 1.
- Mirando hacia atrás en el tiempo desde el año del sacrificio y exportación del ganado vacuno para estimar el **riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno**: Comparamos el área de pastoreo en el año "y" con los mapas históricos de aumento de la deforestación en los cinco años previos, siguiendo la ecuación 2, antes de asignar la deforestación al período de vida del ganado vacuno (Ecuaciones 3 y 4).

Asumimos que el año de sacrificio del ganado vacuno sería el mismo año de exportación de la carne vacuna.

Deforestación causada por el pastoreo

Comparamos los píxeles de deforestación en el año "y" con la extensión total anual de los campos de pastoreo durante el período de asignación siguiente de cinco años (hasta $y+5$), siguiendo la ecuación 1. Debido a la falta de observaciones directas en los cinco años siguientes al período 2014-2018, obtuvimos la deforestación causada por el pastoreo extrapolando la conversión de la deforestación a campos de pastoreo ($C_{c,j,y+t}$) de 2014. Luego sumamos la deforestación causada por el pastoreo a nivel de departamento paraguayo y la presentamos en la plataforma de Trase en el mapa y en los perfiles de jurisdicción.

Riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno

Obtuvimos la deforestación causada por el ganado vacuno por tonelada para cada departamento de Paraguay siguiendo las ecuaciones 3 y 4, utilizando un ciclo de vida del animal de cinco años, y donde:

- $H_{j,t}$ (cabezas) es el tamaño del rebaño en el departamento "j" durante el ciclo de vida del ganado vacuno (obtenido del Ministerio de Agricultura de Paraguay).
- $S_{j,y}$ es la tasa de sacrificio para un departamento específico "j" en el año "y" (obtenido de SENACSA [Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal], como 0,175 en 2016 y 0,181 en 2017).
- CW_j es el peso de carcasa (se supone que es una constante de 0,250 toneladas por cabeza en todo Paraguay).

Luego, calculamos el riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno utilizando la ecuación 2, tomando el peso de carcasa total que cada actor exportó y multiplicándolo por la deforestación causada por el ganado vacuno por tonelada de carcasa.⁴ El indicador se agrega a nivel del

⁴ Se debe considerar que el riesgo de deforestación causada por el ganado vacuno podría incluir doble contabilización con la soja, porque el mismo suelo podría haber sido utilizado para la soja en el período de cinco años.

departamento paraguayo y se muestra en los flujos comerciales interactivos de Trase y en los perfiles de los actores.

Referencias

- ABIEC. (2018). *Perfil da Pecuária no Brasil: 2018*. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC), São Paulo, Brazil. <http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>
- Dias, F. (2007). *Produção de carne no Brasil*. Presentation at 3rd 'BMF and Famato' Seminar, Cuiabá, Brazil (26 June 2007). www.assocon.com.br/pdf/prod_carne_br_cuiaba.pdf
- Barbosa, F.A., Soares Filho, B. S., Merry, F. D., de Oliveira Azevedo, H., Costa, W. L. S., Coe, M.T., da Silveira Batista, E., Maciel, T. C., Sheepers, L. C., de Oliveira, A. R. and Rodrigues, H. O.(2015). *Cenários para a Pecuária de Corte Amazônica*. Universidade Federal de Minas Gerais, (Belo Horizonte, Brazil. http://csr.ufmg.br/pecuaria/wp-content/uploads/2015/03/relatorio_cenarios_para_pecuaria_corte_amazonica.pdf
- Gunarso, P., Hartoyo, M. E., Agus, F., Killeen, T. J. (2013). Oil palm and land use change in Indonesia, Malaysia, and Papua New Guinea. En los *Informes de los Paneles Técnicos del 2do Grupo de Trabajo sobre los Gases de Efecto Invernadero de la Mesa Redonda sobre el Aceite de Palma Sustentable (RSPO)*. Killeen, T. J. and Goon, J. (eds). Roundtable on Sustainable Palm Oil, Kuala Lumpur, Malaysia. 29–63. http://www.tropenbos.org/file.php/1343/4_oil_palm_and_land_use_change_gunarso_et_al.pdf
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O. and Townshend, J. R. G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342. 850–853. DOI: [10.1126/science.1244693](https://doi.org/10.1126/science.1244693)
- IBGE. (2015). Pesquisa Pecuária Municipal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=784>
- IBGE. (2019). Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=downloads>
- IEG FNP Agribusiness. (2019). *ANUALPEC - Anuário da Pecuária Brasileira 2019*. IEG FNP Agribusiness, São Paulo, Brazil.
- IEA. (2018). Estimativa da Produção Animal no Estado de São Paulo para 2018. Instituto de Economia Agrícola. <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14514>