

Alambrados: Midiendo las crecientes restricciones al acceso a los recursos para pequeños productores en el Chaco Argentino

Olivia del Giorgio ^{a*}, Mathis Loïc Messenger ^{a,b}, Yann le Polain de Waroux ^{a,c}

a Universidad McGill, Departamento de Geografía, Burnside Hall Building, 805 Sherbrooke Street West, Montreal, Quebec, H3A 0B9, Canadá

b Instituto Nacional de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (INRAE), Unidad RiverLy, 5 Rue de La Doua, CS 20244, 69625, Villeurbanne Cedex, Francia

c Instituto para el Estudio del Desarrollo Internacional, Peterson Hall, 3460 McTavish Street, Room 126, Montreal, Quebec, H3A 0E6, Canadá

* Autor correspondiente. Universidad McGill, Departamento de Geografía, Burnside Hall Building, Room 315, 805 Sherbrooke Street West, Montreal, Quebec, H3A 0B9, Canadá. Dirección de correo electrónico: olivia.delgiorgio@mail.mcgill.ca (O. del Giorgio).

Traducción y revisión: Olivia del Giorgio, Tamara Rojas

Resumen

La rápida expansión de la agricultura intensiva al nivel global amenaza no sólo a ecosistemas forestales, si no también al sustento de millones de personas que dependen de éstos. En regiones donde la expansión de cultivo agrícola fronteriza con los bosques, una gran presión es ejercida sobre los pequeños productores, quienes se enfrentan a cambios importantes en el uso de la tierra a causa de la privatización y el confinamiento de los recursos naturales. El impacto de la expansión agrícola sobre los pequeños productores a menudo se aproxima midiendo los niveles de deforestación. Sin embargo, los cambios en el control de la tierra y las presiones relacionadas al sustento diario, van más allá de las zonas deforestadas. Proponemos un enfoque novedoso para la evaluación de cambios en el acceso a la tierra por parte de pequeños productores, los cuales resultan de cambios graduales en el control de la tierra en fronteras agropecuarias. Aplicamos este enfoque en el Gran Chaco argentino, una región que en los últimos años ha experimentado una de las mayores tasas de deforestación por cultivo intensivo a nivel mundial. Nuestros resultados sugieren que el acceso a los recursos naturales por parte de los pequeños productores se ha reducido mucho más de lo que cabría esperar si sólo se tuviera en cuenta la deforestación, y que el grado de disminución del acceso difiere entre las distintas actividades de sustento. Por ello, este estudio pone de manifiesto que los pequeños productores probablemente se enfrentan a presiones para trasladarse o cambiar sus estrategias de sustento, mucho antes de la conversión de los bosques en sus inmediaciones.

Palabras clave: Acceso, Fronteras agrícolas, Deforestación, Gran chaco, Alambrados

Esta es una versión traducida del inglés; por favor citar el artículo original:

del Giorgio, O., Messenger, M. L., & le Polain de Waroux, Y. (2021). Fenced off: Measuring growing restrictions on resource access for smallholders in the Argentine Chaco. *Applied Geography*, 134, 102530. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102530>

1. Introducción

Los sistemas agrícolas han sufrido grandes transformaciones socio-económicas durante el último siglo, en la transición hacia el comercio global y la participación creciente de grandes empresas a menudo transnacionales en la producción agrícola (Cotula, 2013). Esta reestructuración global se observa mayormente en procesos de intensificación y expansión de la agricultura (Barbier, 2012; Meyfroidt et al., 2018), y ha dado lugar a cambios en el uso de la tierra a gran escala, que afectan tanto a los ecosistemas como a las sociedades en zonas aptas para la agricultura moderna. Es especialmente preocupante la amenaza que la expansión de la agricultura intensiva supone para los ecosistemas forestales y para las personas cuyo sustento depende de los recursos de los mismos (Hazell y Wood, 2008; Newton et al., 2020). Entre 1980 y 2000, más del 83% de las nuevas tierras agrícolas en los trópicos se han cultivado a expensas de los bosques (Gibbs et al., 2010). A pesar del compromiso generalizado de las empresas para frenar la deforestación (Donofrio et al., 2017), la tasa de tala de bosques impulsada por la demanda de productos básicos agrícolas ha continuado sin cesar en el nuevo siglo: aproximadamente una cuarta parte de la pérdida mundial de bosques entre 2000 y 2015 se atribuye a la deforestación para la producción de productos básicos agrícolas, lo que hace que la demanda internacional de productos agrícolas primarios sea el motor dominante de la deforestación (Curtis et al., 2018). En América Latina, la expansión de las pasturas y las tierras de cultivo representó aproximadamente la mitad de la pérdida de bosques entre 1985 y 2018 (Zalles et al., 2021). La conversión de los bosques a la agricultura ha causado graves impactos en la biodiversidad (Macchi et al., 2020), el secuestro de carbono (Baumann et al., 2017; Harris et al., 2021; Villarino et al., 2017) y otros servicios ecosistémicos (por ejemplo, Barral et al., 2020).

Las ramificaciones ecológicas de la deforestación, los cambios en la dinámica del control de los recursos, al igual que la expansión de la producción agrícola a gran escala, tienen implicaciones para los cientos de millones de pequeños productores que viven en los bosques, cuyo sustento depende del acceso a los recursos y servicios forestales (Newton et al., 2020). La adquisición de tierras y la concentración de recursos por parte de los agronegocios, dos procesos vinculados al desarrollo y la expansión de la producción agrícola a gran escala, exacerbaban las presiones existentes sobre pequeños productores que viven en zonas boscosas (Borras y Franco, 2012). En particular, la prevalencia de pobreza y de inseguridad de la tenencia de la tierra en las regiones forestales de países de bajos ingresos acentúa la dependencia de los pequeños productores en los servicios ecosistémicos forestales (Scoones, 2015) y, al mismo tiempo, los hace desproporcionadamente vulnerables a la desposesión y el desplazamiento (Agrawal, 2007). Cuando los pequeños productores no se ven totalmente desplazados, pueden cambiar sus estrategias de sustento para "aguantar" (Dorward et al., 2009), cayendo potencialmente en trampas donde la pobreza y la ausencia de derechos sobre propiedad refuerzan la degradación de los recursos (Hazell y Wood, 2008). Así pues, la apropiación de tierras y recursos por parte de las agroindustrias puede muy bien socavar el sustento de los pequeños productores de formas que van más allá de su desplazamiento directo de las zonas deforestadas. Las fronteras agropecuarias, entendidas como "zonas de generación de productos agrícolas básicos (por ejemplo, carne vacuna, soja o aceite de palma) por parte de haciendas de explotación a gran escala que se expanden sobre otros usos de la tierra" (le Polain de Waroux et al., 2018), son, por tanto, no solo puntos de transición medioambiental, sino también arenas sociales de competición por los recursos caracterizadas por actores con capacidades competitivas marcadamente asimétricas.

Dada la continua expansión de las fronteras agropecuarias (Laurance et al., 2014; Zalles et al., 2021), comprender su impacto social es de vital importancia. Sin embargo, la representación

espacial de dicho impacto sigue centrándose en medidas relativamente simples, como la cantidad de deforestación en una zona. Aunque la deforestación está directamente relacionada con la modificación del hábitat y, por tanto, puede utilizarse para evaluar el posible impacto ecológico de la expansión de las fronteras agropecuarias (Ochoa-Quintero et al., 2015), una medida binaria de la deforestación (es decir, cobertura forestal versus ausencia de cobertura forestal) no tiene en cuenta los aspectos sociales más complejos del impacto, que derivan de los cambios graduales en la dinámica del control de la tierra y los recursos.

Para reducir eficazmente la vulnerabilidad de los pequeños productores y apoyar su adaptabilidad, las políticas deben abordar toda la gama de afecciones de la expansión de las fronteras agropecuarias sobre sus medios de sustento, más allá del desplazamiento visible de las poblaciones de las zonas deforestadas. Por consiguiente, en este artículo proponemos una nueva medida espacial de accesibilidad a la tierra, que puede utilizarse para examinar de forma más exhaustiva el posible impacto de la expansión de fronteras agropecuarias sobre los medios de vida de los pequeños productores en el tiempo y el espacio. Comenzamos esbozando los fundamentos conceptuales del enfoque propuesto y luego lo aplicamos para examinar los posibles impactos sociales de una frontera agropecuaria del Gran Chaco argentino en Sudamérica, una región cuyas altas tasas de deforestación están relacionadas con la producción de ganado vacuno a gran escala y la producción de soja para la exportación. Concluimos con una discusión sobre la aplicabilidad del enfoque y sugerimos direcciones para futuras investigaciones.

2. Antecedentes

2.1. Fronteras y acceso

La expansión de fronteras agropecuarias es un proceso multidimensional que se caracteriza no solo por la conversión de tierras a pasturas y cultivos, sino también por los procesos de control de la tierra: las "prácticas que fijan o consolidan las formas de acceso, reclamo y exclusión durante algún tiempo" (Peluso y Lund, 2011, p. 668). Estos procesos tienen lugar más allá de la extensión visible del cambio de uso de la tierra, en áreas más allá del "límite" de la deforestación. En las fronteras contemporáneas, la llegada de nuevos actores, el alambrado y la privatización de los recursos, los procesos de territorialización, legalización, y el uso de la fuerza y la violencia, actúan como agentes de cambio en esos procesos (Peluso & Lund, 2011). Aunque los cambios en el control de la tierra a lo largo de las fronteras agropecuarias pueden dar lugar ocasionalmente a un aumento de los rendimientos para pequeños productores (Sunderlin et al., 2008), lo más frecuente es que den lugar a su desposesión parcial o total en favor de la acumulación y concentración de recursos por parte de actores más poderosos (Amanor, 2012).

A pesar de la multidimensionalidad de las fronteras agropecuarias, la evaluación de sus impactos sigue basándose en métricas relativamente unidimensionales. Los cambios en el uso y la cobertura de la tierra que caracterizan la expansión de las fronteras han estado, y siguen estando, en primera línea del interés académico. La mayoría de los estudios han utilizado la deforestación como indicador de las tendencias de expansión y la extensión espacial de las fronteras agropecuarias (Arvor et al., 2013; le Polain de Waroux et al., 2018; Walker, 2003). Los cambios en la cubierta vegetal también se han utilizado como indicadores de la degradación ambiental, concretamente de la pérdida de biodiversidad, la fragmentación del hábitat y la reducción de la capacidad de almacenamiento de carbono (Baumann et al., 2017; Chaplin-Kramer et al., 2015; Piquer-Rodríguez et al., 2015) y, en menor medida, de las presiones de desplazamiento sobre las poblaciones locales (Paolasso et al., 2012). Sin embargo, a excepción de unos pocos estudios que han cartografiado la ubicación de los acuerdos de tierras a gran escala

(por ejemplo, Anseeuw et al., 2012; Messerli et al., 2014), la distribución espacial y temporal de las dinámicas de control de la tierra que se producen dentro de las fronteras agropecuarias han recibido una atención limitada (pero ver Faingerch et al., 2021).

La noción de acceso a los recursos proporciona un punto de partida útil para desentrañar los complejos efectos de la dinámica de control de la tierra que se produce en las fronteras agropecuarias. Varias teorías y marcos sitúan el acceso, "la capacidad de beneficiarse de las cosas" (Ribot & Peluso, 2003, p.153), como un factor central para explicar las diferencias tanto en los medios de sustento como en los resultados del uso de la tierra (Batterbury & Bebbington, 1999). El marco "Capitales y capacidades", basado en el enfoque de las capacidades de Amartya Sen (Sen, 1989), postula que el tipo de sustento debe entenderse en función del acceso de las personas a diferentes formas de capital (financiero, social, físico, natural y humano) porque es el acceso a esos capitales lo que les da la capacidad de actuar (Bebbington, 1999). El marco "Environmental Entitlements" hace eco de este enfoque en la importancia que otorga al acceso, con un mayor énfasis en los resultados del uso de la tierra. Leach et al. (1999) afirman, al presentar el marco, que es el acceso a los recursos, y no simplemente su abundancia, lo que explica las cuestiones clave de la gestión y la gobernanza de los recursos. Este enfoque desagregado de los "derechos" reconoce que el acceso y el control de los recursos están socialmente diferenciados, al igual que la capacidad de las personas para interactuar con su entorno y modificarlo (Leach et al., 1999). Por último, la teoría del acceso de Ribot y Peluso propone que la forma de obtener, mantener y controlar el acceso a la tierra y los recursos depende de los mecanismos de acceso, incluidos los mecanismos basados en los derechos, la tecnología, el capital, los mercados, los conocimientos, la autoridad, las identidades sociales y las relaciones sociales (Ribot & Peluso, 2003).

En última instancia, las implicaciones de la expansión de las fronteras agropecuarias en el sustento de los pequeños productores dependen de si los últimos son capaces de mantener su acceso a la tierra y a los recursos a medida que la frontera avanza hacia etapas de mayor desarrollo, las cuales son marcadas por procesos de apropiación y consolidación de recursos (Barbier, 2012). Cuando los pequeños productores no son capaces de competir por la tierra y los recursos, corren riesgo de perderlos. La pérdida de acceso se produce no solo por la destrucción de estos recursos (cuando se tala un bosque, por ejemplo), sino también por la exclusión física o institucional resultante del refuerzo de las reivindicaciones mediante el alambrado, la privatización o la violencia (Li, 2014; Makki, 2014). En respuesta, los pequeños productores pueden tener que cambiar sus estrategias de sustento, por ejemplo, recurriendo a la agricultura por contrato, al trabajo asalariado y a la migración estacional (Reardon et al., 2009). Si se ejerce una fuerte presión sobre todas las opciones de subsistencia, los pequeños productores pueden verse obligados a abandonar la zona. Junto con la existencia de recursos (es decir, la cantidad de recursos, o la cantidad de bosque y tierra), una pregunta importante es: ¿hasta qué nivel pueden los pequeños productores mantener el acceso a los recursos y a la tierra en la que están? Al preguntarse cómo y dónde está cambiando el acceso a la tierra y a los recursos con la expansión del control por parte de actores externos, es posible empezar a desentrañar el potencial impacto de estos cambios en las diferentes actividades de subsistencia y en diferentes lugares. En este estudio, utilizamos una frontera agropecuaria del Gran Chaco argentino como caso de estudio para examinar los cambios en el acceso que acompañan a la expansión de fronteras agropecuarias.

2.2. Fronteras agropecuarias y pérdida de acceso en el Gran Chaco argentino

La ecorregión del Gran Chaco sudamericano, una región de bosques secos que abarca más de un millón de km² en Bolivia, Paraguay y Argentina (Olson et al., 2001), ha experimentado

una de las tasas mundiales más altas de deforestación para la agricultura en las últimas décadas (Zalles et al., 2021). La deforestación en el Gran Chaco ha sido impulsada por el aumento de la producción de soja orientada a la exportación, principalmente destinada a mercados de ultramar como China, Rusia y la Unión Europea (Piquer-Rodríguez et al., 2018), así como por la demanda nacional e internacional de carne vacuna (le Polain de Waroux et al., 2019). El cambio hacia la producción intensiva de productos básicos agrícolas por parte de los agronegocios capitalizados ha resultado en el desarrollo de una serie de fronteras agropecuarias, cuya expansión ha tenido profundos impactos en la región argentina del Gran Chaco (Brown et al., 2006). Entre 1985 y 2013, más de 142 000 km² de los bosques del Chaco fueron sustituidos por tierras de cultivo (38,9%) o de pastoreo (61,1%) (Baumann et al., 2017).

Junto con los altos niveles de deforestación, la expansión de las fronteras agropecuarias en el Gran Chaco también ha ido acompañada de importantes cambios socioeconómicos (Gorenstein y Ortiz, 2016). A diferencia de los pequeños productores con una historia más larga en la región, los actores sociales que se han establecido recientemente allí (la agroindustria, pero también especuladores y otros inversores) están integrados en los mercados globales y tienen acceso a importantes flujos de capital tecnológico y financiero (Gasparri, 2016). La llegada de estos nuevos actores introduce asimetrías fundamentales con los pequeños productores - en relación con el capital, el acceso al conocimiento y la tecnología, y la capacidad de presión del gobierno - que han dado lugar a una distribución cada vez más polarizada de la tierra y los recursos naturales (Rivas y Rivas, 2009, pp. 91-113). La concentración de recursos va acompañada de prácticas de reivindicación y exclusión, en particular la privatización y el alambrado, que crean barreras físicas e institucionales en un paisaje en el que el uso de los recursos por parte de los pequeños productores suele ser comunitario (Altrichter y Basurto, 2008). Las reclamaciones de recursos realizadas por los productores agrarios se ven reforzadas por disputas legales no equitativas y mecanismos de intimidación (como la violencia, las amenazas verbales, y la matanza de animales) (Goldfarb y van der Haar, 2016). En combinación, los mecanismos utilizados por los actores que participan en la producción agrícola para consolidar el control sobre los recursos han dado lugar a la desposesión de muchos pequeños productores (Estrada, 2010).

La desposesión a menudo se traduce en el desplazamiento de los pequeños productores, que son expulsados de sus hogares cuando los bosques se convierten en pasturas o tierras de cultivo (Gorenstein y Ortiz, 2016). Sin embargo, la desposesión puede manifestarse de manera más sutil, notablemente cuando hay una pérdida gradual de la capacidad de controlar el acceso a recursos que son fundamentales para los medios de vida de los pequeños productores (Altrichter y Basurto, 2008). Por ejemplo, el alambrado de una parcela por parte de agronegocios y el refuerzo de su tenencia de esa tierra mediante la violencia y la intimidación puede impedir a los pequeños productores el acceso a una fuente de agua, o la caza y la recolección de productos forestales. En consecuencia, junto con las presiones de desplazamiento, la aparición de barreras para el acceso a los recursos que se asocian con el alambrado y la privatización de la tierra puede presionar a los pequeños productores para que se adapten cambiando su medio de sustento (Cáceres, 2015).

En este artículo, proponemos un enfoque novedoso para la evaluación del posible impacto de la expansión de las fronteras agropecuarias sobre los medios de sustento de pequeños productores, que se basa en la noción del acceso a la tierra y sus recursos. Este enfoque utiliza las características visibles del paisaje para analizar la distribución espacial de la capacidad de familias de pequeños productores de beneficiarse de los recursos, abordando así una importante deficiencia de los métodos existentes que utilizan la cubierta terrestre para evaluar los impactos de la expansión de fronteras agropecuarias y proporcionando una forma eficiente de diagnosticar las presiones cambiantes sobre los medios de vida de los pequeños productores a escalas medias.

Esto puede servir para identificar las zonas y los medios de vida en riesgo y así para orientar el análisis sobre el impacto de los medios de vida en mayor profundidad.

3. Datos y métodos

Nuestro enfoque utiliza el mapeo de elementos del paisaje que representan límites al uso de los recursos - en adelante "barreras de acceso"- como forma de aproximar el acceso a la tierra y a los recursos para el ejercicio de determinadas actividades de sustento. Estas barreras representan simultáneamente limitaciones físicas e institucionales al acceso. Es decir, pueden actuar como aproximaciones, por ejemplo, al costo de acceder a un espacio tanto porque se encuentra en una propiedad privada y se pueden sufrir repercusiones por el traspaso, como porque un alambrado dificulta el acceso físico. El enfoque se divide en cuatro partes: i. el mapeo de las barreras de acceso; ii. La creación de una tipología de barreras de acceso según el grado en que restringen el acceso al espacio para la realización de diferentes actividades de sustento; iii. La generación y el mapeo de un índice de acceso a la tierra y a los recursos para diferentes actividades; y iv. La evaluación del impacto potencial de los cambios de acceso vinculados a la expansión de la frontera agropecuaria en la dinámica espacial y temporal de las actividades de sustento de los pequeños productores.

3.1. Área de estudio

El área de estudio está delimitada por los límites políticos del Departamento Pellegrini, en el noroeste de la provincia de Santiago del Estero en Argentina (26,2°S, 64,2°W), y abarca 7.330 km² (Fig. 1). En 2019, el Departamento Pellegrini recibía una presión substancial de las fronteras agropecuarias que avanzaban desde las zonas agrícolas centrales de la Provincia de Tucumán. Los principales actores directamente involucrados en la conversión de tierras boscosas a agrícolas eran los medianos y grandes agricultores capitalizados de la provincia ya mencionada y, en menor medida, de Buenos Aires y Córdoba (Estrada, 2010; le Polain de Waroux et al., 2018). Los cambios de cobertura del suelo más antiguos (antes del año 2000) se concentraban en la región suroeste del departamento, mientras que los más recientes (2010-2019) se produjeron en el centro del departamento. En el sureste y el noreste del departamento, una gran proporción del paisaje seguía siendo forestada. Por lo tanto, Pellegrini presentaba una gama de condiciones de frontera dentro de un área limitada.

Los grandes productores agrícolas de Pellegrini se extendían sobre las zonas ocupadas por los pequeños productores familiares, a menudo denominados campesinos. Los campesinos de la región tienden a practicar una combinación de cría de ganado, caza, agricultura a pequeña escala, y recolección de productos forestales (incluida la madera para combustible, carbón vegetal y construcción, y productos forestales no maderables (MDL) como la miel y las plantas medicinales) (Altrichter, 2006). Nos centramos en la producción de carbón vegetal, y la cría de ganado vacuno, caprino y porcino como las cuatro actividades de subsistencia de interés para nuestro análisis de los posibles impactos de la expansión de la frontera agropecuaria.

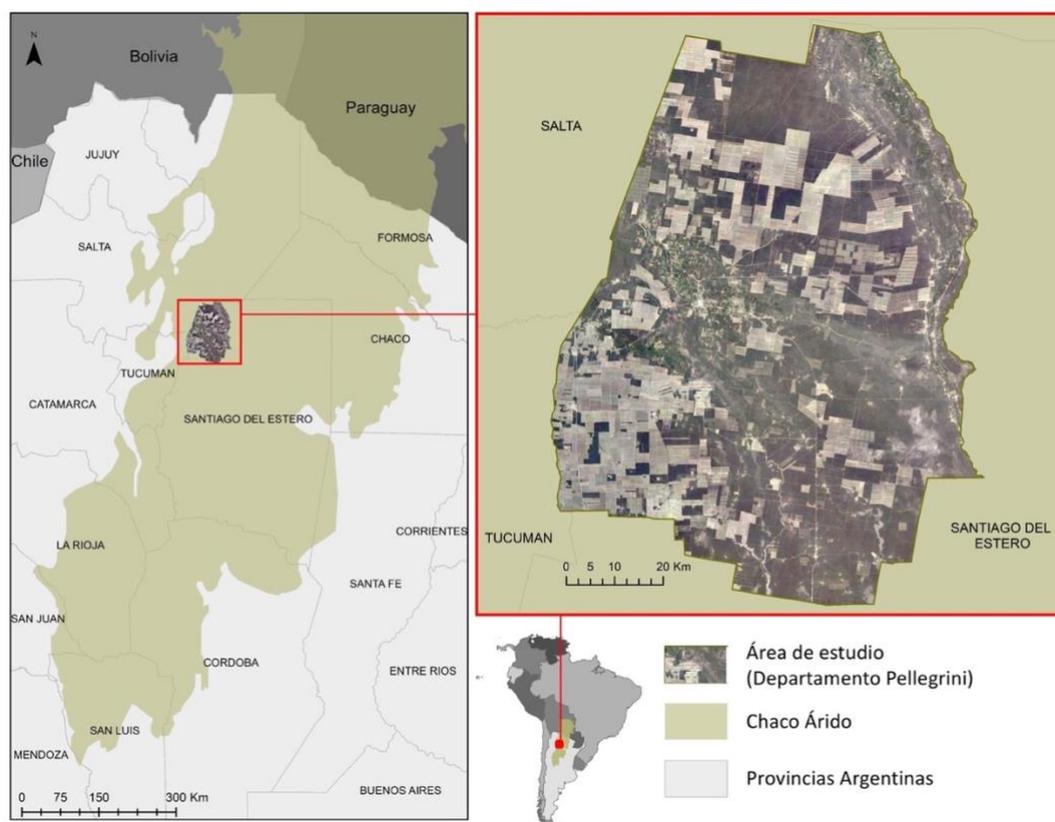


Fig. 1. Área de estudio. Se muestran las imágenes Landsat del año 2019 para el Departamento Pellegrini.

3.2. Cartografía del acceso

3.2.1. Cartografía, tipología y ponderación de las barreras de acceso

Empleamos una metodología similar a la utilizada por Seward et al. (2012) y por Marinaro et al. (2020) para cartografiar las barreras de acceso utilizando imágenes satelitales. Consideramos todas las características de deforestación lineal visibles dentro del área de estudio como posibles barreras de acceso y las mapeamos utilizando la herramienta de trayectoria en Google Earth Pro (2018), que proporciona acceso a mosaicos Landsat preprocesados anualmente con una resolución de 30 m. Cartografiamos las características para los años 2000, 2010 y 2018 en un proceso aditivo, partiendo de las características existentes, añadiendo las que aparecieron en los dos períodos posteriores y eliminando las que desaparecieron, lo que produjo tres capas individuales (Fig. 2, paso 1).

Con el fin de evaluar cómo el acceso para las actividades de subsistencia varió a lo largo del área de estudio, primero identificamos las barreras relevantes para el acceso de familias campesinas, creando una tipología de barreras de acceso. La tipología fue informada por medio de entrevistas no estructuradas y conversacionales con más de treinta informantes clave realizadas entre mayo y agosto de 2019 por la primera autora (Fig. 2, paso 2). Una vez que se identificaron y se tipificaron las barreras de acceso relevantes (por ejemplo, caminos y alambrados), se procedió a clasificar visualmente los segmentos de línea previamente digitalizados según el tipo de barrera utilizando interpretación visual en combinación con un conjunto de datos vectoriales de caminos provinciales y nacionales del Ministerio Federal de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina (Fig. 2, paso 3). A continuación, creamos un esquema de ponderación mediante el cual se asignó a cada tipo de barrera una permeabilidad relativa para la producción de carbón

vegetal y para la cría de ganado vacuno, caprino y porcino, respectivamente (Fig. 2, paso 4). Nos referimos a la permeabilidad como la capacidad de los campesinos (o de su ganado) de atravesar o superar una barrera para realizar una determinada actividad de sustento, reconociendo que la permeabilidad puede diferir entre actividades para cualquier tipo de barrera. Las ponderaciones se estandarizaron entre 0 (completamente permeable) y 1 (completamente impermeable). En total, generamos cuatro mapas de barreras específicos de los medios de sustento, cada uno de los cuales difería en la ponderación asignada a los diferentes tipos de barreras, para cada punto temporal analizado, lo que dio lugar a 12 capas espaciales.

3.2.2. Generación de índices de acceso específicos para cada actividad de subsistencia

Sobre la base de los mapas de barreras de acceso ponderadas, desarrollamos un Índice de Condiciones de Acceso (ICA) específico para cada actividad de sustento, que representa la distribución de las condiciones de acceso en toda el área de estudio para cada actividad en 2000, 2010 y 2018. Implementamos el ICA utilizando un flujo de trabajo de análisis espacial personalizado, desarrollado en el lenguaje de programación Python con la biblioteca Arcpy de ESRI (proporcionada con ArcMap 10.6). Para calcular el ICA, primero convertimos las capas de barreras ponderadas de formato vectorial a ráster para cada actividad y año.

En segundo lugar, para cada celda rasterizada de 30×30 m, calculamos un valor que representaba el costo de cruzar las barreras existentes para acceder a los recursos en las celdas circundantes. Para ello, aplicamos una función de costo-distancia (i.e. *cost distance*) para determinar un valor ficticio de "fricción de barreras acumuladas" entre cada celda y todas las demás celdas dentro de un búfer específico para la actividad considerada, para utilizarlo como paso intermedio en el cálculo del índice (Fig. 2, paso 6). Establecimos los valores del radio de uso de acuerdo con las distancias máximas típicas a las que se realiza cada actividad, basándonos en la información recopilada de las entrevistas y la literatura (Fig. 2, pasos 5 y 6). La función de costo-distancia tiene en cuenta el costo de encontrar barreras secuencialmente a medida que una persona o un animal se mueve por el espacio: con un valor de permeabilidad de 0 (totalmente permeable) atribuido a todas las celdas que no son barreras, la distancia de costo desde el centro del buffer hasta un punto determinado del buffer se convierte en una función del número y la permeabilidad de las barreras (a nivel de píxel) cruzadas. Como resultado, se genera un valor de ICA más alto cuando se cruzan más barreras y/o barreras menos permeables.

En tercer lugar, los valores de "fricción de barreras acumuladas" para cada actividad se ponderaron en función de la capacidad de beneficiarse de determinadas cubiertas terrestres. Los valores de costo-distancia para la producción de carbón vegetal se ponderaron en función de la disponibilidad de recursos forestales (deforestado: 0, boscoso: 1). Dado que los animales pueden pastar en pasturas o tierras de cultivo, así como en los bosques, los valores de costo-distancia para la producción de cerdos, cabras y vacas se ponderaron como 1 para todas las cubiertas terrestres.

Por último, el valor final de ICA se calculó para cada celda del área de estudio asignándole la media ponderada de los valores de fricción de barrera acumulados en todas las celdas de su zona de amortiguación circundante. Para un medio de vida ll dado en un momento t determinado (aquí 2000, 2010 o 2018) y una ubicación (píxel) p , el ICA puede expresarse de la siguiente manera

$$ACI_{ll,t,p} = 100 \times \frac{\sum_i^{N_{ll}} (W_{ll,t,i} \times \left(\frac{1}{1 + F_{ll,t,i}} \right))}{N_{ll}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde N_i es el número de píxeles i dentro de un radio de actividad específico de los medios de subsistencia alrededor de p , $W_{i,i}$ es el peso de los recursos (entre 0 y 1) asignado a cada píxel i según la idoneidad específica de los medios de subsistencia de la cubierta terrestre dentro de ese píxel en el momento t (determinado en el paso anterior), y $F_{i,i}$ es el valor acumulativo de fricción de la barrera calculado sobre la base del número y la distribución de las barreras ponderadas entre el píxel focal p e i . El análisis dio como resultado una serie de mapas específicos de los medios de sustento, en los que los valores de ICA representan el grado relativo de acceso para realizar una determinada actividad de subsistencia desde un lugar determinado. Los valores del ICA oscilan entre 0, que representa la máxima restricción de acceso dentro de la zona de amortiguación, y 100, que representa la ausencia de restricción de acceso (es decir, el 100% de accesibilidad).

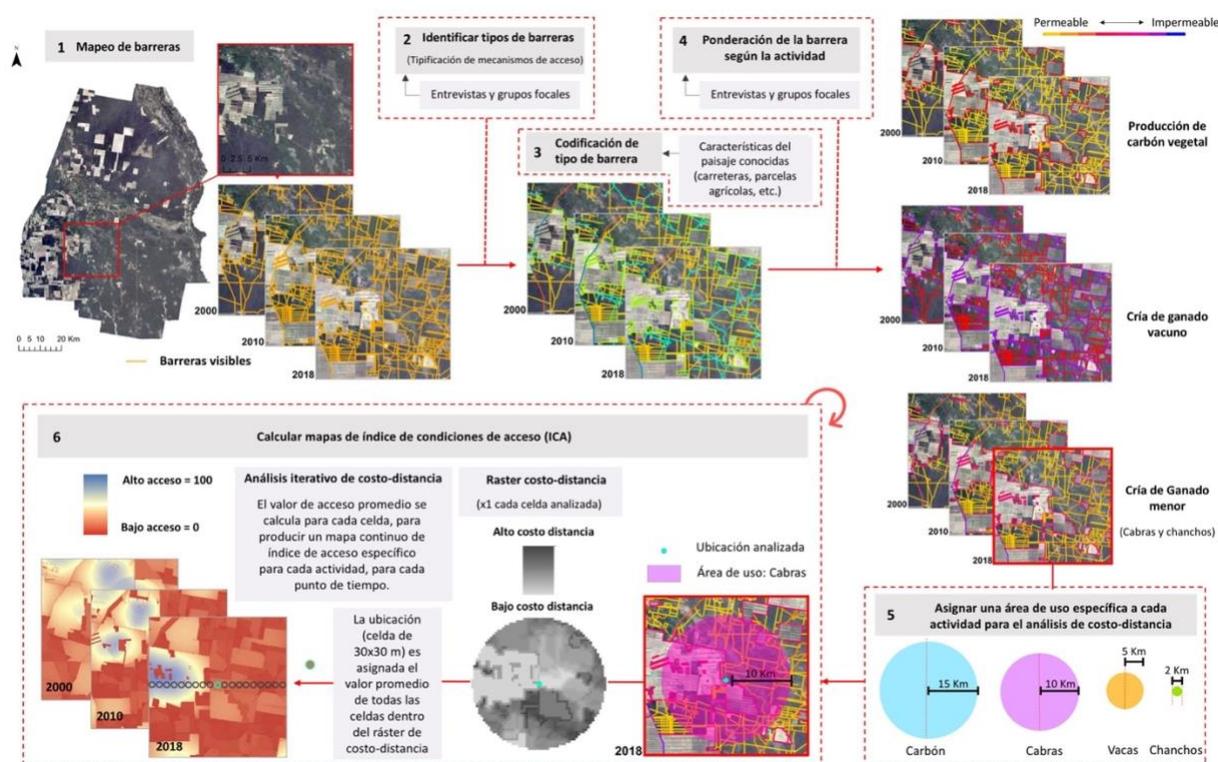


Fig. 2. Flujo de trabajo esquemático para calcular el Índice de Condición de Acceso (ICA).

3.3. Impacto potencial de las restricciones de acceso sobre los medios de sustento en la zona de estudio

Para evaluar el impacto potencial de las restricciones de acceso en los medios de sustento de los campesinos, utilizamos las ubicaciones de las comunidades del censo nacional agropecuario de Argentina de 2018 (CAN 2018 - _en curso en el momento de este estudio), que completamos y corregimos cuando fue necesario. Extrajimos los valores de ICA para cada comunidad campesina y año asignando el valor promedio de ICA a través de un polígono de área desarrollada alrededor de la comunidad. Esto se hizo para aproximar mejor las condiciones experimentadas en toda la comunidad en lugar de en una ubicación arbitraria y centralizada. Por lo tanto, utilizamos las ubicaciones de los puntos del censo para todas las 84 comunidades dentro de los límites del departamento como referencia para mapear visualmente las áreas desarrolladas (áreas deforestadas con aparentes usos residenciales de la tierra) asociadas con cada comunidad y año utilizando imágenes Landsat. A continuación, se examinaron los valores del ICA de todas

las comunidades para identificar aquellas que pudieran haber experimentado presiones para cambiar las estrategias de subsistencia o que corrieran el riesgo potencial de ser desplazadas, si se ejercieran presiones sobre todas las opciones de subsistencia. Para transmitir visualmente las diferencias espaciales en los valores de ICA entre las comunidades y a lo largo de los años, delimitamos manualmente cinco subregiones dentro del área de estudio basándonos en la interpretación visual de los patrones de agrupación espacial de las comunidades, y asignamos cada comunidad a la subregión en la que se encontraba. Las subregiones son las siguientes Centro-Sur (CS); Cinturón Central (CB); Flanco Este (EF); Noroeste (NW); y Suroeste (SW).

3.4. Comparación de enfoques

Por último, calculamos un índice más convencional de impactos en la frontera basado en los datos de extensión y pérdida de bosques desarrollados por Hansen et al. (2013) y lo contrastamos con el ICA específico de los medios de sustento. El índice forestal es específico para el área de uso de cada actividad de subsistencia (es decir, el radio de la zona de amortiguación utilizado para generar el ICA), pero no es específico en cuanto al grado en que la deforestación representó una restricción de acceso para las diferentes actividades analizadas aquí. El Índice Forestal (FI) se expresa de la siguiente manera, utilizando la estructura del ICA (ecuación (1))

$$FI_{u,t,p} = 100 \times \frac{\sum_i^{N_u}(W_{t,i})}{N_u} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Así, el FI considera la disponibilidad de recursos forestales dentro de una determinada zona de amortiguación de los medios de sustento para cada lugar analizado, pero difiere del ICA en que no tiene en cuenta las barreras de acceso a esos recursos (es decir, equivale a $FI_{t,i} = 0$ en la ecuación (1)). Además, $W_{t,i}$ sólo depende del tiempo y la ubicación (no de la actividad de subsistencia), ya que se fijó en 0 para los píxeles deforestados y en 1 para los píxeles boscosos para todas las actividades de subsistencia.

4. Resultados

4.1. Tipología de las barreras de acceso

Las entrevistas indicaron que las vallas representan una barrera importante a la tierra y los recursos para los campesinos de la zona de estudio. La forma más común es el alambrado, que se compone de varios peldaños de alambre metálico sostenidos por postes de madera con una separación de 2 a 3 metros. En general, el número de peldaños refleja la finalidad del alambrado. Los alambrados con menos de cuatro peldaños de alambre sirven para contener al ganado y/o como marcadores físicos de las reclamaciones de tierras. Los alambrados con más de cuatro peldaños (una media de seis) sirven para contener al ganado menor, como cerdos, cabras y ovejas. Entre los campesinos, el alambrado ha sustituido en gran medida al tradicional cerco de palos (cerco-rama). En los casos en que los campesinos desean cercar la tierra, el alto costo del alambre y la mano de obra necesaria son los principales factores que limitan su capacidad para hacerlo. En cambio, los agronegocios e inversores capitalizados no se enfrentan a estas limitaciones y, por lo tanto, alambran más libremente. Las parcelas que han sido convertidas a la agricultura por la agroindustria, así como las tierras forestales que han sido reclamadas por actores capitalizados, están por tanto casi siempre delimitadas por alambrados. Por lo tanto, los alambrados pueden representar tanto una barrera física como una barrera institucional.

Las carreteras fueron identificadas como otra barrera importante para los campesinos y su ganado por varias razones. Según el artículo 25 de la Ley Nacional de Tránsito de Argentina (24.449), aplicada a nivel provincial a través del Código Penal de Santiago del Estero (6.906, art. 155), los propietarios de inmuebles que lindan con caminos públicos deben tener alambrados que impidan el ingreso de animales a la zona de caminos, con pena de ser sancionados. Además, los caminos públicos, entre los que se encuentran los pequeños caminos municipales, son alambrados por el gobierno federal a ambos lados. Las propias carreteras dificultan el movimiento del ganado al hacer peligrosos los cruces: los campesinos informaron de la pérdida de ganado por colisiones con vehículos. Por último, los campesinos también informaron que los incidentes de robo de ganado eran más comunes cerca de las carreteras debido al tránsito no local. Esta combinación de características físicas y sociales hace que las carreteras sean un tipo de barrera compleja desde el punto de vista del acceso de los campesinos en el área de estudio.

Un tercer tipo de barrera de acceso para los campesinos son los deslindes, demarcaciones en forma de franjas de tierra deforestada (Marinero et al., 2020). En general, estas demarcaciones sirven para definir los límites de las tierras reclamadas, pero también pueden funcionar físicamente como pasillos de acceso a las propiedades. Sin embargo, los pasajes de acceso también son vistos como reclamos de recursos, ya que significan una forma activa de ocupación (Ley 26.737). La medida en que estos deslindes constituirían barreras de acceso dependía, según los informantes, de las actividades de sustento. El ganado tiende a cruzar libremente las demarcaciones, pero el acceso de los campesinos a la recolección de productos forestales (por ejemplo, madera para carbón vegetal) depende de la legitimidad y la autoridad asociadas a la reclamación realizada a través de una demarcación determinada. Por lo tanto, las demarcaciones representan a menudo barreras institucionales más que físicas para el acceso de los campesinos.

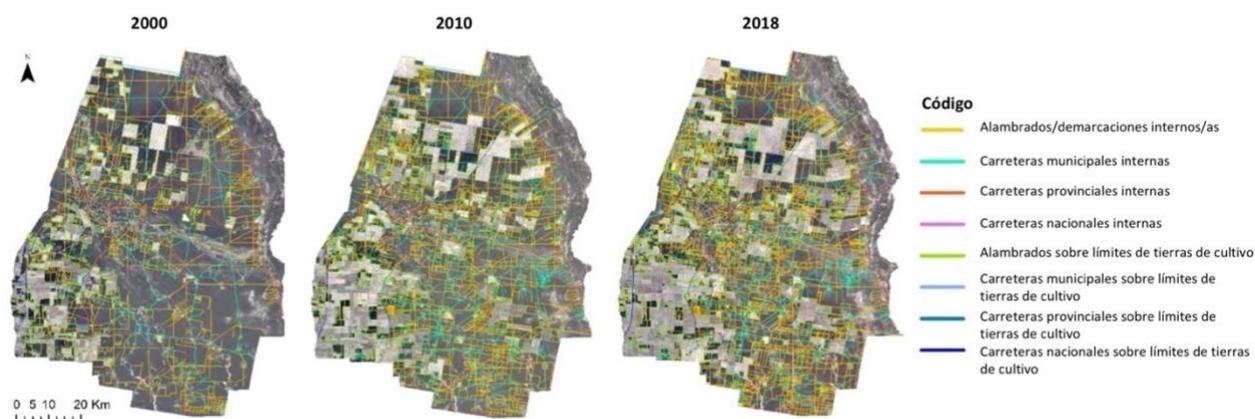
4.2. Codificación de las barreras de acceso

Dada la insuficiente resolución de las imágenes satelitales y la falta de datos de validación para el departamento y que por lo tanto no pudimos distinguir entre alambrados y demarcaciones, clasificamos cualquier barrera situada dentro de la matriz forestal (a diferencia de las carreteras o los bordes de las tierras de cultivo, que están sistemáticamente alambradas) como una única categoría que representa un alambrado o una demarcación. En adelante nos referiremos a estas barreras como "barreras internas". Las carreteras se codificaron en función de si eran provinciales, nacionales o municipales para captar las diferencias en el volumen de tránsito y la probabilidad de robo (y, por tanto, el riesgo para el ganado). Las tierras de cultivo se identificaron visualmente a partir de imágenes Landsat para cada marca de tiempo en Google Earth. El conjunto de datos de carreteras municipales estaba obsoleto, por lo que lo utilizamos mínimamente para la codificación, y clasificamos como carretera municipal cualquier barrera interna que no fuera una línea recta. Por lo tanto, los datos municipales sólo se utilizaron para identificar las carreteras municipales que bordeaban los límites de las tierras de cultivo en línea recta.

4.3. Ponderación de las barreras de acceso

El valor de permeabilidad asignado a cada tipo de barrera se estableció para reflejar una combinación de las características propias de las barreras y de las características de la actividad de sustento considerada. Por ejemplo, la mayoría de los alambrados sólo tienen tres alambres y, por tanto, son relativamente permeables para el ganado menor, pero relativamente

impermeables para el ganado vacuno. El valor de la permeabilidad de las barreras de acceso



también se estableció en función de si éstas eran internas (es decir, flanqueadas a ambos lados por bosque) o si limitaban con tierras de cultivo. Utilizando de nuevo los alambrados como ejemplo, los alambrados internos se ponderaron como más permeables para las cabras y los cerdos que los que limitaban con parcelas agrícolas, debido a los mayores riesgos asociados a que animales que crucen a las tierras de cultivo (por ejemplo, de que los animales sean matados o reclamados por los finqueros, ambos casos supuestamente frecuentes).

Dado que consideramos que los tipos de barreras que se superponen (por ejemplo, una carretera que se cruza con un límite de las tierras de cultivo) tienen un efecto acumulativo, el proceso de clasificación dio como resultado la siguiente clasificación, con una permeabilidad gradualmente decreciente: alambrados/demarcaciones internos/as (es decir, dentro de la matriz forestal); carreteras municipales internas; carreteras provinciales internas; carreteras nacionales internas; alambrados sobre límites de tierras de cultivo; carreteras municipales sobre límites de tierras de cultivo; carreteras provinciales sobre límites de tierras de cultivo; y carreteras nacionales sobre límites de tierras de cultivo (Fig. 3). Para tener en cuenta el tipo de barrera combinada de alambrado/demarcación, asumimos que la mitad de las barreras internas de eran demarcaciones y que la otra mitad eran alambrados. Dado que las primeras no impiden el movimiento, pero que las segundas representan una restricción completa para el movimiento del ganado vacuno, los alambrados/demarcaciones internos/as recibieron una clasificación de permeabilidad intermedia (0.5) para las actividades de cría vacuna. Dado que se supuso que los límites con las tierras de cultivo y las carreteras estaban completamente alambrados, a todos los demás tipos de barreras se les asignó una puntuación de permeabilidad de 1 (restricción completa de acceso) para la cría vacuna. El mismo razonamiento se utilizó en la ponderación de las barreras para el ganado menor y la producción de carbón vegetal.

El esquema final de ponderación de la permeabilidad de las barreras se presenta en la Tabla 1. En la Información Suplementaria (Apéndices A - C) se ofrece una descripción detallada de la permeabilidad de las barreras y de las ponderaciones de aquellas, así como detalles adicionales sobre los radios de uso asignados a las diferentes actividades de subsistencia. El código necesario para reproducir este estudio está disponible a través de un enlace al repositorio GitHub que se proporciona en el Apéndice E.

Fig. 3. Distribución de los tipos de barreras en el departamento Pellegrini para los años 2000, 2010 y 2018, clasificados en base a la tipología de barreras desarrollada en este estudio.

Cuadro 1 Ponderación de la permeabilidad de la barrera según el tipo de barrera y el medio de sustento.

Actividad	Sin barrera	Alambrados/demarcaciones internos/as	Carreteras municipales internas	Carreteras provinciales internas	Carreteras nacionales internas	Alambrados sobre límites de tierras de cultivo	Carreteras municipales sobre límites de tierras de cultivo	Carreteras provinciales sobre límites de tierras de cultivo	Carreteras nacionales sobre límites de tierras de cultivo
Carbon vegetal	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5
Cría vacuna	0	0.5	1	1	1	1	1	1	1
Cría caprina	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Cría porcina	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8

4.4. Impactos potenciales de las restricciones de acceso en las comunidades de la zona de estudio

Las condiciones de acceso difirieron notablemente entre regiones, entre comunidades dentro de las regiones, entre años, y entre actividades de sustento. La Fig. 4 muestra que las zonas continuas de alto acceso para la cría de ganado vacunos, sobre todo en el sureste de la zona de estudio, fueron fragmentándose cada vez más entre los tres puntos temporales. Contrariamente a los patrones generales de aumento de las restricciones de acceso en toda la zona de estudio, el ICA aumentó (es decir, disminuyó el acceso) en las zonas en las que el bosque se convirtió en agricultura (i.e., en el suroeste). Esto se debe a la aglomeración de parcelas por parte de la agroindustria, donde se eliminan los alambrados internos una vez que se deforesta y se cultiva una parcela. Dado que las comunidades no se encuentran dentro de las parcelas agrícolas, los valores del ICA para esas áreas no reflejan las condiciones de vida de familias campesinas. Si bien el índice se mapeó de forma continua con fines ilustrativos, los valores del ICA que son de interés para la evaluación de los impactos sobre pequeños productores son aquellos que se encuentran dentro de las áreas que son habitadas por ellos, y que por lo tanto representan el grado de acceso para realizar una determinada actividad de subsistencia desde su lugar de residencia hacia afuera sobre el área de uso.

La Fig. 5 muestra los valores del ICA promediados en las áreas desarrolladas de las comunidades campesinas. A través de los años, el acceso a la tierra y a los recursos fue mayor para las comunidades en lo que llamamos el flanco oriental (promedio de ACI acumulado a través de las categorías de medios de vida = 32,5) y el cinturón central (22,3), y más restringido en el noroeste (16,3). El acceso acumulado también varió entre comunidades dentro de las regiones, en particular en el flanco oriental (Fig. 5, panel a). Para las cuatro actividades de subsistencia, el índice de acceso disminuyó un 22% de media entre 2000 y 2010 (prueba de rango con signo de Wilcoxon, $p < 0,01$), y un 14% entre 2010 y 2018 (prueba de rango con signo de Wilcoxon, $p < 0,01$). En otras palabras, el acceso a la tierra y a los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades básicas de subsistencia se volvió más restringido entre 2000 y 2018 para las comunidades campesinas que viven en el bosque en el área de estudio (Fig. 5, paneles b y d).

Los cambios en el índice de acceso no fueron uniformes para las cuatro actividades consideradas. A través de todos los años, el acceso a la tierra para la cría de cerdos fue mayor en relación con los otros medios de sustento analizados, mientras que el acceso a la tierra para la producción de carbón vegetal fue el más restringido. Además, el acceso relativo entre las actividades de subsistencia varió tanto entre comunidades como entre regiones. El nivel de acceso al espacio para la producción de carbón vegetal se mantuvo entre 2000 y 2018 en el flanco oriental (aunque se redujo ligeramente), mientras que se restringió casi por completo en todas las demás regiones. El acceso al espacio para la producción de cabras también se restringió gravemente entre 2000 y 2018 para todas las comunidades del noroeste, la mayoría del centro-sur, y algunas del suroeste (Fig. 5, paneles a.1-a.3).

Por último, cabe señalar que los valores de ICA de las comunidades ya eran bajos en 2000. La media acumulada de ICA en todas las comunidades para el año 2000 fue de 113 de una media acumulada máxima de 400 (Fig. 5, panel c). En otras palabras, en el año 2000, las comunidades tenían una media de sólo el 28% de su acceso potencial total en un paisaje sin barreras de acceso. La media de ICA acumulada se redujo a 88 (+- Sd) en 2010, y a 76 (+- Sd) en 2018, o el 22% y el 19% del acceso potencial total, respectivamente. Los valores de ICA para todas las comunidades del área de estudio se proporcionan en la Tabla 1 del Apéndice D.

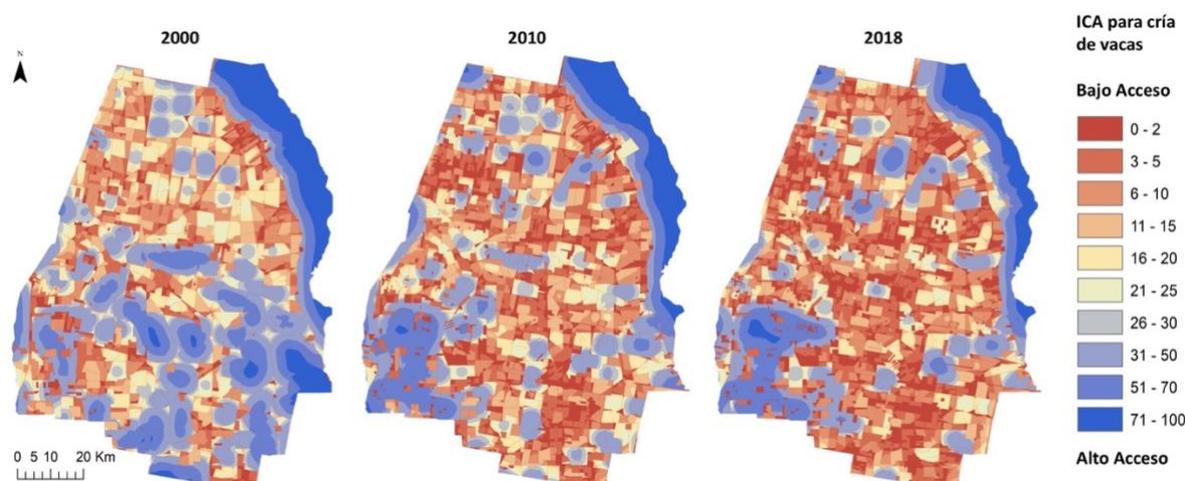


Fig. 4. Valores del Índice de Condición de Acceso (ICA) para la cría de ganado vacuno. Cuanto mayor es el valor del ICA en un lugar, mayor es el grado de acceso a los recursos de ese lugar hacia afuera, dentro del radio de uso, para realizar una determinada actividad de subsistencia.

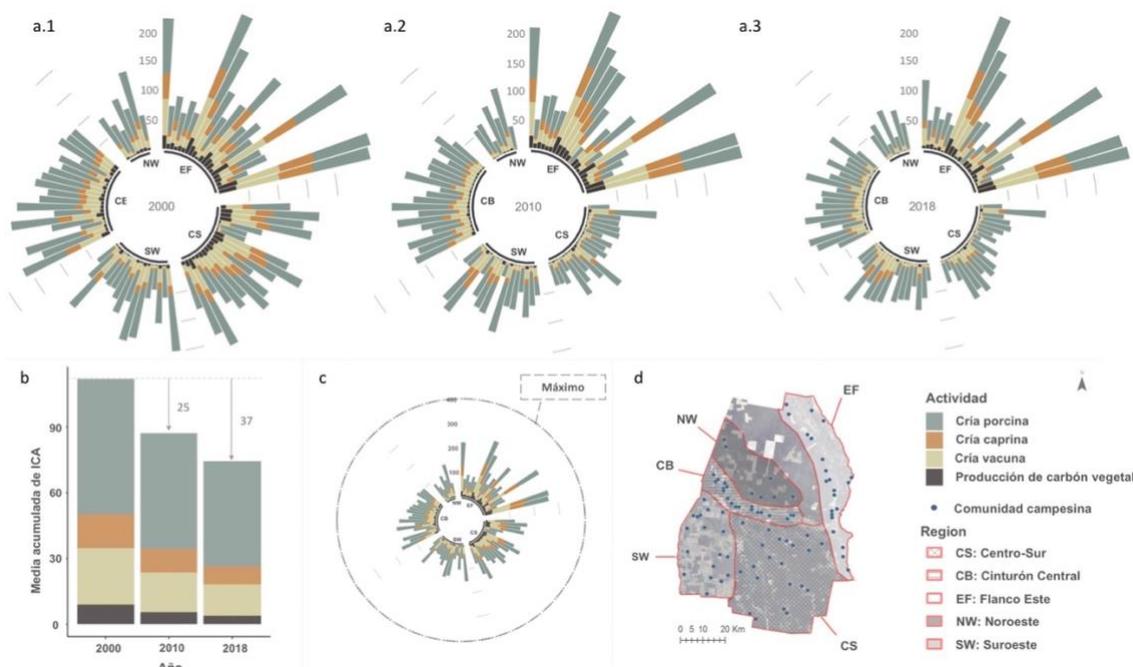


Fig. 5. Resultados del análisis del acceso. Los paneles a.1, a.2 y a.3, muestran las condiciones de acceso en 2000, 2010 y 2018, donde cada barra apilada representa los ICA (por actividad de sustento) para una comunidad, y donde las mismas están agrupadas radialmente por región geográfica. El panel b muestra el ICA medio acumulada para

todas las comunidades en cada momento. El panel c muestra el ICA acumulado máximo (anillo exterior = 400), comparado con los valores reales del ICA de las comunidades en 2000. El panel d muestra las ubicaciones puntuales de las comunidades campesinas y la extensión de las regiones, cuya delimitación fue realizada con fines de visualización por los autores en base a los patrones de agrupación espacial de las comunidades.

4.5. Comparación de enfoques para analizar los impactos de la frontera agropecuaria

La mediana del IF fue mayor que la mediana del ICA para cada uno de las cuatro actividades consideradas en el análisis (Fig. 6, panel a). El IF estaba significativamente correlacionado con el ICA para todas las actividades, excepto para la cría porcina (correlación de rango de Spearman (SRC): valor $p = 0,91$), y más fuertemente correlacionado con la producción de carbón vegetal (SRC: $\rho = 0,56$, valor $p < 0,001$) (Fig. 6, panel b). No obstante, el IF no varió significativamente entre las actividades de cría vacuna, caprina, y de producción de carbón vegetal (Kruskal-Wallis, valor $p = 0,61$).

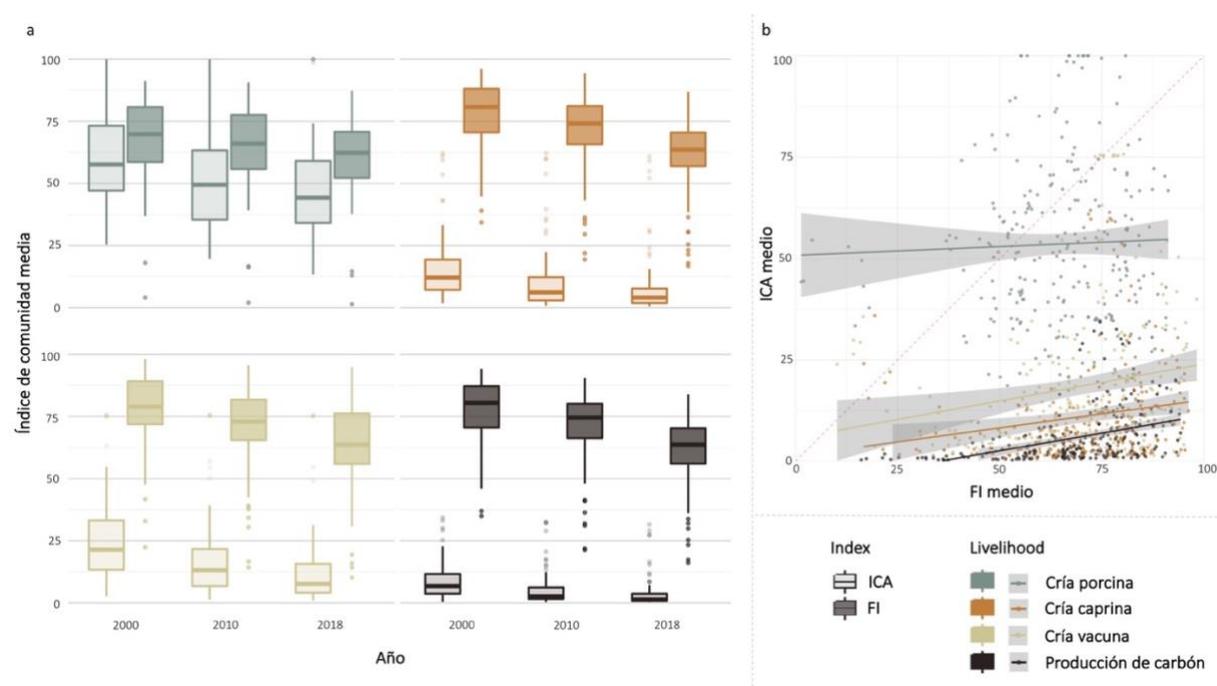


Fig. 6. Comparación de enfoques. El panel a muestra los gráficos en caja para el índice de condiciones de acceso (ICA, cajas claras) y el índice de deforestación (IF, cajas oscuras) por período (2000, 2010 y 2018). El panel b muestra una comparación del IF y el ICA para cada actividad de sustento en todos los períodos.

5. Discusión

5.1. Un nuevo índice de acceso

El índice de condiciones de acceso (ICA) desarrollado aquí proporciona una forma de cuantificar el grado en que el acceso a la tierra y a los recursos para diferentes actividades de sustento está restringido a través del espacio y del tiempo. Basándose en la densidad, la distribución espacial, y la permeabilidad de las barreras de acceso en torno a un lugar, el ICA proporciona una aproximación al acceso al espacio y a los recursos necesarios para realizar una determinada actividad de sustento, y permite identificar las zonas de mayor presión potencial sobre la misma. En general, nuestro análisis muestra que el acceso para los pequeños productores campesinos disminuyó entre 2000 y 2018 para las cuatro actividades de subsistencia en toda el área de estudio. Las condiciones de acceso también variaron notablemente entre las

actividades analizadas. Esta variación señala la importancia de un marco específico según actividades para evaluar la dinámica del acceso. En comparación con el ICA, el IF estimó mayores grados de acceso a la tierra y a los recursos para todas las actividades. Las grandes diferencias de magnitud y distribución espacial entre el ICA y el IF demuestran cómo los enfoques que se basan en la deforestación como indicador de las condiciones de acceso pueden estar subestimando el alcance y la intensidad de los impactos sociales de la expansión de las fronteras agropecuarias. Por lo tanto, nuestros resultados también ponen de relieve la importancia de representar los procesos espaciales de reivindicación y exclusión que tienen lugar dentro de las zonas fronterizas cuando se abordan los impactos sociales de la expansión de las fronteras agropecuarias.

Nuestro enfoque proporciona una forma fácilmente aplicable para representar mejor estos procesos, especialmente en las regiones en que se carece de datos sobre la tenencia de tierra, y permite una evaluación matizada de las restricciones de acceso que se basa tanto en los cambios en las condiciones de tenencia de tierra (por ejemplo, la privatización) como en el cerramiento físico de los recursos. Además, nuestro enfoque complementa los enfoques cartográficos basados en la tenencia de tierra (por ejemplo, Faingerch et al., 2021) al permitir el mapeo de las condiciones de acceso de manera de no depender de que los participantes reconozcan y se orienten dentro de una representación cartográfica del espacio (i.e. mapeo participativo), y que es espacialmente exhaustiva y escalable a mayores extensiones. Cabe destacar cinco puntos sobre el cálculo de los ICA para futuras aplicaciones. En primer lugar, nos basamos en la alta precisión de mapeo (94%) de Seward et al. (2012), que emplearon una metodología muy similar, aunque con una resolución mayor (1 m), como confirmación indirecta de la precisión cartográfica. Siempre que sea posible, la comprobación de la presencia de barreras mediante estudios de terreno mejoraría la precisión del índice. En segundo lugar, la ponderación de los recursos utilizada aquí se mantuvo simple a propósito, pero las aplicaciones futuras del enfoque pueden incluir ponderaciones de recursos más complejas, por ejemplo, utilizando clasificaciones completas de la cubierta terrestre (en lugar de una clasificación binaria de bosque-no bosque) para tener en cuenta el valor diferencial de las cubiertas terrestres para actividades de subsistencia específicas. En tercer lugar, la vectorización manual de todos los segmentos de línea visibles limita, hasta cierto punto, la extensión espacial a la que puede aplicarse la metodología. Sin embargo, dada la simplicidad del proceso y la disponibilidad pública de los datos de entrada, confiamos en que el enfoque pueda aplicarse fácilmente a nivel provincial (del orden de 105 km²), y pueda así servir para asesorar las políticas de grandes unidades administrativas. En cuarto lugar, es posible que con este enfoque se pasen por alto las barreras no físicas al acceso. Sin embargo, el trabajo de campo realizado por la primera autora, así como otros estudios que han examinado las dinámicas de control en la región (por ejemplo, Altrichter & Basurto, 2008; Cáceres, 2015; Cáceres et al., 2010), sugieren que los mecanismos más frecuentes utilizados por los actores en el Gran Chaco para controlar el acceso a los recursos son el alambrado o la demarcación de las tierras y recursos reclamados. En consecuencia, el riesgo de subestimar sustancialmente las restricciones de acceso en la región es bajo. Por último, el cálculo de los ICA en un área extensa es intensivo desde el punto de vista computacional. Sin embargo, este problema puede resolverse fácilmente calculando el ICA sólo sobre los lugares de interés, como los asentamientos, lo que reduce considerablemente el tiempo de cálculo.

5.2. Impactos potenciales para pequeños productores

El cálculo de los cambios en el acceso de las comunidades campesinas señala algunos impactos potenciales de la expansión de la frontera, y demuestra así la utilidad de esta metodología para abordar las múltiples dimensiones de la desposesión de los pequeños productores. En primer lugar, las tendencias del ICA nos permiten identificar las amenazas a

determinados medios de sustento en términos espaciales y temporales. Nuestros resultados indican que la viabilidad de la producción de carbón vegetal, una de las pocas actividades generadoras de ingresos para la población rural en situación de pobreza en Argentina (Fasano, 2010), probablemente se esté volviendo precaria en toda el área de estudio. Este resultado se alinea con los de Rueda et al. (2015), quienes encontraron una menor producción de carbón vegetal en el departamento Pellegrini entre 2003 y 2011 en comparación con los departamentos del Este, donde la frontera agropecuaria es más joven. Nuestros resultados también sugieren que las diferencias relativas en el grado de restricción de acceso entre actividades pueden estar generando presiones para que los pequeños productores cambien sus formas de sustento. Por ejemplo, teniendo en cuenta las restricciones de acceso relativamente bajas para la cría porcina, es posible que haya habido presiones para pasar de la producción de carbón vegetal a esa actividad. De forma similar a los hallazgos presentados por Cáceres et al. (2010, 2011), las tendencias de ICA también sugieren que es probable que los campesinos estén bajo presión para cambiar de la cría de cabras a la de vacas, y que la viabilidad general de la cría ganadera ha disminuido en gran medida. Además, en las zonas en las que el pastoreo comunal o de libre acceso ya no es una opción debido a los altos niveles de alambrado, los campesinos pueden estar recurriendo a la cría de cerdos en pequeños recintos. Por último, donde un mayor número de actividades de subsistencia están severamente restringidas, los campesinos pueden haber experimentado presiones de desplazamiento, particularmente en el noroeste, donde la mayoría de las comunidades perdieron el acceso a la tierra casi en su totalidad para la producción de carbón, cría de vacas, y cría de cabras, y vieron una notable disminución en el acceso para la cría de cerdos. Estas presiones de desplazamiento podrían estar contribuyendo a la migración del campo a la ciudad que está alimentando el crecimiento de las ciudades regionales (Sacchi y Gasparri, 2016). Al identificar las restricciones heterogéneas para las diferentes actividades de subsistencia, el enfoque puede seguirse con un trabajo de campo basado en encuestas y dirigido a los puntos calientes de posible impacto en los medios de vida familias campesinas. El trabajo que esta en curso por parte de los autores utiliza encuestas sobre las formas de sustento de familias campesinas para examinar el impacto hipotético con mayor detalle.

6. Conclusión

La expansión de las fronteras agropecuarias en el Gran Chaco argentino se ha caracterizado por la apropiación y acumulación a gran escala de tierras y recursos forestales por parte de agentes externos. Con frecuencia, la acumulación de recursos ha tomado la forma de deforestación para dar paso a pasturas o tierras de cultivo, un proceso que ha provocado el desplazamiento de muchas familias campesinas (Cáceres, 2015). Sin embargo, los procesos de apropiación y exclusión de recursos no se limitan a las áreas deforestadas. Dentro de la matriz forestal, el alambrado y la privatización están siendo utilizados por actores capitalizados y a menudo políticamente poderosos como medios para afirmar el control sobre la tierra y los recursos. Este proceso de cambios en el control de la tierra, y sus posibles impactos en los medios de vida de los pequeños productores, no se han tenido en cuenta en las investigaciones que cuantifican la dinámica espacial de la expansión de las fronteras agropecuarias. Para colmar este vacío, presentamos un enfoque novedoso para el análisis espacial de los impactos de las fronteras agropecuarias que se basa en la idea de que la capacidad de acceso a la tierra y los recursos es un indicador del impacto social de la expansión de aquellas. Al evaluar el grado en que las actividades de sustento se han visto restringidas por la aparición de barreras que limitan el acceso a la tierra, pudimos identificar las comunidades campesinas que probablemente han experimentado presiones para cambiar sus medios de sustento debido a las altas restricciones de acceso a la tierra para determinadas actividades de subsistencia. También identificamos comunidades en las que la gente puede haber experimentado presiones para irse por completo,

ya que experimentaron severas restricciones de acceso para múltiples actividades de subsistencia simultáneamente. En definitiva, las barreras de acceso que están surgiendo en el borde de las fronteras agropecuarias están afectando negativamente a los medios de vida de los pequeños productores en el Gran Chaco argentino. El enfoque propuesto aquí sirve para destacar que el impacto también se percibe de forma heterogénea en regiones que aún no han experimentado una deforestación generalizada para la producción agrícola. Nuestros resultados señalan, por tanto, la importancia de una política eficaz destinada a reducir la vulnerabilidad de los campesinos más allá de los focos de deforestación.

Además de su idoneidad para la investigación del impacto social de la expansión de fronteras agropecuarias en el Gran Chaco, el enfoque propuesto proporciona avances metodológicos para el estudio de las fronteras agropecuarias más generalmente. Demostramos que la magnitud del impacto de fronteras agropecuarias en los medios de sustento de los pequeños productores puede estar gravemente subestimada cuando se utiliza la deforestación como único indicador de la dinámica de expansión. Las discrepancias en la estimación del impacto entre los dos enfoques señalan dos deficiencias del enfoque más tradicional. En primer lugar, mientras que una medida basada en la deforestación puede captar los impactos sufridos por los pequeños productores en situaciones de frontera avanzada, no capta los impactos de los procesos de reivindicación y exclusión de las primeras etapas que preceden a los cambios de la cubierta vegetal a gran escala. En segundo lugar, un enfoque binario basado en la deforestación no tiene en cuenta las variaciones del impacto según la estrategia de subsistencia. El enfoque introducido en este estudio aborda estas deficiencias analizando los cambios en el control de la tierra, en lugar de la cubierta terrestre, y desglosando los distintos tipos de impacto potencial de estos cambios por actividad de sustento. De este modo, proporciona una forma de caracterizar con mayor precisión los posibles impactos sociales de las fronteras agropecuarias y de identificar áreas o actividades específicas que experimentan una mayor presión. Dado que requiere una cantidad relativamente limitada de datos de campo, el método puede considerarse una herramienta eficaz de diagnóstico y evaluación que se puede utilizar junto con otros enfoques más intensivos en el campo para la estimación del impacto social de la expansión agropecuaria.

Dada la continua expansión de las fronteras agropecuarias en regiones boscosas, ahora y en el futuro, es de vital importancia que su impacto para los medios de sustento de los pequeños productores se evalúe no sólo desde el punto de vista de la abundancia de recursos, sino más bien a través de la lente del acceso a la tierra y los recursos. Esto permitirá orientar con precisión las políticas destinadas a reducir la vulnerabilidad de los pequeños productores en contextos en los que la expansión de la producción de productos agrícolas se produce en regiones con altos niveles de pobreza rural e inseguridad en la tenencia de tierra.

Contribuciones de los autores (funciones del CRediT)

Olivia del Giorgio: Conceptualización, Investigación, Análisis formal, Colección de datos, Adquisición de fondos, Metodología, Administración del proyecto, Visualización, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición; **Mathis Loic Messager:** Análisis formal, Conservación de datos, Metodología, Software, Redacción - revisión y edición; **Yann le Polain de Waroux:** Conceptualización, Supervisión, Metodología, Redacción - revisión y edición.

Fuentes de financiación

Este trabajo fue apoyado por el Consejo de Investigación de Ciencias Sociales y Humanidades de Canadá, el Fonds de Recherche Nature et Technologies [número de subvención 271976], y la Rathlyn Foundation.

Declaración de intereses concurrentes: Ninguno.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Tim Elrik y al Centro de Información Geográfica de la Universidad McGill por concedernos acceso a la potencia de cálculo necesaria para completar el análisis, y al Dr. Néstor Ignacio Gasparri por su revisión y sus comentarios. También nos gustaría dar las gracias a Feliz Francisco Córdoba, Mariano Hernandez, y los miembros de la Mes de Tierras del departamento Pellegrini por su apoyo en la coordinación de la recolección de datos; al Instituto de Ecología Regional (IER) de la Universidad de Tucumán por facilitar el alojamiento y un espacio de trabajo; a Isabel y Maximo Colombres por facilitar el alojamiento; así como a todas las personas que participaron en los grupos focales y en las entrevistas.

Material complementario

Los datos suplementarios de este artículo pueden encontrarse en línea en <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102530>.

Referencias

- Agrawal, A. (2007). Forests, governance, and sustainability: Common property theory and its contributions. *International Journal of the Commons*, 1(1), 111–136.
<https://doi.org/10.18352/ijc.10>
- Altrichter, M. (2006). Wildlife in the life of local people of the semi-arid Argentine Chaco. *Biodiversity & Conservation*, 15(8), 2719–2736. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-0307-5>
- Altrichter, M., & Basurto, X. (2008). Effects of land privatisation on the use of common-pool resources of varying mobility in the Argentine Chaco. *Conservation and Society*, 6(2), 154–165.
- Amanor, K. S. (2012). Global resource grabs, agribusiness concentration and the smallholder: Two West African case studies. *The Journal of Peasant Studies*, 39(3–4), 731–749.
<https://doi.org/10.1080/03066150.2012.676543>
- Anseeuw, W., Boche, M., Breu, T., Giger, M., Lay, J., Messerli, P., & Nolte, K. (2012). *Transnational land deals for agriculture in the global south: Analytical report based on the Land Matrix database*. CDE. http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=564980
- Arvor, D., Dubreuil, V., Simões, M., & Bégué, A. (2013). Mapping and spatial analysis of the soybean agricultural frontier in Mato Grosso, Brazil, using remote sensing data. *GeoJournal*, 78(5), 833–850. <https://doi.org/10.1007/s10708-012-9469-3>
- Barral, M. P., Villarino, S., Levers, C., Baumann, M., Kuemmerle, T., & Mastrangelo, M. (2020). Widespread and major losses in multiple ecosystem services as a result of agricultural expansion in the Argentine Chaco. *Journal of Applied Ecology*, 57(12), 2485–2498.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.13740>
- Barbier, E. B. (2012). Scarcity, frontiers and development. *The Geographical Journal*, 178(2), 110–122.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2012.00462.x>
- Batterbury, S. P. J., & Bebbington, A. J. (1999). Environmental histories, access to resources and landscape change: An introduction. *Land Degradation & Development*, 10(4), 279–289.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-145X\(199907/08\)10:4<279::AID-LDR364>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-145X(199907/08)10:4<279::AID-LDR364>3.0.CO;2-7)

- Baumann, M., Gasparri, I., Piquer-Rodríguez, M., Pizarro, G. G., Griffiths, P., Hostert, P., & Kuemmerle, T. (2017). Carbon emissions from agricultural expansion and intensification in the Chaco. *Global Change Biology*, 23(5), 1902–1916. <https://doi.org/10.1111/gcb.13521>
- Bebbington, A. (1999). Capitals and Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods and Poverty. *World Development*, 27(12), 2021–2044. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(99\)00104-7](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(99)00104-7)
- Borras, S. M., & Franco, J. C. (2012). Global Land Grabbing and Trajectories of Agrarian Change: A Preliminary Analysis. *Journal of Agrarian Change*, 12(1), 34–59. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0366.2011.00339.x>
- Brown, A., M. Martínez Ortiz, M. Acerbi, & J. Corcuera. (2006). *La situación ambiental argentina 2005*. Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Cáceres, D. M. (2015). Accumulation by dispossession and socio-environmental conflicts caused by the expansion of agribusiness in Argentina. *Journal of Agrarian Change*, 15(1), 116–147.
- Cáceres, D. M., Silvetti, F., Guillermo, F., Gustavo, S., & Catalina, B. (2011). Los impactos de la agriculturización en el Norte de Córdoba. Descampesinización y persistencia. In *Repensar la Agricultura Familiar: Aportes para desentrañar la Complejidad Agraria Pampeana* (Buenos Aires, pp. 77–96). CICCUS.
- Cáceres, Daniel M, Soto, G., Ferrer, G., & Silvetti, F. (2010). La expansión de la agricultura industrial en Argentina Central. Su impacto en las estrategias campesinas. *Cuadernos de Desarrollo Rural, Bogotá (Colombia)*, 7(64), 91–119.
- Chaplin-Kramer, R., Sharp, R. P., Mandle, L., Sim, S., Johnson, J., Butnar, I., Canals, L. M. i, Eichelberger, B. A., Ramler, I., Mueller, C., McLachlan, N., Yousefi, A., King, H., & Kareiva, P. M. (2015). Spatial patterns of agricultural expansion determine impacts on biodiversity and carbon storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7402–7407. <https://doi.org/10.1073/pnas.1406485112>
- Cotula, L. (2013). The international political economy of the global land rush: A critical appraisal of trends, scale, geography and drivers. *The Journal of Peasant Studies*, 39(3–4), 649–680. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.674940>
- Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., & Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108. <https://doi.org/10.1126/science.aau3445>
- Donofrio, Leonard, & Rothrock. (2017). *Tracking Corporate Commitments to Deforestation-free Supply Chains, 2017–Forest Trends*. <https://www.forest-trends.org/publications/supply-change-tracking-corporate-commitments-to-deforestation-free-supply-chains-2017/>
- Dorward, A., Anderson, S., Bernal, Y. N., Vera, E. S., Rushton, J., Pattison, J., & Paz, R. (2009). Hanging in, stepping up and stepping out: Livelihood aspirations and strategies of the poor. *Development in Practice*, 19(2), 240–247. <https://doi.org/10.1080/09614520802689535>
- Estrada, M. de. (2010). Geografía de la frontera: Mecanismos de territorialización del agronegocio en frontera agropecuaria de Santiago del Estero, Argentina. *REVISTA NERA*, 0(17), 81–93.
- Faingerch, M., Vallejos, M., Texeira, M., & Mastrangelo, M. E. (2021). Land privatization and deforestation in a commodity production frontier. *Conservation Letters*, n/a(n/a), 1–10. <https://doi.org/10.1111/conl.12794>
- Fasano L. 2010. “Análisis de la cadena de producción del carbón en el impenetrable chaqueño”, Universidad Austral, p. 28
- Gasparri, N. I. (2016). The transformation of land-use competition in the Argentinean Dry Chaco between 1975 and 2015. In *Land Use Competition* (pp. 59–73). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33628-2>
- Gibbs, H. K., Ruesch, A. S., Achard, F., Clayton, M. K., Holmgren, P., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2010). Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and

- 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38), 16732–16737.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0910275107>
- Goldfarb, L., & van der Haar, G. (2016). The moving frontiers of genetically modified soy production: Shifts in land control in the Argentinian Chaco. *The Journal of Peasant Studies*, 43(2), 562–582. <https://doi.org/10.1080/03066150.2015.1041107>
- Gorenstein, S., & Ortiz, R. D. (2016). La tierra en disputa. Agricultura, acumulación y territorio en la Argentina reciente. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, 1(2). <http://www.ceil-conicet.gov.ar/ojs/index.php/revistaalasru/article/view/175>
- 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., & Townshend, J. R. G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342(6160), 850–853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
- Harris, N. L., Gibbs, D. A., Baccini, A., Birdsey, R. A., de Bruin, S., Farina, M., Fatoyinbo, L., Hansen, M. C., Herold, M., Houghton, R. A., Potapov, P. V., Suarez, D. R., Roman-Cuesta, R. M., Saatchi, S. S., Slay, C. M., Turubanova, S. A., & Tyukavina, A. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*, 11(3), 234–240. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00976-6>
- Hazell, P., & Wood, S. (2008). Drivers of change in global agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 495–515. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2166>
- Laurance, W. F., Sayer, J., & Cassman, K. G. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(2), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>
- le Polain de Waroux, Y., Baumann, M., Gasparri, N. I., Gavier-Pizarro, G., Godar, J., Kuemmerle, T., Müller, R., Vázquez, F., Volante, J. N., & Meyfroidt, P. (2018). Rents, actors, and the expansion of commodity frontiers in the Gran Chaco. *Annals of the American Association of Geographers*, 108(1), 204–225. <https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1360761>
- le Polain de Waroux, Y., Garrett, R. D., Graesser, J., Nolte, C., White, C., & Lambin, E. F. (2019). The restructuring of South American soy and beef production and trade under changing environmental regulations. *World Development*, 121, 188–202. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.05.034>
- Leach, M., Mearns, R., & Scoones, I. (1999). Environmental Entitlements: Dynamics and institutions in community-based natural resource management. *World Development*, 27(2), 225–247. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(98\)00141-7](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(98)00141-7)
- Li, T. M. (2014). *Land's End: Capitalist relations on an indigenous frontier*. Duke University Press.
- Macchi, L., Decarre, J., Gojman, A. P., Mastrangelo, M., Blendinger, P. G., Gavier-Pizarro, G. I., Murray, F., Piquer-Rodriguez, M., Semper-Pascual, A., & Kuemmerle, T. (2020). Trade-offs between biodiversity and agriculture are moving targets in dynamic landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 57(10), 2054–2063. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13699>
- Makki, F. (2014). Development by Dispossession: Terra Nullius and the social-ecology of new enclosures in Ethiopia. *Rural Sociology*, 79(1), 79–103. <https://doi.org/10.1111/ruso.12033>
- Messerli, P., Giger, M., Dwyer, M. B., Breu, T., & Eckert, S. (2014). The geography of large-scale land acquisitions: Analysing socio-ecological patterns of target contexts in the global South. *Applied Geography*, 53, 449–459. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.07.005>
- Meyfroidt, P., Roy Chowdhury, R., de Bremond, A., Ellis, E. C., Erb, K.-H., Filatova, T., Garrett, R. D., Grove, J. M., Heinimann, A., Kuemmerle, T., Kull, C. A., Lambin, E. F., Landon, Y., le Polain de Waroux, Y., Messerli, P., Müller, D., Nielsen, J. Ø., Peterson, G. D., Rodriguez

- García, V., ... Verburg, P. H. (2018). Middle-range theories of land system change. *Global Environmental Change*, 53, 52–67. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.08.006>
- Newton, P., Kinzer, A. T., Miller, D. C., Oldekop, J. A., & Agrawal, A. (2020). The number and spatial distribution of forest-proximate people globally. *One Earth*, 3(3), 363–370. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.08.016>
- Ochoa-Quintero, J. M., Gardner, T. A., Rosa, I., Ferraz, S. F. de B., & Sutherland, W. J. (2015). Thresholds of species loss in Amazonian deforestation frontier landscapes. *Conservation Biology*, 29(2), 440–451. <https://doi.org/10.1111/cobi.12446>
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *BioScience*, 51(11), 933. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Paolasso, P., Krapovickas, J., & Gasparri, N. (2012). Deforestación, expansión agropecuaria y dinámica demográfica en el Chaco Seco Argentino durante la década de los noventa. *Latin American Research Review*, 47(1), 35–49.
- Peluso, N. L., & Lund, C. (2011). New frontiers of land control: Introduction. *The Journal of Peasant Studies*, 38(4), 667–681. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.607692>
- Piquer-Rodríguez, M., Butsic, V., Gärtner, P., Macchi, L., Baumann, M., Gavier Pizarro, G., Volante, J. N., Gasparri, I. N., & Kuemmerle, T. (2018). Drivers of agricultural land-use change in the Argentine Pampas and Chaco regions. *Applied Geography*, 91, 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.01.004>
- Piquer-Rodríguez, María, Torella, S., Gavier-Pizarro, G., Volante, J., Somma, D., Ginzburg, R., & Kuemmerle, T. (2015). Effects of past and future land conversions on forest connectivity in the Argentine Chaco. *Landscape Ecology*, 30(5), 817–833. <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0147-3>
- Reardon, T., Barrett, C. B., Berdegué, J. A., & Swinnen, J. F. M. (2009). Agrifood industry transformation and small farmers in developing countries. *World Development*, 37(11), 1717–1727. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.08.023>
- Ribot, J. C., & Peluso, N. L. (2003). A theory of access. *Rural Sociology*, 68(2), 153–181. <https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.2003.tb00133.x>
- Rivas, A. I., & Rivas, J. J. N. (2009). La distribución de la tierra en el Norte Grande Argentino: Persistencias y Cambios. *Baética. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 91–113.
- Rueda, C. V., Baldi, G., Gasparri, I., & Jobbágy, E. G. (2015). Charcoal production in the Argentine Dry Chaco: Where, how and who? *Energy for Sustainable Development*, 27, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2015.04.006>
- Sacchi, L. V., & Gasparri, N. I. (2016). Impacts of the deforestation driven by agribusiness on urban population and economic activity in the Dry Chaco of Argentina. *Journal of Land Use Science*, 11(5), 523–537. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2015.1098739>
- Scoones, Ian. (2015). *Sustainable livelihoods and rural development*. Fernwood Pub.
- Sen, A. (1989). Development as capability expansion. *Journal of Development Planning*, 19(1), 41–58.
- Seward, B., Jones, P. F., & Hurley, A. T. (2012). Where are all the fences: mapping fences from satellite imagery. In *Proceeding of the Pronghorn Workshop* (Vol. 25, pp. 92–98).
- Sunderlin, W. D., Hatcher, J., & Liddle, M. (2008). From exclusion to ownership? Challenges and opportunities in advancing forest tenure reform. *From Exclusion to Ownership? Challenges and Opportunities in Advancing Forest Tenure Reform*. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20083273165>

- Villarino, S. H., Studdert, G. A., Baldassini, P., Cendoya, M. G., Ciuffoli, L., Mastrángelo, M., & Piñeiro, G. (2017). Deforestation impacts on soil organic carbon stocks in the Semiarid Chaco Region, Argentina. *Science of The Total Environment*, 575, 1056–1065.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.175>
- Walker, R. (2003). Mapping process to pattern in the landscape change of the Amazonian frontier. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(2), 376–398.
<https://doi.org/10.1111/1467-8306.9302008>
- Zalles, V., Hansen, M. C., Potapov, P. V., Parker, D., Stehman, S. V., Pickens, A. H., Parente, L. L., Ferreira, L. G., Song, X.-P., Hernandez-Serna, A., & Kommareddy, I. (2021). Rapid expansion of human impact on natural land in South America since 1985. *Science Advances*, 7(14), eabg1620. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg1620>