



Académico e investigador,
UCR (melvin.lizanoaraya@
ucr.ac.cr)



Investigador, UCR (ramon.
masiscampos@ucr.ac.cr)

Experiencia de monitoreo del cambio de uso de la tierra en pastos para ganadería en Costa Rica durante el período 2021–2022

*Melvin Lizano Araya
Ramón Masís Campos*

La ganadería constituye una actividad estratégica en Costa Rica, ocupando una porción significativa del territorio nacional. Ante los compromisos ambientales globales, como el Pacto Verde Europeo y la regulación EUDR, el país impulsa iniciativas como el sistema MOCU-PP, apoyado por el PNUD, para monitorear cultivos y coberturas de la tierra. Este artículo documenta el análisis geoespacial del paisaje productivo de pastos en Costa Rica, evaluando su relación con la cobertura arbórea y los cambios ocurridos en el período 2021–2022.

Por lo anterior resulta de especial importancia comprender la dinámica territorial de los paisajes ganaderos en Costa Rica, debido a que no solamente tiene implicaciones a nivel productivo, sino a nivel ambiental y legal. El relacionar los pastos con la cobertura arbórea es un indicador clave hacia la sostenibilidad, pues este refleja la presión sobre los recursos naturales y su asociación con prácticas silvo-pastoriles. Sin embargo, existe una limitada disponibilidad de información que permita analizar esos cambios a nivel espacial y que sea comparable con criterios metodológicos

consistentes principalmente en períodos recientes.

Es por todo esto, que el presente trabajo realiza un aporte basado en la utilización de tecnologías geoespaciales con el fin de caracterizar las dinámicas de las áreas de pastos en función a la cobertura arbórea a nivel nacional para el período comprendido entre los años 2021-2022. Esto es posible a través de la integración de la teledetección, fotointerpretación y validación en campo donde se busca no sólo describir los patrones espaciales existentes sobre estas coberturas sino a fortalecer el monitoreo a través de estas herramientas con el fin de que permitan apoyar la toma de decisiones en materia territorial, ambiental, productivo entre otros. Por lo anterior es que este artículo se posiciona como un insumo técnico-científico para instituciones públicas, sector productivo y para el diseño de políticas públicas asociadas a esta materia.

En Costa Rica, los pastizales constituyen un componente dominante dentro de la matriz de los paisajes rurales, reflejando su importancia en las dinámicas agroproductivas del país. Según el último Censo Agropecuario realizado en 2014 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2015), la cobertura de pastizales alcanza una extensión de 1 044 910 hectáreas, lo que representa el 20.45 % del territorio nacional. Esta cobertura se concentra principalmente en cantones de las regiones Huetar Norte (San Carlos y Sarapiquí) y Brunca (Buenos Aires),

donde la ganadería constituye una actividad económica que produce la generación de divisas y empleo directo e indirecto en las zonas rurales.

En cuanto al hato ganadero que pastorea este paisaje, el censo (2014) estimó un total de 1 497 551 animales, de los cuales el 52.3 % corresponde a ganado de carne, el 16.2 % a ganado de leche, el 31.3 % a doble propósito, y un 0.2 % a animales destinados exclusivamente al trabajo agrícola, como la preparación de terrenos.

A nivel nacional, la composición de los pastos utilizados como gramíneas forrajeras se divide en pastos naturales (53.3 %), pastos mejorados (44.6 %) y pastos de corte (2.1%) (INEC, 2015). Para Costa Rica, Cortés Enríquez (1994) identificó más de treinta variedades de especies forrajeras, entre las que destacan *Hyparrhenia rufa* (jaragua) en tierras bajas, *Brachiaria spp.* en bajuras y terrazas, y *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) en altitudes medias, además de *Brachiaria brizantha* y *Cynodon nlemfuensis*, especies que se adaptan mejor a sistemas de intensificación racional y a condiciones de sequía estacional.

Otro rasgo distintivo de los potreros en el paisaje costarricense es la presencia de cobertura arbórea. Abarca y Segura (2024) calculan un promedio de 21 árboles por hectárea, lo que equivale a entre 19 y 22 millones de árboles para el país con funciones ecológicas clave, como la provisión de sombra, el aumento de biodiversidad y el secuestro de carbono (Rizo y otros 2022).

La relación binaria entre los pastizales y la cobertura arbórea en los paisajes productivos representa una interacción clave que influye directamente en la funcionalidad y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios. Esta relación no es estática en el tiempo, dependiendo del manejo, pueden traducirse en pérdidas tanto ambientales (biodiversidad, suelo, agua) como económicas, afectando negativamente la productividad del pastizal.

Las dinámicas por cambios en la cobertura y usos de la tierra son desafíos de interés nacional en política comercial, especialmente en las cadenas de valor libres de deforestación que requieren que el Estado y el sector privado adopten medidas para vigilar la dinámica de la cobertura terrestre dentro de los paisajes de producción que abastecen al mundo materias primas (Sassa y Acuña, 2021).

El monitoreo del cambio de uso de la tierra es una estrategia fundamental para la gestión sostenible del territorio y una herramienta clave en la formulación de políticas ambientales, particularmente cuando se basa en tecnologías geoespaciales. Estas tecnologías, como los sistemas de información geográfica (SIG), fotogrametría y la teledetección, permiten observar, registrar y analizar de manera precisa y sistemática las transformaciones del paisaje a lo largo del tiempo. Gracias a su capacidad para generar datos geográficos actualizados y de alta resolución, el monitoreo geoespacial facilita la identificación de tendencias en la conversión del uso de la tierra, como

la deforestación, la expansión agrícola o el crecimiento urbano, ofreciendo evidencia técnica para la toma de decisiones informadas.

Sassa y Acuña (2021) señalan que, a nivel internacional, existen diversas soluciones tecnológicas para el monitoreo del cambio en la cobertura forestal, entre las que destacan plataformas como Global Forest Watch, MapX, Planet, MapHubs y Open Foris, así como sistemas nacionales implementados en Brasil, Indonesia y Perú y regionales como el Servicio de Monitoreo de la Tierra de Copernicus (CLMS, 2025) de la Unión Europea. En el caso de CLMS entre sus productos cartográficos destacan las capas de pastizales (Ver **Figura 1**), que ofrecen datos de resolución espacial (10 metros) desde 2017 para periodo trianuales sobre la ubicación, extensión y cambios entre los pastizales con otros usos de la tierra.

Para Costa Rica, en 2015 el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través Green Commodities. Esta es una iniciativa global cuyo objetivo principal es transformar la producción de productos agrícolas básicos hacia prácticas más sostenibles, libres de deforestación y socialmente responsables.

Este antecedente, permitió lanzar el MOCUPP (Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos). La metodología combina fotointerpretación, teledetección con imágenes satelitales (Landsat y Sentinel) y verificación de campo mediante formularios móviles con georeferenciación, con



Figura 1. Visor cartográfico “High Resolution Layer Grasslands”.

el propósito de consolidar un historial de monitoreo anual sobre cambios (pérdida y ganancia) en la cobertura arbórea vinculados a cultivos de piña, palma aceitera, pasturas, café y banano (Aguilar Arias et al., 2019; Aguilar-Arias et al., 2023, Vargas et al., 2022).

Paralelamente, el MOCUPP se encuentra alineado y articulado con el Sistema Nacional de Monitoreo de la Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE), la plataforma oficial de Costa Rica que consolida y estandariza la información geoespacial sobre cobertura, uso del suelo y ecosistemas a nivel nacional, facilitando la toma de decisiones ambientales y territoriales (Molina-Murillo et al., 2020). En virtud del Decreto Ejecutivo N.º 42886-MINAE-MAG-JP, el flujo de datos generado por MOCUPP alimenta directamente la base cartográfica de SIMOCUTE y contribuye a la generación de indicadores para instrumentos

internacionales como Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+), un mecanismo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que promueve incentivos económicos a los países que protegen sus bosques, y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), que son los compromisos asumidos por los países en el marco del Acuerdo de París para mitigar el cambio climático.

Esa compatibilidad cobra especial relevancia para políticas comerciales como el Reglamento Europeo sobre Productos Libres de Deforestación (EUDR) y el Pacto Verde Europeo, los cuales exigen trazabilidad espacial posterior al 31 de diciembre de 2020 (Fitoria Vargas, 2024; Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE], 2024). El MOCUPP proporciona cartografía anual que permite a finqueros y agroindustrias demostrar

la no conversión de cobertura, requisito clave para acceder a mercados premium. CORFOGA ha integrado dichos insumos en su Norma Técnica de Ganadería Libre de Deforestación y a Base de Pastos (CORFOGA, 2024), respaldada además por el Instituto de Normas Técnicas y por esquemas de certificación promovidos en la prensa especializada (Picado, 2020). La FAO y el PNUD han reconocido esa capacidad en pilotos de ganadería sostenible en la Brunca, destacando la captura de carbono y la mejora de medios de vida rurales (FAO, 2022; Sasa & Acuña, 2021).

Costa Rica se ubica en América Central, con una extensión terrestre aproximada de 51 100 Km² caracterizada por una alta diversidad ambiental, climática y socioeconómica que condiciona los patrones de uso y cobertura de la tierra (FAO, 2003). Para efectos de planificación y análisis territorial, el país se organiza en regiones socioeconómicas definidas por el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), las cuales constituyen una referencia oficial para la formulación de políticas públicas y la gestión del desarrollo regional.

Estas regiones agrupan cantones con características relativamente homogéneas en términos de estructura productiva, condiciones socioeconómicas, accesibilidad, dinámica poblacional y uso del territorio. Esas regiones son: Central, Chorotega, Pacífico Central, Brunca, Huetar Caribe y Huetar Norte.

El uso de estas regiones como unidad de análisis en el sistema MOCUPP responden a una forma fácil de capturar las diferencias territoriales en los sistemas productivos y en las dinámicas del cambio de cobertura del uso de la tierra, particularmente en paisajes ganaderos (MAG, 2015). Esta regionalización permite analizar de forma comparativa los patrones espaciales de pérdida y ganancia de la cobertura arbórea en áreas de pastizales, así como identificar las diferentes tendencias asociadas a factores biofísicos, económicos y de gestión del territorio. Por tanto, el presente estudio se desarrolla a escala nacional, utilizando como unidad de agregación espacial las regiones socioeconómicas de MIDEPLAN, lo que facilita la interpretación de resultados en función de políticas públicas, compromisos ambientales, procesos de certificación y estrategias de producción sostenible.

El proceso metodológico empleado para el análisis de la cobertura de pastizales y vegetación arbórea en la región Brunca, durante el periodo 2020-2022, se basó en la integración de datos satelitales, geográficos, verificación en campo y el uso combinado de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) de escritorio, servidores de mapas, bases de datos espaciales y aplicaciones móviles, todas basadas en software libre. Entre las herramientas utilizadas destacan QGIS, QField, PostgreSQL y GeoServer.

A nivel de software de escritorio, se utilizó QGIS para el mapeo de la

cobertura arbórea, pastos y detección de pérdida de cobertura arbórea frente a pastizales. Cada región fue subdividida en una malla con cuadrante de 625 hectáreas (Ver **Figura 2**), utilizando como criterio de segmentación una cuadrícula regular que permite el análisis sistemático del territorio y la comparación entre unidades homogéneas.

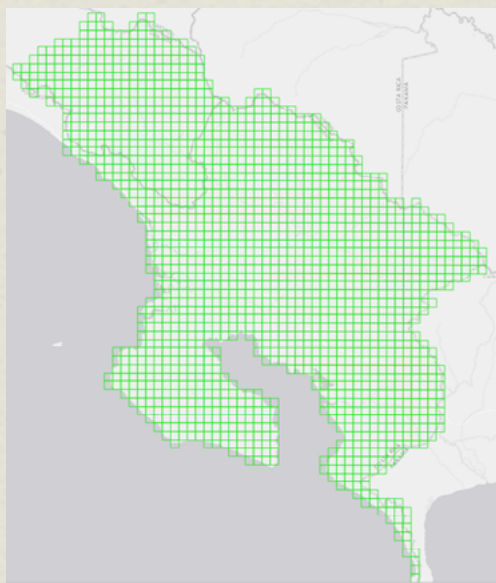


Figura 2. Área mapeada en el caso de la región Brunca.

La base del análisis se sustentó en imágenes satelitales del programa Copernicus, iniciativa liderada por la Agencia Espacial Europea (ESA). Este programa proporciona datos gratuitos y de acceso abierto desde el año 2014, a través de una constelación de satélites denominados Sentinel. En particular, las misiones Sentinel-2 ofrecen imágenes multispectrales con una resolución espacial de hasta 10

metros y una frecuencia de revisita de cinco días, lo que permite un monitoreo continuo y detallado de la superficie terrestre. En este caso de la región Brunca se utilizó imágenes Sentinel-2 Nivel 2A (Level-2A) que fueron descargas libremente y sin restricciones desde el sitio web Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu>).

De forma complementaria, los datos ópticos fueron acompañados por imágenes de Radar de Apertura Sintética (SAR) provenientes del satélite Sentinel-1. Esta combinación resultó especialmente valiosa en el área de estudio, donde hay dominancia de nubosidad a lo largo del año, debido a una combinación de factores climáticos y geográficos que interactúan de manera constante a lo largo del año. Uno de los principales elementos limitantes es la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), además, el relieve montañoso de la cordillera de Talamanca genera lluvias orográficas al forzar el ascenso de masas de aire húmedo provenientes del océano Pacífico, intensificando así la cobertura nubosa en las estribaciones. A esto se suma la influencia marítima directa.

La fotointerpretación de las coberturas se realizó con las bandas ópticas con resolución de 10 m para un mosaico regional de los cuatrimestres de enero a abril del 2021 y 2022. Se realizó utilizando una escala operativa de 1:10 000, la cual permite identificar con mayor precisión elementos relevantes como la cobertura arbórea, los pastizales (ver **Figura 3**), las

áreas productivas y diversas estructuras de origen antrópico, tomando como referencia una unidad mínima mapeable de 0.5 ha.

El ejercicio de identificar pastos y cobertura arbórea se consideraron aspectos como: tono, color, textura, forma, patrón, asociación y la ubicación de las unidades mínimas mapeables. Según el marco conceptual del MOCUPP definido por Aguilar et al. (2019), los pastizales se clasifican como áreas de pastos naturales o establecidos, destinadas al pastoreo o corte de forraje, que presentan menos del 70 % de cobertura de copas de árboles, arbustos o palmas, sin formar un dosel continuo. En contraste, la cobertura arbórea corresponde a áreas naturales, seminaturales o plantadas con árboles o arbustos ya sean nativos o exóticos que presentan una cobertura de dosel igual o superior al 70 %. Para efectos de la metodología MOCUPP la cobertura arbórea se extiende en un área de influencia de 2 km en torno

a los pastizales mapeados. Esta categoría incluye el bosque en todas sus fases sucesiones, así como manglares, páramos y plantaciones forestales.

Paralelamente se realizaron visitas, utilizando la aplicación móvil QField, instalada en tabletas y teléfonos inteligentes con sistemas iOS, Android, Windows. Esta etapa de validación fue fundamental para ajustar y corregir la interpretación preliminar realizada a partir de imágenes satelitales, especialmente en aquellas zonas con alta dinámica de cambio.

Para garantizar la calidad y consistencia de los datos cartográficos generados, se implementó un control de calidad topológico en QGIS orientado a validar tanto la geometría como la integridad temática de los polígonos correspondientes a las coberturas de pastizales y arbórea.

En el software de escritorio se establecieron reglas topológicas específicas de “Validación de Topología”, configurando criterios que permitió asegurar que

las coberturas espaciales fueran topológicamente válidas, sin errores geométricos ni vacíos, y que los datos atributivos asociados estuvieran correctamente estructurados para su posterior análisis geoespacial.

Posteriormente, para el mapeo de pérdidas, ganancias y no cambio en la relación binomial: pastos y cobertura arbórea.

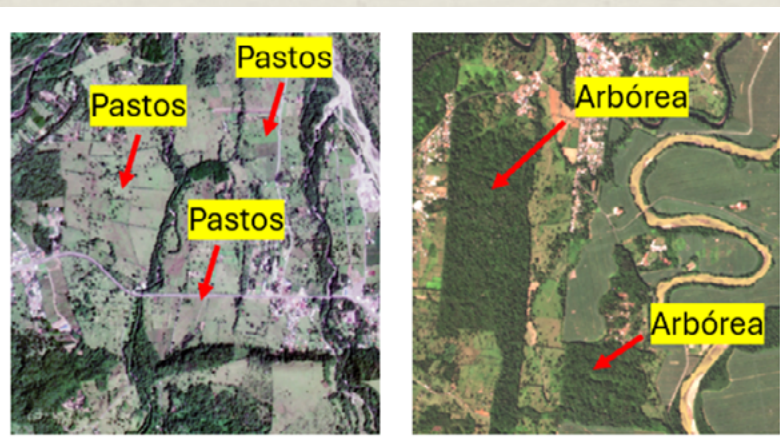


Figura 3. Contraste de la cobertura de pastos y arbórea en Sentinel 2A.

Se realizó por medio de la fórmula **FAO (1996)**:

$$TDC:([S2-S1]^{1/n})-1$$

donde:

TDC= tasa anual de cambio relativa

S2= superficie correspondiente a la fecha más reciente

S1= superficie correspondiente a la fecha inicial

n = número de años transcurridos entre ambas fechas

Una vez resultantes los datos geográficos en QGIS y Qfield por los procesos de fotointerpretación y verificación en campo, fueron cargados en una base de datos PostgreSQL, en la cual se habilitó PostGIS para el manejo de geometrías, relaciones espaciales, operaciones geográficas y revisaron los metadatos conforme a los lineamientos del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), asegurando la descripción técnica, temática, temporal y espacial de cada producto geográfico.

La distribución espacial de la cobertura de pastos a nivel nacional para 2021 y 2022, se tiene lo mostrado en la **Figura 4** respectivamente. Para ambos períodos se evidencia una clara concentración de las áreas de pastos en las regiones Huetar Norte, Chorotega y Brunca las cuáles constituyen los principales núcleos de producción ganadera del país.

En términos porcentuales, durante el período 2021-2022 las regiones con mayor cobertura de pastos fueron Huetar Norte, con 27.29 % y 27.50 %, respectivamente; Chorotega, con 25.06 % y 25.04 %; y Brunca, con 20.73 % y 20.57 %. En contraste, las regiones con menor cobertura correspondieron al Pacífico Central, con 6.95 % y 6.98 %; la región Central, con 9.94 % y 9.87 %; y Huetar Caribe, con 10.03 % y 10.05 %. Estos resultados se presentan de forma sintetizada en el **Cuadro 1**.

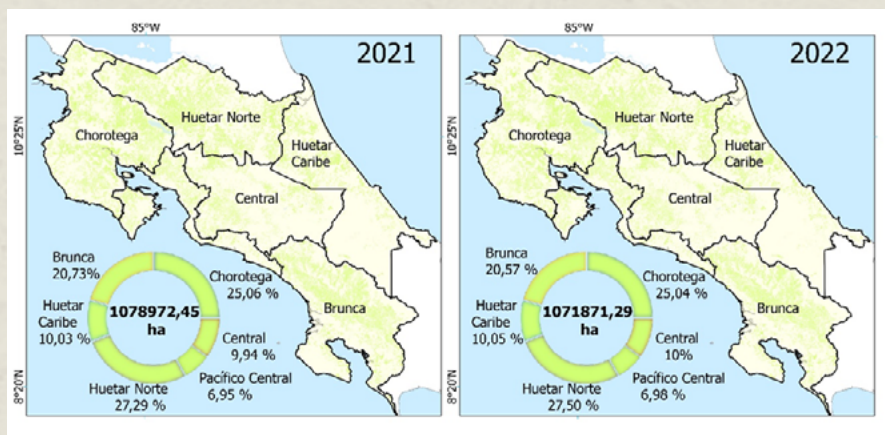


Figura 4. Cobertura de pastos para los años 2021 y 2022.

Cuadro 1. Comparación de cobertura de pastos en los dos periodos analizados.

Regiones	2020-2021		2021-2022	
	Área (ha.)	%	Área (ha.)	%
Chorotega	270 343.33	25.06	268 347.561	25.04
Central	107 253.245	9.94	105 780.83	9.87
Pacífico Central	75 001.7831	6.95	74 766.6807	6.98
Huetar Norte	294 504.924	27.29	294 794.834	27.50
Huetar Caribe	108 220.844	10.03	107 677.34	10.05
Brunca	223 648.326	20.73	220 504.048	20.57
Total	1 078 972.45		1 071 871.29	

Al comparar los períodos 2021 y 2022 se identificaron variaciones moderadas en la cobertura de pastos entre las distintas regiones del país, evidenciando una dinámica espacial diferenciada. Las mayores disminuciones se registraron en la región Brunca (−0.16 %), seguida por la región Central (−0.07 %) y Chorotega (−0.02 %). Por el contrario, las regiones que mostraron incrementos en la cobertura de pastos fueron Huetar Norte (+0.21 %), Pacífico Central (+0.02 %) y Huetar Caribe (+0.02 %), lo que sugiere comportamientos regionales distintos en la evolución de este uso del suelo durante el período analizado.

Estos resultados evidencian una dinámica relativamente estable en la cobertura de pastos a nivel nacional para el período comprendido entre 2021-2022, con variaciones regionales leves. Esta variabilidad puede sugerir la coexistencia de procesos locales de ajustes en el uso de la tierra, posiblemente asociadas

a prácticas de manejo productivo como a condiciones ambientales y mejoras en la precisión cartográfica.

La cobertura asociada a estas áreas fue definida con base a un área de influencia de 2 km (radio de 2 km) del área de pastos que cuentan con una cobertura de dosel mayor o igual al 70 %. Los resultados de este proceso a nivel nacional se muestran en la **Figura 5**.

A nivel nacional, las regiones con mayor cobertura arbórea durante el período analizado fueron Chorotega, con 21.14 % y 21.20 % en 2021 y 2022, respectivamente; Brunca, con 20.60 % y 20.61 %; Central, con 19.11 % y 19.03 %; y Huetar Norte, con 17.92 % y 17.86 %. Por otro lado, las regiones con menor cobertura arbórea correspondieron al Pacífico Central, con 9.05 %, y Huetar Caribe, con 12.18 % y 12.25 %. Estos resultados se presentan de manera sintetizada en el **Cuadro 2**.

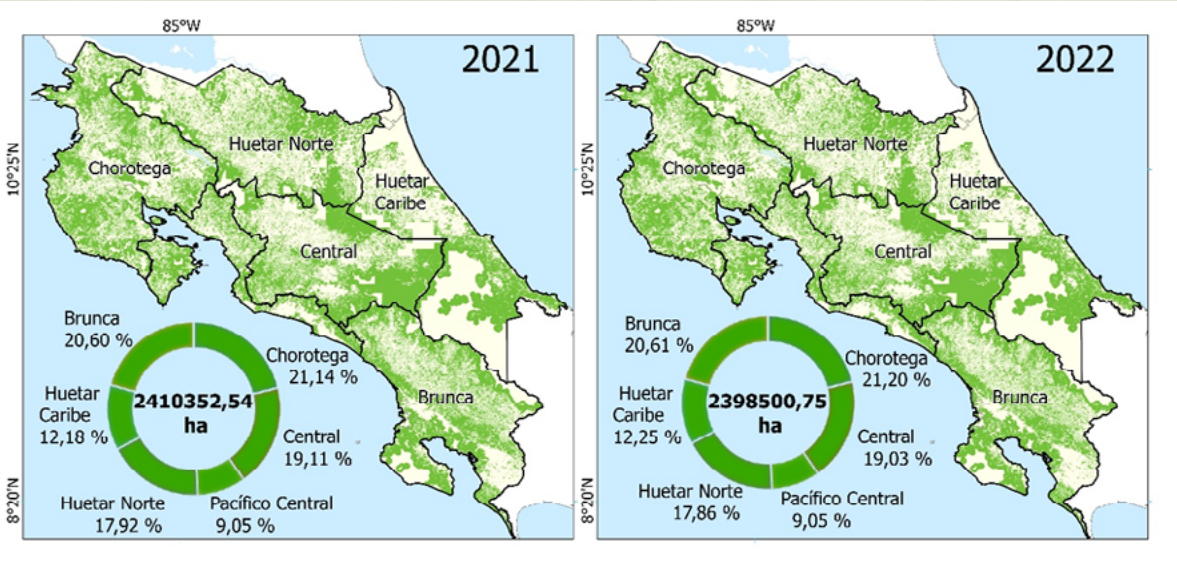


Figura 5. Cobertura arbórea para los años 2021 y 2022

Cuadro 2. Comparación cobertura arbórea.

Regiones	2021		2022	
	Área (ha.)	%	Área (ha.)	%
Chorotega	509 553.9391	21.14	508 587.095	21.20
Central	460 638.4112	19.11	456 419.49	19.03
Pacífico Central	218 101.4904	9.05	217 081.215	9.05
Huetar Norte	431 920.351	17.92	428 488.099	17.86
Huetar Caribe	293 700.267	12.18	293 702.461	12.25
Brunca	496 438.0877	20.60	494 222.393	20.61
Total	2 410 352.546	100	2 398 500.75	100.00

Al comparar los años 2021 y 2022 se identificaron reducciones en la cobertura arbórea de las regiones Central (−0.08 %) y Huetar Norte (−0.05 %). Por el contrario, se registraron leves incrementos en las regiones Chorotega (+0.06 %), Huetar Caribe (+0.06 %) y Brunca (+0.01 %). En general, las variaciones observadas

fueron de baja magnitud, lo que sugiere una relativa estabilidad en la distribución de la cobertura arbórea durante el período analizado.

Nótese que los valores reportados no corresponden a la cobertura arbórea total de territorio nacional, sino exclusivamente a lo asociados a las áreas de pastura.

En este sentido, la estimación se realizó considerando los 2 km de estas áreas, así como el umbral mínimo de cobertura de dosel mayor o igual al 70 %. Este criterio metodológico permite enfocar el análisis en la interacción entre sistemas ganaderos y su relación con la cobertura arbórea lo que garantiza la consistencia de la delimitación de las áreas evaluadas. Finalmente, a nivel nacional se estimó un incremento neto aproximado de 25 296.73 ha (+1.25 %) de cobertura arbórea asociada a áreas de pastos.

Con respecto al análisis espacial de cambios presentado en la **Figura 6** y el **Cuadro 3**, las mayores pérdidas de cobertura arbórea se concentraron en las regiones Brunca (39.64 %), Chorotega (32.16 %) y Huetar Norte (16.50 %). No obstante, estas mismas regiones también registraron los mayores porcentajes de ganancia de cobertura arbórea, destacando Chorotega

con un 60.87 %, seguida de Huetar Norte con 23.20 % y Brunca con 8.50 %. Estos resultados evidencian una dinámica territorial activa, caracterizada por procesos simultáneos de pérdida y recuperación de cobertura arbórea en distintas áreas del país.

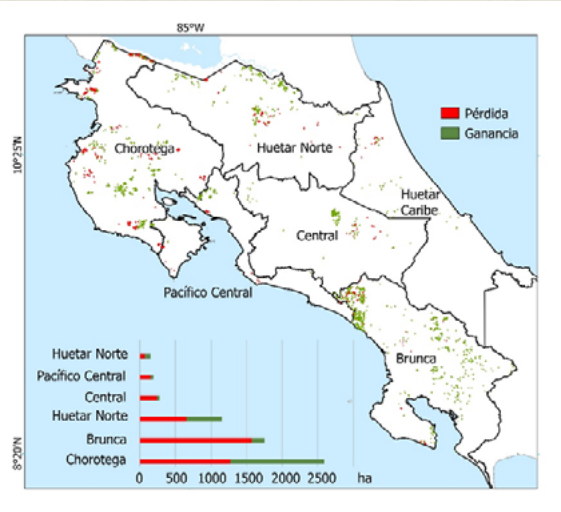


Figura 6. Relación pérdida y ganancia de cobertura arbórea para 2021-2022 por región socioeconómica.

Cuadro 3. Pérdidas, ganancias y sin cambios a nivel nacional en hectáreas, periodo 2021-2022.

Regiones	Pérdida	%	Ganancia	%	Sin cambios	%
Brunca	1 566.70	39.64	184.11	8.50	1 050 903.1	30.60
Central	239.34	6.06	39.71	1.83	912 242.8	26.56
Chorotega	1 271.13	32.16	1 318.50	60.87	696 667.17	20.29
Huetar Caribe	71.44	1.80	82.40	3.80	203 048.4	5.91
Huetar Norte	652.50	16.50	502.54	23.20	445 925.3	12.99
Pacífico Central	150.77	3.81	38.57	1.78	445 925.3	3.65
Total	3 952.20	100	2 165.86	100	3 434 009.6	100

Las transiciones resultantes no corresponden exclusivamente a cambios directos entre las áreas de pastos y cobertura arbórea, sino que también pueden involucrar otros usos de la tierra como cultivos, vegetación secundaria o en transición, o áreas de terreno descubierto.

Asimismo, las imágenes utilizadas corresponden a los primeros meses de cada año por lo que las condiciones fenológicas y climáticas pueden influir en la respuesta espectral de la vegetación. Es por todo lo anterior que los resultados deben interpretarse como una aproximación que responde a la dinámica general que puede tener el paisaje productivo, más que a cambios absolutos entre las coberturas.

Los resultados obtenidos evidencian que la cobertura de pastos a nivel nacional presenta una dinámica relativamente estable para el período comprendido entre los años 2021-2022 con algunas variaciones leves y distribuidas de forma heterogénea entre las distintas regiones. Esta estabilidad sugiere que para Costa Rica no se están produciendo cambios abruptos en la expansión o reducción de las áreas ganaderas, sino más bien que responden a ajustes locales asociados a las distintas prácticas de manejo y condiciones ambientales, así como mejoras en los procesos cartográficos.

La concentración de áreas de pastos en regiones como: Huetar Norte, Chorotega y Brunca, confirman la

presencia de patrones históricos a nivel territorial vinculados a áreas ganaderas (*Corporación Ganadera, 2001*). Estas regiones continúan desempeñando un papel estratégico en la producción pecuaria del país, lo que coincide con lo reportado en estudios previos sobre la distribución del hato ganadero y el uso de la tierra en Costa Rica. Sin embargo, las pequeñas variaciones observadas entre estos años (2021 y 2022) reflejan que estos paisajes no son estáticos, sino que responden a dinámicas productivas y ambientales específicas de cada región y su geografía.

Con respecto a la cobertura arbórea asociada a las áreas de pastos, los resultados muestran una tendencia estable con algunos leves aumentos puntuales, principalmente en regiones como: Chorotega, Huetar Caribe y Brunca. Este tipo de comportamiento puede interpretarse de forma positiva en términos de sostenibilidad, debido a que podría sugerir la presencia o recuperación de áreas de bosque dentro de sistemas productivos ganaderos, lo cual es consistente con los enfoques de ganadería sostenible y sistemas silvopastoriles (*Ibrahim et al., 2007*).

Sin embargo, es importante señalar que las variaciones detectadas en la cobertura arbórea deben interpretarse con cautela debido a que los cambios observados pueden estar influenciados por factores metodológicos como la disponibilidad de imágenes con menor nubosidad, una mejor expresión fenológica o la

aplicación de criterios más estrictos de fotointerpretación. La mejora en la calidad de los insumos geoespaciales y los procedimientos de clasificación de las coberturas, pueden contribuir a una representación más precisa del paisaje, pero también pueden generar ajustes en las estimaciones respecto a otros períodos.

A nivel de políticas públicas, los resultados adquieren una relevancia especial en el contexto de las exigencias internacionales, relacionadas principalmente con cadenas de producción libres de deforestación, como el Reglamento de la Unión Europea sobre productos libres de deforestación (EUDR) (Unión Europea, 2023). La capacidad de generar cartografía de mejor detalle sobre la dinámica de las áreas de pastos y de cobertura arbórea permite fortalecer los sistemas de trazabilidad territorial y apoyar la evidencia técnica-científica para el cumplimiento de los estándares anteriormente indicados.

Asimismo, la articulación del sistema MOCUPP con plataformas nacionales como SIMOCUTE posiciona a Costa Rica en términos de monitoreo geoespacial del uso de la tierra. Este tipo de herramientas no solo contribuye al cumplimiento de compromisos climáticos internacionales como REDD+ y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) sino que también facilita la toma de decisiones relacionadas a la planificación territorial y la gestión de los paisajes productivos (FONADER & GIZ, 2021).

Los resultados obtenidos destacan la importancia de integrar metodologías de teledetección, fotointerpretación, validación en campo y análisis espacial, para comprender la dinámica de los sistemas agropecuarios. El nivel de validación alcanzado (90.6%) respalda la confiabilidad de la cartografía generada y evidencia el potencial que tienen las herramientas geoespaciales para el monitoreo del territorio.

Finalmente, este estudio demuestra que la dinámica de paisajes ganaderos en Costa Rica responde a una combinación de factores productivos, ambientales, metodológicos y resalta el valor de los sistemas geoespaciales para el monitoreo continuo de elementos en la superficie terrestre para avanzar hacia modelos de producción más sostenibles y transparentes.

Se concluye que la cobertura de pastos a nivel nacional mostró una alta estabilidad para el período 2021-2022 con pequeñas variaciones porcentuales y que están distribuidas de forma heterogénea para cada región, esto sugiere la ausencia de cambios abruptos relacionados a los sistemas ganaderos.

Las regiones Huetar Norte, Chorotega y Brunca concentran la mayor proporción de pastos lo que los consolida como los territorios de mayor producción ganadera, reflejando ese patrón espacial histórico del uso de la tierra.

Las variaciones observadas en la cobertura de pastos responden a

factores reales como metodológicos que incluyen desde cambios en el manejo productivo, condiciones ambientales y mejoras en la calidad de las imágenes satelitales utilizadas en los procesos de fotointerpretación.

La cobertura arbórea asociada a las áreas de pastos presentó una tendencia estable con pequeños incrementos lo que podría interpretarse como un indicador positivo hacia la incorporación de la cobertura arbórea en sistemas productivos y que irían de la mano con un enfoque de ganadería sostenible.

A nivel de metodología, el uso de un radio de 2 km y el nivel del umbral de mayor o igual al 70 % de dosel permitió delimitar de forma consistente la cobertura arbórea asociada a los pastos, lo que fortalece la comparación de los resultados y la interpretación de estos con sistemas ganaderos y otros elementos presentes en el paisaje.

La integración de la teledetección, fotointerpretación y validación en campo, demostró ser una estrategia robusta para el monitoreo del cambio de uso de la tierra generando información confiable (90.6 % de concordancia) que puede apoyar la toma de decisiones, así como el cumplir con compromisos ambientales y el desarrollo de sistemas productivos más sostenibles.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los profesionales, técnicos y asistentes en las diferentes etapas del estudio, particularmente en los procesos de fotointerpretación, levantamiento de información en campo y validación de la cartografía generada en el proyecto C3406 Actualización del paisaje productivo de pasto para Costa Rica financiado por medio del PNUD.

Referencias

- Abarca Monge, S., & Segura Guzmán, J. (2024). Coberturas arbóreas en fincas ganaderas de Costa Rica. *Horizonte Lechero*, (diciembre 2024), 47–49. https://fliphtml5.com/iifuy/hwvt/Revista_Horizonte_Lechero_diciembre_2024/
- Aguilar Arias, H., Vargas Bolaños, C., Ávila Pérez, I., Miller Granados, C., Manrow Villalobos, M., Fernández Garro, J., Fallas Montero, E., Acuña López, S., Vargas Céspedes, A., Hernández Hernández, S., Romero Badilla, D., & Jiménez Rodríguez, M. (2019). Definiciones MOCUPP [Archivo PDF]. CONARE–CENAT. <https://repositorio.conare.ac.cr/server/api/core/bitstreams/74f6d215-387c-4a48-8b65-5ef7e11dde2e/content>
- Aguilar-Arias, H., Ávila Pérez, I., Miller Granados, C., Romero Badilla, D., & Vargas Bolaños, C. (2023). Informe final de resultados: Proyecto conservando la biodiversidad por medio del manejo sostenible de paisajes productivos en Costa Rica [Archivo PDF]. CONARE–CENAT. <https://repositorio.conare.ac.cr/items/68b3bf6b-affd-46be-af29-8a255201567e>

- Copernicus Land Monitoring Service. (2025). High Resolution Layer – Grasslands: Product user manual (Issue 1.0). European Environment Agency. <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/product-user-manual-grassland-2017-2021/>
- Córdoba Peraza, J. A. (2023). Análisis de cambios en la cobertura de pastos de la Región Brunca de Costa Rica utilizando imágenes Sentinel-1 [Trabajo final de graduación, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Kérwá. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/items/e6927967-ccb4-4f73-bdda-fe4e3e5056ea>
- Corporación Ganadera. (2001). Análisis de censo ganadero 2000. https://inec.cr/wwwisis/documentos/Ministerio_Agricultura_Ganaderia/Analisis_de_Censo_Ganadero_2000.pdf
- Corporación Ganadera. (2022, marzo). Situación actual y perspectivas de la ganadería en Costa Rica marzo 2022 [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=H1KLQ-kD0dk>
- Corporación Ganadera. (2024). Norma técnica de ganadería libre de deforestación y a base de pastos [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=iOj73YhoTPg>
- Cortés Enríquez, G. (Ed.). (1994). Atlas agropecuario de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- FAO. (2003). Perfil general de Costa Rica. <http://www.fao.org/4/ad668s/ad668s03.htm>
- Fitoria Vargas, A. (2024). Pacto Verde y las regulaciones ambientales sobre el sector productivo de palma en Costa Rica: Estudio de casos de empresas en la zona Pacífico Sur [Tesis de maestría, Universidad Nacional, Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.ac.cr/items/4614f504-73c9-4926-bea8-f08b0e025b5f>
- FONADER & GIZ. (2021). Contribuciones nacionalmente determinadas actualizadas de Costa Rica (NDC 2020). <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Costa%20Rica%20NDC%202020.pdf>
- Hernández Hernández, S., Aguilar Arias, H., Ávila Pérez, I., Acuña López, S., Vargas Solano, Y., Vargas Céspedes, A., Obando Picado, M. F., Calvo Elizondo, Y., Jiménez Rodríguez, M., Fernández Garro, J., Fallas Montero, E., Romero Badilla, D., Manrow Villalobos, M., & Miller Granados, C. (2022). Informe final del paisaje productivo de pastos año 2019 [Archivo PDF]. CONARE–CENAT. <https://repositorio.conare.ac.cr/server/api/core/bitstreams/aac630e9-48c7-4893-be94-6cb8675f7d84/content>
- Ibrahim, M., Gobbi, J., Casasola, F., Chacón, M., Ríos, N., Tobar, D., Villanueva, C., & Sepúlveda, C. (2007). Experiencia del Proyecto Silvopastoril en Esparza, Costa Rica (PES Learning Papers). Banco Mundial. <https://documents.worldbank.org/curated/en/832061468045575340/pdf/862750NWP0SPAN00Box385172B00PU-BLIC0.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). Encuesta Nacional Agropecuaria 2021. <https://admin.inec.cr/sites/default/files/2022-10/rea-gropecENAPECUARIO2021-01.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2024, 29 de octubre). Estimación de hato vacuno supera 1,5 millones de cabezas. INEC. <https://inec.cr/noticias/estimacion-hato-vacuno-supera-15-millones-cabezas>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario 2014: Resultados generales*. INEC. <https://inec.cr/estadisticas-fuentes/censos/censo-agropecuario-2014>

- Ministerio de Ambiente y Energía. (2024, 17 de noviembre). Costa Rica se prepara para la implementación del Reglamento sobre Productos Libres de Deforestación de la Unión Europea. <https://www.minae.go.cr/noticias/2024/114%20Costa%20Rica%20se%20prepara%20para%20la%20implementacion%20del%20Reglamento%20sobre%20Productos%20Libres%20de%20Deforestacion%20de%20la%20Union%20Europea.aspx>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2015). Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra de Parcelas Piloto (MOCUPP): Metodología. https://www.mag.go.cr/SitePages/documentos/MOCUPP_Metodologia.pdf
- Molina-Murillo, S. A. (Ed.). (2020). *Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE)*. Ambientico, (273). Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. <https://www.ambientico.una.ac.cr/numeros-completos/sistema-nacional-de-monitoreo-de-cobertura-y-uso-de-la-tierra-y-ecosistemas/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022, 14 de diciembre). Pilotaje en región Brunca promueve una ganadería más sostenible. <https://www.fao.org/costarica/noticias/detail-events/fr/c/1626855>
- Picado Barboza, J. (2020). MOCUPP como herramienta para la gestión de la conectividad del paisaje en los corredores biológicos: Caso de estudio en el Área de Conservación La Amistad Pacífico. Ambientico, (276), 26–34. https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/33976/276_26-34.pdf
- Rizo Chavarría, C; Cascante Carvajal, C; Imbach Hermida; A. C; Tobar López; D. (2022). Percepción de productores ganaderos sobre la provisión de servicios ecosistémicos en la actividad ganadera, Esparza, Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 19(45). <https://doi.org/10.18845/rfmk.v19i45.6324>
- Sasa, K., & Acuña, F. (2021). Soluciones de monitoreo del cambio de uso de la tierra en apoyo de los commodities libres de deforestación: Orientación práctica. PNUD. <https://www.undp.org/es/costa-rica/publicaciones/revision-de-las-soluciones-de-monitoreo-del-cambio-de-uso-de-la-tierra-en-apoyo-de-los-commodities-libres-de-deforestacion>
- Unión Europea. (2023). Reglamento (UE) 2023/1115 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de mayo de 2023, relativo a la deforestación libre y degradación forestal, y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 2018/848. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32023R1115>
- Vargas Solano, Y., Manrow Villalobos, M., Vargas Bolaños, C., & Miller Granados, C. (2022). Informe: Detección de cambios basados en la pérdida, ganancia y no cambio de cobertura arbórea asociado al paisaje productivo de palma aceitera, periodo 2018–2019 [Archivo PDF]. CONARE–CENAT. <https://repositorio.conare.ac.cr/server/api/core/bitstreams/a0b69bca-ece8-4b15-b666-b5c4706c5df5/content>