



CRHIAM

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

ANID/FONDAP/1523A0001

IMPLICANCIAS DE LA APROPIACIÓN DE PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD AGROFORESTAL



IMPLICANCIAS DE LA APROPIACIÓN DE PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD AGROFORESTAL

Por Steven Hidalgo, estudiante Doctorado en Ciencias con mención en Recursos Naturales Renovables, Universidad del Bío-Bío; Yannay Casas-Ledón, investigadora asociada CRHIAM; y Patricio Neumann, investigador adjunto CRHIAM.

Versión impresa ISSN 2735-7929

Versión en línea ISSN 2735-7910

Este documento debe citarse como:

Hidalgo, S., Casas-Ledón, Y., Neumann, P. 2025. Implicancias de la apropiación de productividad primaria neta para la sustentabilidad de la actividad agroforestal. Policy Brief CRHIAM, Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (ANID/FONDAP/1523A0001). ISSN 2735-7929 (versión impresa), ISSN 2735-7910 (versión online), No. 29, 6 pp. Disponible en: <https://www.crhiam.cl/publicaciones/policy-briefs/>

- La agricultura y silvicultura son fundamentales para la economía de Chile. Sin embargo, estas actividades provocan importantes presiones en el ambiente debido al cambio de uso de suelo y a la reducción de los flujos energéticos presentes naturalmente en los ecosistemas.
- La Apropiación Humana de Producción Primaria Neta (AHPPN) es un marco de análisis que permite estimar la intensidad de la actividad agroforestal en una zona definida y los flujos de carbono que extrae dicha actividad desde los ecosistemas terrestres. El análisis de la AHPPN entrega información relevante para el desarrollo de políticas públicas orientadas a un desarrollo más sustentable.

PRODUCCIÓN AGROFORESTAL Y REDUCCIÓN DE FLUJOS ENERÉTICOS

En la actualidad, la producción agroforestal (agricultura y la silvicultura) resulta controversial en términos de sustentabilidad. Si bien, por una parte estas actividades impactan positivamente en el cumplimiento de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como el hambre cero (ODS 2) y el crecimiento económico (ODS 8), traen consigo efectos negativos al estado de los ecosistemas y, por ende, a aquellos objetivos vinculados con la protección del medio ambiente (como el ODS 15).

Entre los efectos negativos hacia los sistemas ecológicos destacan dos puntos de especial importancia: (1) la pérdida y fragmentación del hábitat debido al cambio de uso de suelo, y (2) una significativa alteración de la cantidad de carbono fijado por la actividad fotosintética que está disponible como sustento para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres. Este último efecto es una parte inseparable de la actividad agroforestal, considerando que la biomasa extraída por el ser humano para satisfacer sus necesidades en forma de alimento y fibras, reduce necesariamente el carbono disponible en el ecosistema y que sustenta energéticamente a toda la biodiversidad existente.

ESTIMACIÓN DE LOS FLUJOS DE CARBONO MEDIANTE EL INDICADOR DE APROPIACIÓN HUMANA DE PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA (AHPPN)

La Apropiación Humana de Producción Primaria Neta (AHPPN) es un indicador que incorpora dentro de su análisis el flujo de carbono introducido en los sistemas socioeconómicos como fuente de alimento (por ejemplo, los cereales) y energía (por ejemplo, la madera), y el carbono que se pierde por cambios de uso de suelo, es decir, por reemplazar la biomasa pristina que crecería en condiciones naturales en lugar de cultivos agroforestales.

Para obtener la AHPPN, se requiere estimar al menos los siguientes componentes:

- **Producción Primaria Neta Potencial:** Es la cantidad de carbono [kg carbono/m².año] que se generaría sin intervención humana en las condiciones meteorológicas específicas del lugar.
- **Producción Primaria Neta Actual:** Es la cantidad de carbono total producido en el lugar intervenido durante el desarrollo de la actividad agroforestal.
- **Producción Primaria Neta Cosechada:** Es la cantidad de carbono cosechado en forma de alimento o fibras, la cual tiene un valor económico y social.

A partir del cálculo de los indicadores anteriores es posible estimar la cantidad de biomasa perdida por el cambio de uso del suelo y la cantidad de biomasa remanente que queda después de la cosecha (por ejemplo, en las raíces), siendo ambos componentes importantes del análisis.

FLUJOS DE CARBONO APROPIADOS POR EL SISTEMA AGROFORESTAL EN LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE

Investigaciones realizadas por los autores han cuantificado la AHPPN a distintas escalas espaciales en la zona centro-sur de Chile. A nivel comunal, el porcentaje de carbono apropiado con respecto a la Producción Primaria Neta Potencial en sistemas agrícolas y forestales es en promedio un 81,5%, mostrando el alto nivel de intervención que estas actividades generan sobre el ecosistema terrestre.

En términos comparativos, es importante mencionar que actividades como la producción de cereales y frutales provocan una alta pérdida de flujos de carbono por cambios de uso de suelo, a diferencia de la actividad forestal. A esto se le suma una alta generación de carbono residual, en forma de paja y residuos de poda que en muchos casos no son aprovechados o reintegrados al ecosistema.

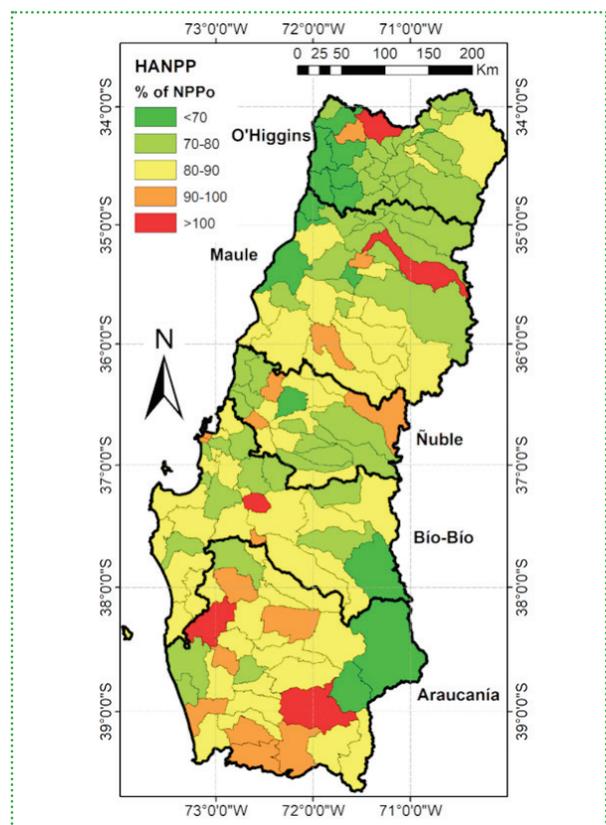


Figura. 1. Porcentaje de HANPP en las 149 comunas de la zona Centro-Sur de Chile (O'Higgins a la Araucanía).

APROPIACIÓN DE PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA EN EL CONTEXTO DE LA BIOECONOMÍA

Considerando que el análisis de la AHPPN muestra que la apropiación de carbono, tanto en sistemas agrícolas como forestales puede ser significativa, es importante considerar los efectos que promover políticas de desarrollo agroforestales puede tener sobre el medio ambiente. A modo de ejemplo, durante los últimos años la noción de *bioeconomía* ha tomado gran relevancia como una estrategia para impulsar un desarrollo económico que se aleje de nuestra dependencia actual de los combustibles fósiles.

Si bien existen distintas definiciones de este concepto, en términos generales puede entenderse como un modelo económico basado en el consumo y producción de bienes derivados de recursos biológicos, obtenidos principalmente desde actividades agrícolas y forestales. Este modelo ha sido apoyado recientemente por distintas organizaciones y agrupaciones gremiales de Chile y el mundo, incluyendo al Colegio de Ingenieros Forestales¹ de nuestro país.

Si bien cambiar hacia un modelo basado en la bioeconomía puede generar una reducción en las emisiones de carbono a la atmósfera, es muy probable que su implementación resulte en una intensificación de la actividad agroforestal y una mayor AHPPN. Debido a esto, una política de desarrollo forestal y agrícola basado en los principios de la bioeconomía debe considerar la capacidad de carga de los ecosistemas para proveer la biomasa y energía necesaria para las actividades humanas, realizando análisis rigurosos de los flujos de carbono y evaluando los impactos que dichas actividades y sus cadenas de suministro tienen sobre el medioambiente.

CONSIDERACIONES FINALES

La reducción de los flujos de carbono causada por la HANPP puede resultar en alteraciones significativas en patrones y procesos fundamentales de los ecosistemas. Determinar el porcentaje que es apropiado por el ser humano permite una aproximación de la presión que diversas actividades como la agrícola y forestal provocan en el medio ambiente.

Considerando que en la zona centro-sur de Chile la actividad agroforestal alcanza niveles de apropiación de casi tres cuartas partes del carbono que se podría producir en condiciones naturales y sin intervención, resulta fundamental la generación de políticas públicas que fomenten prácticas agroforestales que reduzcan el cambio de uso de suelos y que fomenten un uso más eficiente de la biomasa.

Esto es particularmente importante en el contexto de la bioeconomía, cuya implementación a gran escala implicaría una intensificación de la actividad agroforestal, lo que se traduce en potenciales pérdidas de carbono por los cambios en el uso de suelo y pérdidas de productividad asociados a la sobre explotación del suelo.

NOTA

¹Berti y Torres. (2024). El paradigma de la ingeniería forestal: una respuesta. Columna de opinión publicada en CIPER. Disponible en: <https://www.ciperchile.cl/2024/06/17/el-paradigma-de-la-ingenieria-forestal-una-respuesta-a-columna-sobremonecultivos-y-cambio-climatico/>

RECOMENDACIONES

En base a lo anteriormente expuesto, pueden establecerse las siguientes recomendaciones:

- ➔ A nivel de políticas públicas, los cambios en las matrices productivas que intensifiquen el uso del suelo, así como políticas de desarrollo como la bioeconomía, deberían evaluar su impacto sobre los ecosistemas naturales utilizando la métrica de Apropiación Humana de la Productividad Primaria Neta. Esta métrica es crucial para entender la presión que las actividades humanas ejercen sobre la capacidad regenerativa de los ecosistemas y para diseñar estrategias que promuevan un uso más sostenible de los recursos naturales.
- ➔ A nivel de prácticas agrícolas, es posible aumentar la Producción Primaria Neta actual mediante estrategias de intensificación (incluyendo el riego, la fertilización, la gestión del suelo, rotación de cultivos, o esquemas optimizados de cultivos). Sin embargo, es importante considerar que esta estrategia puede requerir importantes inversiones y conocimientos técnicos. Más aún, deben considerarse los efectos que la intensificación de la agricultura pueden tener en términos del consumo de agua, la contaminación generada por fertilizantes y pesticidas, y la degradación del suelo.
- ➔ De manera complementaria, deben fomentarse estrategias para un uso más eficiente de la Producción Primaria Neta en las actividades agroforestales. Esto puede lograrse aumentando la fracción utilizable del cultivo (por ejemplo, seleccionando cultivos con mayores índices de cosecha), valorizando los residuos agrícolas y reincorporándolos al ecosistema (mediante prácticas tales como el compostaje), o reduciendo los desechos y las pérdidas a lo largo de las cadenas de producción y distribución de alimentos y productos forestales.

POLICY
BRIEFS
CRHIAM

29



CRHIAM

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

ANID/FONDAP/1523A0001



Universidad de Concepción



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



📍 Victoria 1295, Concepción – Chile

☎ 41-2661570

✉ crhiam@udec.cl

@crhiam



🌐 crhiam.cl