

Artículo

**La frontera agrícola en las áreas  
aledañas al Humedal Nacional  
Térraba Sierpe y sus  
implicaciones en la  
sostenibilidad de los sistemas  
productivos**

The agricultural frontier in the areas surrounding the  
Terraba Sierpe National Wetland and its  
implications for the sustainability of production systems



Gerardo Cortés Muñoz<sup>1</sup>  
Nataly Montero Solís<sup>2</sup>

*Fecha de recepción: 16 de setiembre, 2020*  
*Fecha de aprobación: 26 de noviembre, 2020*

**Vol.7 N° 1 Enero- junio 2021**

*Cortés, G. y Montero, N.(2021). La frontera agrícola en las áreas aledañas al Humedal Nacional Térraba Sierpe y sus implicaciones en la sostenibilidad de los sistemas productivos. Revista e-Agronegocios, 7(1). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5317>*

**DOI: [https://doi.org/ 10.18845/ea.v7i1.5317](https://doi.org/10.18845/ea.v7i1.5317)**

<sup>1</sup>Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Docente en la Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios. Correo electrónico: gerardo.cortes@ucr.ac.cr

<sup>2</sup>Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Bachiller en Economía Agrícola y Agronegocios. Correo electrónico: naanmoso@gmail.com



## Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar la situación de la frontera agrícola y sus implicaciones en la sostenibilidad del ecosistema mediante la actualización del uso del suelo en las áreas aledañas al Humedal Nacional Térraba Sierpe (HNTS), para esto, fue necesario la utilización de técnicas de teledetección, giras de campo, revisión bibliográfica, y herramientas electrónicas como DNR Garmin y Arc Gis 10. Algunos de los resultados arrojan que la producción agropecuaria continúa siendo la principal actividad económica, destacando la producción de arroz, palma africana, plátano y ganadería de carne, estas actividades se practican como monocultivos o ganadería extensiva sin respetar de los límites de protección al HNTS, poniendo en riesgo la frontera de amortiguamiento.

**Palabras clave:** biodiversidad, teledetección, frontera agrícola, sostenibilidad, humedales.

## Abstract

The geographical areas of the South Pacific of Costa Rica agglomerate one of the most important natural elements in the Valle del Diquis region. The Térraba-Sierpe National Wetland (TSNW) represents a relevant area for global biodiversity, but agricultural activities have endangered its sustainability over time. The objective of this research is to update the land use of areas surrounding the HNTS, in order to analyze the situation of the agricultural frontier and its implications for the wetland sustainability, using remote sensing techniques, field trips, bibliographic review and electronic tools like DNR Garmin and Arc Gis 10.

**Key words:** biodiversity, remote sensing, agricultural border, sustainability, wetland.

## **Introducción**

Los humedales son uno de los ecosistemas más productivos del mundo y un hábitat único, sustentando una importante biodiversidad de flora y fauna incluidas especies amenazadas (Mitsch y Gosselink, 2000; Van den Broeck et al., 2015; Wu et al., 2018). Asimismo, los humedales son hábitats productivos que proporcionan valiosos beneficios (Walbridge, 1993; Parks y Kramer, 1995; Mitsch y Gosselink, 2007) como el almacenamiento de agua, mitigar inundaciones y tormentas, controlar la erosión y desempeñar un papel importante en el secuestro de carbono al evitar la acumulación a largo plazo de carbono orgánico (es decir, ecosistema de carbono azul) (Fu, Pillino, Cuddy y Andrews, 2015; Mojica, Tenorio y Garcia, 2018; Román, Rendal, Fernández y Méndez, 2018; Rivera, Quiroga, Meza y Pastene, 2019).

En Costa Rica el Humedal Nacional Térraba-Sierpe (HNTS) constituye uno de los elementos naturales más importantes de la región del Valle del Diquís del Pacífico Sur del país y es reconocido desde 1995 como Sitio Ramsar (Lobo, Alvarado, Duran, Ruiz y Quesada 2014), es decir un humedal de importancia internacional. Las regiones del Valle del Diquís y del Pacífico Sur de Costa Rica son consideradas como las más importantes de América Central debido a su riqueza biodiversa. Su formación la origina el río Sierpe y el Grande de Térraba que colecta aguas de innumerables ríos de la Cordillera de Talamanca y la Cordillera Costeña, constituyendo la cuenca hidrográfica más extensa de todo el país. Por su parte, el río Sierpe nace en una laguna ubicada en el mismo delta y le son tributarias las aguas de varios ríos y quebradas que se originan en las serranías de la Península de Osa (Lobo, Alvarado, Duran, Ruiz y Quesada 2014).

En el Valle del Diquís predomina la zona de vida bosque muy húmedo premontano transición a basal, y se ubica el manglar más grande del Pacífico de Centroamérica, así como el parche de bosque húmedo tropical más grande de la costa pacífica de la región y que constituye un sistema deltaico formado por la deposición de sedimentos de los ríos Térraba y Sierpe, con un ecosistema forestal destacado por el manglar (Lizano, 2014).

Los manglares del HNTS cubren una extensión de 14.637 hectáreas, lo que representa el 40% de todos los bosques de manglar de Costa Rica (Vargas, 2014). Por lo tanto, se puede identificar como parte de la unidad física-geográfica de la cuenca del río Grande de Térraba, pues los territorios ubicados dentro del HNTS son parte de dicha cuenca, que al desembocar se abre en un abanico de cinco esteros mayores que popularmente se identifican como "bocas" y son reconocidas por sus nombres Zacate, Brava, Coronado, Guarumal y Chica, respectivamente, estableciéndose como las principales zonas de extracción de pescado y piangua (Sanchez et al., 2013).

En el Pacífico Sur de Costa Rica, específicamente en las áreas aledañas al HNTS, los terrenos dedicados a la producción agropecuaria han alcanzado los límites de la frontera agrícola (Cortés, 2015). Por esta razón, es de suma importancia contar con investigaciones que permitan realizar valoraciones del desempeño de los sistemas productivos en las cuatro dimensiones

de la sostenibilidad (Riestra, 2018), la social, económica, medioambiental y político-institucional. Estas valoraciones deben contar con la participación de actores multidisciplinares (agricultores, políticos, universidades, empresarios, entre otros) para identificar aspectos críticos del desempeño de los sistemas y realizar los ajustes necesarios para asegurar su perdurabilidad en el tiempo.

De ahí la importancia de los programas de monitoreo del uso del suelo en las áreas aledañas a los humedales, pues uno de los factores principales es la cobertura vegetal en estos espacios y en este sentido esta información sigue siendo limitada (Shrestha, Farrelly, Eggleton y Chen, 2017; Hao et al., 2020). En otras latitudes se han evaluado el estado de sostenibilidad de los humedales y sus áreas aledañas para identificar los factores impulsores de la promoción del desarrollo sostenible de estos espacios. (Song et al., 2020)

Cuando se analiza el caso particular del HNTS, se genera una discusión sobre qué representa su sostenibilidad y qué podría afectar la estabilidad de los sistemas de producción agropecuarios aledaños a la capacidad del HNTS para mantenerse en el tiempo y brindar en el futuro los servicios ambientales que provee actualmente (Conway, 1991). Considerando que la simplificación de los agroecosistemas por la expansión e intensificación agrícola es una de las mayores amenazas a la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, y que su presencia incide en la reproducción y el refugio de especies vegetales y animales (González, Cerezo, Solari, Zaccagnini y Gavier, 2014), el objetivo de esta investigación es analizar la situación de la frontera agrícola y sus implicaciones en la sostenibilidad del ecosistema mediante la actualización del uso del suelo en las áreas aledañas al (HNTS).

## Marco referencial

El concepto de sostenibilidad se ha constituido y transcendido con el pasar del tiempo, en esta investigación se entenderá como la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas. Así mismo, que garanticen una mejor calidad de vida, con tecnologías limpias en una relación armoniosa con la naturaleza, en la que la ciudadanía participa de las decisiones del proceso de desarrollo, fortaleciendo las condiciones del medio ambiente y aprovechando los recursos naturales, dentro de los límites de la regeneración y su crecimiento natural (Alaña, Capa y Sotomayor, 2017; Zarta, 2018; Iturralde, 2019).

Profundizar en los tipos de sostenibilidad se vuelve relevante en este punto. La sostenibilidad económica se conceptualiza como el hecho de no empobrecer a un grupo de personas al mismo tiempo que se enriquece a otro, ya que, en una sociedad sostenible, todos los sectores sociales deben beneficiarse del desarrollo (Sanchez, 2014). La sostenibilidad ecológica se entiende como la no degradación de la diversidad y la productividad biológica de los ecosistemas, procesos ecológicos y sistemas vitales esenciales (Figueroa, Gerritsen y Villalvazo, 2005).

La sostenibilidad social radica en que los beneficios y los costos de la administración del sistema se distribuyen equitativamente entre los diferentes grupos y generaciones, y se obtiene un grado de satisfacción de las necesidades que hace su continuación posible (Muller, 2019). De esta forma se entiende que el entorno natural le proporciona al ser humano infinidad de riquezas en forma de bienes y servicios denominados "servicios ecosistémicos" y estos promueven la sostenibilidad de los sistemas (Camacho y Luna, 2011). Algunos de estos servicios son los alimentos, la madera, el agua potable y la energía.

La importancia de los humedales recae como se ha mencionado, en que son ecosistemas acuáticos cubiertos de agua dulce, salada o salobre, estancada y con movimiento, permanentes o temporales, naturales o artificiales; debe tener vegetación acuática y suelos cubiertos por agua (Lobo, 2014), lo que de acuerdo con Zhao et al., (2018) resulta de mucha importancia monitorear y evaluar la dinámica de este ambiente ecológico, con respecto al desarrollo de las actividades humanas agrícolas y pecuarias. Estudios realizados por de Melo, Campos, Brown, Chiquitelli y Carvalho (2018) han utilizado con gran suceso diferentes tipos de herramientas para explicar fenómenos complejos y dar un enfoque integral a estos trabajos.

En este sentido la teledetección es una técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales (Chuvieco, 2007). Esta se basa en la detección de la energía reflejada por los objetos del suelo, menos la cantidad de energía nuevamente absorbida y disipada por la atmósfera al viajar en ondas electromagnéticas de la superficie terrestre a un sensor remoto (Guariguata y Kattan, 2002). Otros autores la señalan como la encargada de registrar las características espectrales y texturales de los recursos, los efectos de procesos naturales, y las consecuencias de actividades humanas, entre otros (Marín, 2010).

Hymap es un sensor remoto que permite capturar imágenes de alta resolución espectral que puede capturar más de 100 bandas del espectro electromagnético, mientras que una imagen hiperespectral es aquella que captura para cada pixel, una gran cantidad de información del espectro electromagnético, por lo que proveen gran cantidad de información espectral, la cual es útil para identificar y cuantificar los materiales capturados (Brenes, 2005).

## **Metodología**

Se realizaron visitas de campo y reconocimiento espacial del HNTS en el 2013, con el fin de recabar información sobre las actividades agrícolas y pecuarias predominantes en la zona, además se realizaron seguimientos semestrales mediante visitas de campo hasta finales del año 2017. Se generó una línea base de conocimiento por medio de reuniones con actores de instituciones públicas como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Instituto de Desarrollo Rural (INDER) y líderes comunales.

Se utilizó la cartografía digital a través de la técnica de teledetección para generar imágenes de la superficie terrestre (Figura 1) desde sensores instalados en plataformas espaciales que

permitieran obtener una visión sinóptica de grandes áreas de la superficie terrestre y así comprender la organización espacial. Esta técnica es menos costosa por unidad de superficie que las fotografías aéreas o la información tomada en el terreno (Zerda, 2004).

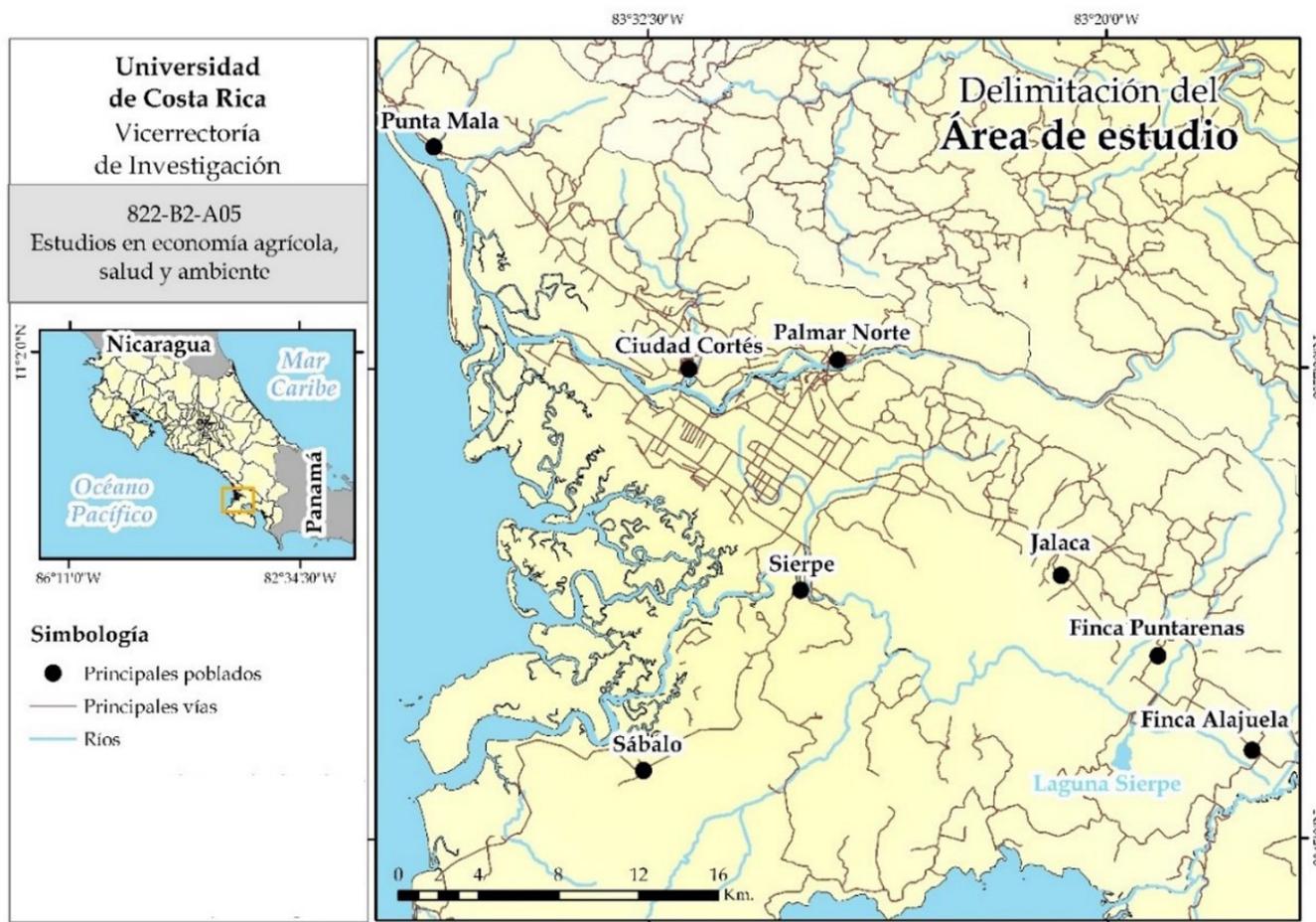


Figura 1. Áreas aledañas al Humedal Nacional Terraba-Sierpe, Costa Rica.

Para la actualización del uso de la tierra o dedicación del suelo de áreas anexas al HNTS se construyó un mosaico "hiperespectral" creado a partir de imágenes HYMAP para Costa Rica, pertenecientes al Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT) (Brenes, 2005). A este mosaico se le realizó un tratamiento mediante la técnica de clasificación supervisada que permitió obtener información del uso de suelo, evapotranspiración, biomasa, cobertura forestal y especies presentes.

Los resultados obtenidos mediante la clasificación fueron asignados a un tipo de cobertura dada: agua, bosque, humedal, carambola, arroz, maíz, palma, pastos, plátano, nubes y tierras yermas. El resultado de este primer proceso fue una capa de polígonos clasificados según el tipo de cobertura.

Con el fin de validar esta información se realizó una división del área en estudio por cuadrantes (Figura 2). Para cada cuadrante se realizó una verificación en campo y se establecieron nuevos puntos de control en los sitios que requirieran corrección, dado a cambios en el uso del suelo, mediante las herramientas DNR Garmin y ArcGIS en su versión más actualizada.

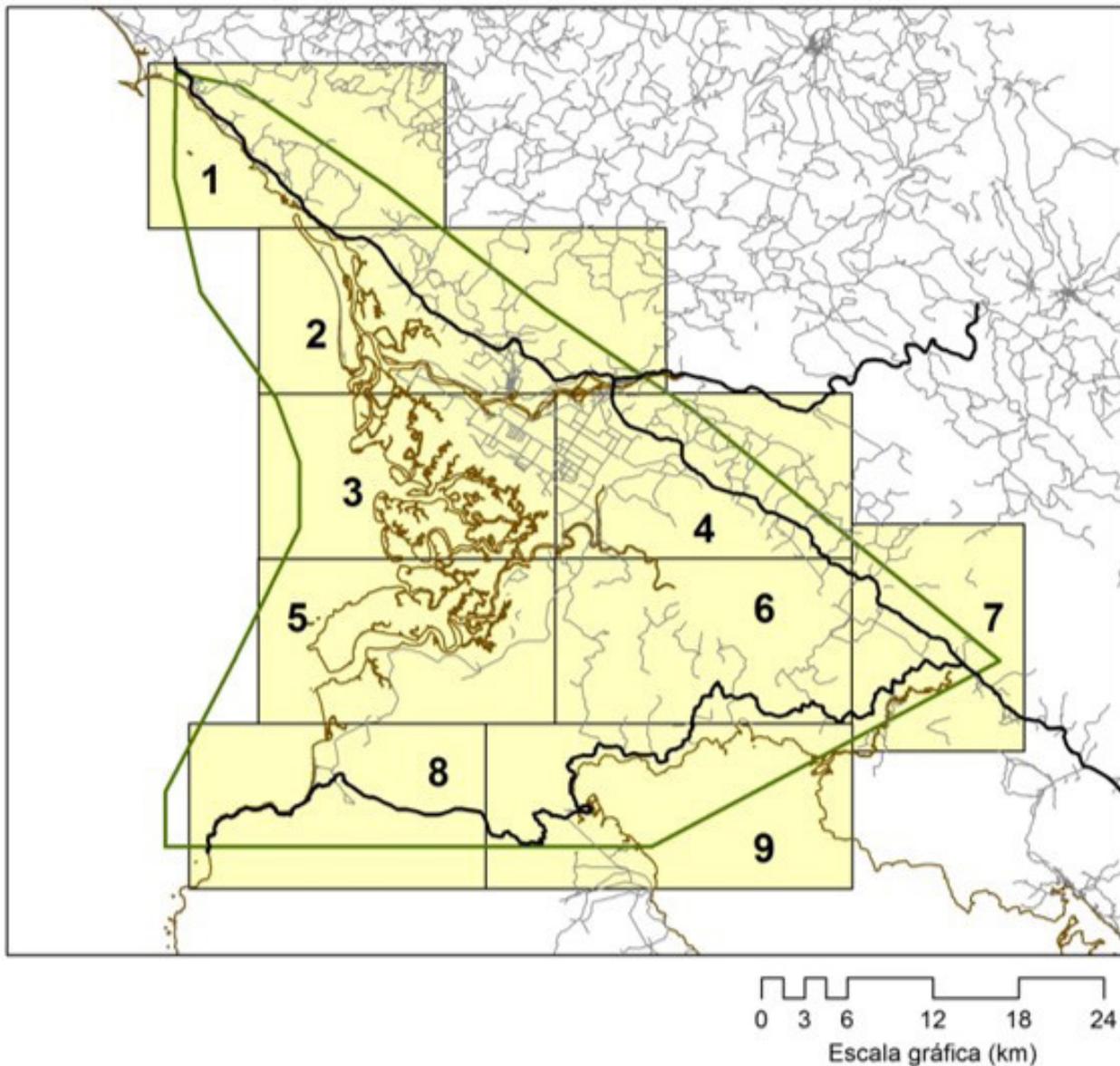


Figura 2. Cuadrantes para la verificación del uso actual en zonas aledañas al Humedal Nacional Térraba-Sierpe, Costa Rica.

Se obtuvo una capa respectiva a la actualización del uso del suelo anexo al HNTS, en la cual se clasificaron, verificaron y corrigieron los diferentes usos, para generar información base de nuevos proyectos de investigación asociados al uso del suelo o cultivos en específico, así

como para estudios asociados al ordenamiento territorial.

Finalmente, se realizó una revisión bibliográfica del Decreto Ejecutivo N° 31849 para determinar las actividades agroproductivas permitidas en zonas protegidas, en especial en zonas aledañas a humedales en Costa Rica.

## Resultados

### *Ecosistemas del Humedal Nacional Térraba-Sierpe y áreas aledañas*

Los estudios realizados demuestran que en el sur de Costa Rica se encuentra uno de los centros de biodiversidad más importantes del Neotrópico (Dirzo, Broadbent, Almeyda, Barquero y Almeyda 2014). Tal biodiversidad se refleja en el alto endemismo de su flora y fauna, en los altos índices de diversidad de especies de plantas y arbóreas, además, de la presencia de especies animales ya extintas en otras áreas del país (Morales, Viilchez, Chazdon, Ortiz y Guevara, 2013). Los altos niveles de humedad propios de las condiciones climáticas de la región han favorecido el desarrollo de estos niveles de diversidad biológica (Lobo, Alvarado, Duran, Ruiz y Quesada, 2014). Además, se determina que los humedales de las cuencas bajas de los ríos Grande de Térraba y Sierpe son algunos de los ecosistemas más ricos de la Zona Sur, con una gran variedad de especies terrestres y acuáticas que utilizan y dependen de estos hábitats costeros para cumplir con su ciclo de vida (Lizano, 2014).

Asimismo, los humedales proveen gran cantidad de bienes y servicios, así mismo, son los ecosistemas más amenazados de la Región Centroamericana (Ambientales UNA y Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), 2018). En la zona Pacífica de Costa Rica se han perdido grandes extensiones de humedales y su principal causa ha sido el cambio de uso de suelo, se han drenado o rellenado humedales para establecer sistemas de producción agropecuarios. Muchos de los manglares y tierras de pantano han sido drenados y convertidos en plantaciones de banano, palma, cultivos de arroz, salineras, camaroneras, complejos turísticos, zonas urbanas e infraestructura (Rojas, Campos, Alpizar, Bravo y Cordoba, 2003).

En las áreas de amortiguamiento del HNTS se desarrolla una extensa y significativa actividad agrícola, compuesta de sistemas de producción tales como la palma aceitera, el arroz, la ganadería de carne, el plátano y, en menor medida, el maíz (Figura 3).

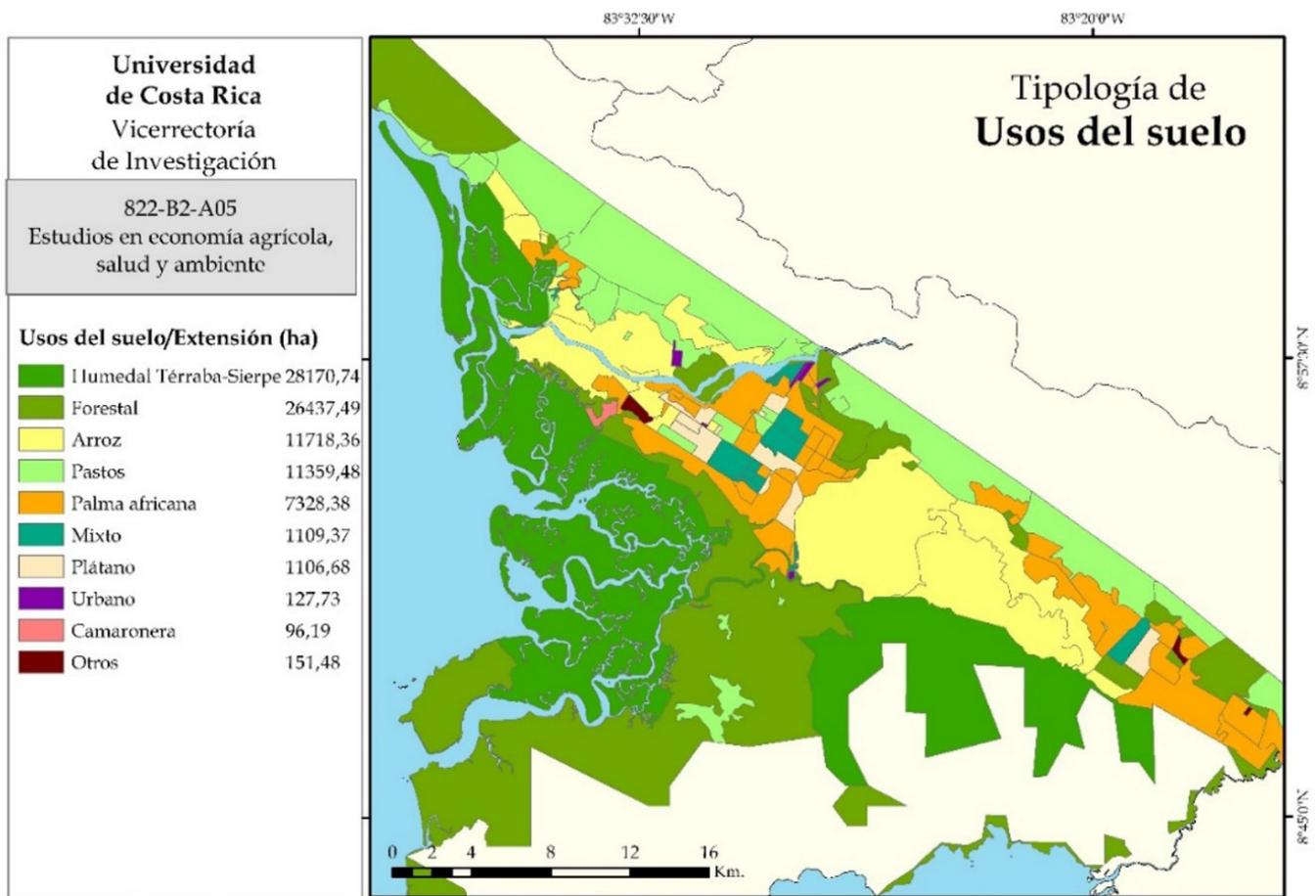


Figura 3. Extensión y uso de suelo en zonas aledañas al Humedal Nacional Térraba-Sierpe, Costa Rica.

Reconociendo el valor de las áreas protegidas y humedales, tanto para los ecosistemas productivos como para la conservación de la flora y fauna y sus servicios, la frontera agrícola de las áreas aledañas al Humedal Nacional Térraba pueden representar implicaciones en la sostenibilidad. En este sentido, el área de estudio está representada por un 32,16% de humedal y 30,15% de bosques. El arroz, las pasturas y la palma africana, toman el tercer, la cuarto y la quinta posición con una representación del 13,38%, 12,9% y 8,37% respectivamente. Por último, el terreno urbano solo representó el 0,15% del área de estudio y actividades como el plátano, camaronera y otros el 2,18%.

### **Actividades agrícolas en las áreas aledañas al Humedal Nacional Térraba-Sierpe**

Las áreas relacionadas con el HNTS han sido destinadas principalmente a la agricultura. En tiempos prehispánicos, la subsistencia se basaba en la agricultura (sobre todo maíz y tubérculos),

cacería y pesca (CARTHY, 1995). En la década de 1940, la Compañía Bananera de Costa Rica (United Fruit Company) se estableció en el sector de Palmar Norte, extrayendo del manglar puntales destinados a las plantaciones de banano y materia prima para la elaboración de durmientes de ferrocarril (Espinoza, 1992). También, se convirtieron tierras de manglar en plantaciones agrícolas y zonas de vivienda.

Los monocultivos como el arroz, el plátano y la palma africana, desarrollados en la zona, se consideran actividades de alto impacto para la sostenibilidad ambiental, ya que utilizan grandes cantidades de agroquímicos y en algunos casos se realizan fumigaciones de manera aérea (CARTHY, 1995). Estos químicos drenan directamente a las aguas del humedal, cambiando sus características físicas y químicas, tales como el pH y la composición de la misma, afectando directamente la biodiversidad acuática que es base de la productividad del ecosistema.

La ganadería es otra de las actividades importantes de la región circundante al HNTS. Es una actividad extensiva que ha provocado cambios drásticos en el uso de la tierra, transformando bosques de manglar a pasturas agrícolas (Cortés, 2014). No se ha determinado con precisión el área de humedal convertida a pasturas; sin embargo, en 1993 se identificaban 2.204 ha dedicadas al pastoreo, ubicadas en el límite externo del manglar, con efectos importantes en la alteración del sistema (CARTHY, 1995). Actualmente, esa superficie no se tiene cuantificada de manera certera y es de esperar que el área haya aumentado paulatinamente dada la expansión gradual que hacen los ganaderos de la zona. Algunos productores avanzan a través de la quema y tala de bosques, como es el caso de productores en Ciudad Cortés (Cortés, 2014).

Se logró detectar, en las visitas de campo, algunas amenazas asociadas con las antiguas tierras de cultivo de banano, canalizadas por las transnacionales y dejadas sin mantenimiento después del retiro de las bananeras, mismas que generan problemáticas por inundaciones periódicas, principalmente en la segunda parte del invierno, entre los meses de agosto y noviembre. De esta forma, el régimen hidrológico de las cuencas de los ríos Térraba y Sierpe se han alterado al reemplazar los humedales por zonas urbanas o de explotación agropecuaria intensiva. Hoy es común ver como el caudal de los ríos ha disminuido en las tierras bajas durante la época seca, al extremo de que las lagunas y los pantanos tienden a secarse (Rojas, Campos, Alpizar, Bravo y Córdoba, 2003).

### ***Legislación para la sostenibilidad agrícola del HNTS***

Dentro de los humedales, las obras y la infraestructura se construirán de manera que no dañen los ecosistemas, si se prevé una eventual alteración se requiere el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Asimismo, se prohíben las actividades que interrumpen los ciclos naturales de los ecosistemas del humedal, como la construcción de diques que eviten el flujo de aguas marinas o continentales, drenajes, desecamiento, relleno o cualquier otra alteración que provoque el deterioro del ecosistema (Decreto Ejecutivo N° 31849, 2004), además se destaca que es política del gobierno lograr el desarrollo sostenible en las áreas del quehacer productivo nacional, promoviendo la conservación y protegiendo el ambiente.

## **Discusión**

La posibilidad de realizar una actividad de aprovechamiento productivo o de investigación dentro de las áreas protegidas en Costa Rica, depende principalmente de su manejo. Dentro de las actividades permitidas en un humedal destacan el aprovechamiento forestal y de vida silvestre, el uso controlado de agroquímicos, las concesiones y/o permisos de uso, el pastoreo, la investigación, las actividades recreativas extensivas y la pesca artesanal.

En los últimos años, los humedales de todo el mundo han recibido la atención científica y política ya que la mayoría de ellos están bajo amenaza de actividades antropogénicas. (Hao et al., 2020; Tuboi, Irengbam, Hussain, 2017) La ejecución de estas actividades se debe realizar de modo sostenible para contribuir en la mejora de la calidad de vida de las personas que residen en áreas aledañas al HNTS, por medio del crecimiento económico con equidad social, la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo, sustentados en el equilibrio ecológico y el soporte vital de la región.

Este proceso implica el respeto a la diversidad étnica y cultural, así como el fortalecimiento y la plena participación ciudadana, en convivencia pacífica y armonía con la naturaleza, sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras (Ferraté, 1998). Estas propuestas destacan además la necesidad de estrategias integradas de gestión y protección de los ecosistemas terrestres y marinos conectados. (Bongiorni et al., 2018)

Es así como un productor o un empresario que está interesado en producir continuamente, en el mismo campo, no debería prestar atención únicamente a los objetivos y metas de su unidad de producción, los cuales le permiten enfrentarse a los retos de sostenibilidad a largo plazo, sino que también debe contar con apoyo técnico para las dimensiones de la sostenibilidad (Gliessman et al., 2007).

Recientemente, se han realizado numerosas investigaciones que han caracterizado los sistemas productivos utilizando confecciones de línea base del territorio, indicadores y complementando el análisis con métodos multivariados tales como los desarrollados por Van Dijk et al. (2018), Aquino, Camarena, Julca y Jimenez (2018), Van Lingen et al. (2018), Mathios, Alegre y Aguilar (2018).

Otros como Chivangulula, et al. (2014), Da Silva, Escobar, Colmenares y Martínez (2003), Leos-Rodríguez et al. (2008), Yakubu, Hingir y Abdullah (2018), también han realizado investigaciones que aplican el uso de información de línea base de espacios naturales y de producción mediante el estudio de componentes principales para su caracterización.

Aunque se han desarrollado técnicas para medir la sostenibilidad en el corto plazo, sigue existiendo el conflicto entre las dimensiones de la sostenibilidad por tratar de maximizar las tres metas conjuntamente (Munda, 1994). Según Requejo, Giné y Pérez (2019) por medio de diferentes metodologías ha sido posible el desarrollo de múltiples herramientas para el moni-

toreo multidimensional. Los marcos conceptuales basados en líneas base, indicadores jerárquicos y compuestos han proporcionado información muy valiosa. Entonces, contemplando las tres dimensiones, si se tratara de optimizar un objetivo, los dos restantes se convierten en restricciones. Una restricción debe cuantificarse de alguna forma, en el sentido de que cierto número de elementos que conforman la restricción debe definirse como el nivel máximo y mínimo tolerable (Muller, 2019), así mismo, el reto es identificar los niveles máximos y mínimos de desempeño de las dimensiones y la distribución equitativa de los beneficios.

En términos generales, el concepto de sostenibilidad depende de cada país o zona geográfica. La sociedad de un país determinará el concepto de desarrollo sostenible en relación con los objetivos de esa sociedad, una comunidad en cuanto a sus objetivos comunales, y un agricultor de acuerdo con sus propios objetivos (Díaz, 2000). De esta forma, en una sociedad la distribución equitativa del ingreso no es necesariamente que los beneficios y los costos son repartidos por igual para todos, sino más bien que cada uno va a percibir aquello que va a producir un nivel de satisfacción tal que mantendrá el incentivo, manejando adecuadamente el recurso. Aparte de esto, no necesariamente se deben de satisfacer todas las necesidades, sino un número suficiente o razonable de éstas, dejando su selección y decisión a la sociedad.

Las metas de la sociedad en el corto, mediano y largo plazo, así como las definiciones de su calidad ambiental, equidad social y eficiencia económica son parámetros y horizontes dinámicos en el tiempo y se deben de ajustar a sus prioridades y necesidades buscando establecer un equilibrio.

En el futuro cercano es importante iniciar un proceso de monitoreo de las actividades existentes en las zonas de amortiguamiento del HNTS. Este monitoreo se podría componer de tres actividades principales. La primera, un grupo de orientación de científicos y de otros interesados en alcanzar un consenso sobre las herramientas para medir sostenibilidad en el largo plazo. La segunda es el diseño de un mecanismo que construya una base de datos para la gestión y utilización de las herramientas o instrumentos para tal fin, seguidamente, el inicio de la labor propia del monitoreo una vez que las herramientas hayan quedado definidas, así como contar con una plataforma o infraestructura mínima de trabajo. Por último, esta información y sus resultados deben de ser socializados con los diferentes actores participantes, con el fin de mejorar el desempeño de los ecosistemas.

Es importante reconocer que los costos de monitoreo pueden variar en función de los objetivos trazados. En los últimos años, muchas disciplinas han mostrado un interés particular en analizar el desempeño de la agricultura. Esto podría garantizar una capacidad científica multidisciplinaria y multimodal en el proceso de monitoreo.

Según Munyaneza, Kurwijila, Mdoe, Baltewick y Twine (2019), en otras latitudes el medir el mejoramiento de la sostenibilidad económica, social y ambiental de los sistemas productivos ha requerido información actualizada para monitorear su progreso. Jamshidi, Asadi, Kalantari,

Azadi y Scheffran (2019) plantean que el sector agrícola desempeña un papel clave en la economía y que la mayoría de los agricultores están altamente expuestos a la sostenibilidad de sus sistemas. Acá la utilización de actualizaciones del uso del suelo ha sido muy importante para medir varias dimensiones y lograr consolidar de una manera adecuada la información

Tratar de realizar una transición de una agricultura convencional hacia una agricultura equitativa, sana y sostenible es un tema de interés nacional, pero sobre todo un reto para los sistemas productivos de la zona sur de Costa Rica, que por sus características ecológicas necesita una intervención inmediata pero con una visión de largo plazo por parte de instituciones públicas como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), en conjunto con la Municipalidad de Osa y las universidades públicas para establecer equipos de monitoreo continuo de las actividades agropecuarias.

En las áreas aledañas al HNTS la producción agropecuaria continúa siendo la principal actividad económica, entre la que destacan la producción de arroz (*Oryza sativa*), palma africana (*Elaeis guineensis*), plátano (*Musaceae*) y la actividad cárnica ganadera.

En estos sistemas de producción, que en su gran parte se practican como monocultivos y de ganadería extensiva, existen diferencias de entendimiento entre la teoría y la práctica de los límites de protección al HNTS, por lo que se observa que no existe la llamada franja y frontera de amortiguamiento necesaria entre las actividades económicas de producción primaria y un área silvestre protegida. Esta zona necesaria y reconocida en la legislación costarricense, es en donde las prácticas agrícolas se deben de realizar de manera poco intensiva y con prácticas sostenibles.

Dentro del HNTS existe una gran cantidad de pequeñas poblaciones dedicadas a la agricultura familiar y de subsistencia, pesca y aprovechamiento de los recursos marinos, y en poca cantidad las actividades vinculadas al turismo y recreación. Todos estos actores y actividades, junto con los funcionarios públicos vinculados a la educación formal, protección de los recursos naturales, así como los que proveen infraestructura de servicios públicos, de salud y de producción agrícola y finalmente los funcionarios municipales, deben conocer la dinámica natural y particular de este espacio protegido, que provee una serie de servicios ecosistémicos de gran valor para todos los habitantes de este espacio del Pacífico Sur. De esta forma, en algunas ocasiones se han generado sinergias de trabajo en procura de la sostenibilidad de los sistemas productivos, ya que estos generan empleo y dinamizan las economías locales. Así mismo, se han detectado algunos mecanismos de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que suministra este importante humedal.

## **Conclusiones**

Es importante mencionar que el mantenimiento de la producción agropecuaria juega un importante papel en la provisión de alimentos e ingresos a la población (Singh y Grover, 2013), en este sentido se hace necesario el aplicar nuevas investigaciones ambientales, tecnológicas y

sociales en el espacio territorial que se analiza.

Dado lo anterior, en el área de estudio los humedales y bosques representaron el 62,34% pero las siguientes zonas de mayor área fueron cultivos como arroz, palma y pastos, los cuales utilizan agroquímicos y sustancias que pueden afectar la sostenibilidad del HNTS. Sin embargo, según McNunn et al. (2020), la expansión e intensificación de la agricultura convencional ha aumentado los desafíos de conservación. Es ahí, en donde la implementación de prácticas centradas en el mejoramiento de su desempeño puede de ayudar a mitigar e incluso compensar los efectos negativos, aumentando la sostenibilidad del ecosistema en términos de limitar los impactos agrícolas en el medio ambiente.

Comprender que la producción agrícola y la vegetación coexisten en un equilibrio dinámico es de suma relevancia, tal y como lo recalcan Loreto, Esperón y Barradas (2017). Sin embargo, la falta de vegetación puede causar cambios climáticos locales y regionales. Algunos agroecosistemas proveen recursos, servicios ambientales y sus respectivos beneficios socio-económicos.

Además, se reconoce la importancia del papel del desarrollo de sistemas agrícolas climáticamente inteligentes y que resulten esenciales para la adaptación y mitigación a las realidades imperantes de los espacios naturales. (Bonzanigo, Bojovic, Maziotis y Giupponi, 2016; Levidow et al., 2014; Tromboni, Bortolini y Martello, 2014).

En todo este marco de investigaciones, uno de los grandes retos para el desarrollo agrícola y la intensificación sostenible es garantizar la equidad social en las intervenciones orientadas a la seguridad alimentaria. Tanto los profesionales del desarrollo como los investigadores y los formuladores de políticas podrían beneficiarse de una comprensión previa de las intervenciones o los impactos ambientales que podrían afectar de manera diferente el estado de la sostenibilidad, para avanzar hacia un desarrollo más informado y equitativo (Lopez et al., 2018).

Se debe trabajar paralelamente con los actores sociales inmersos en estos sistemas (asociaciones, cámaras, cooperativas, empresas privadas y organismos no gubernamentales) para capacitar a la población y trabajar en los cambios tecnológicos y culturales, para el mejoramiento de los sistemas productivos a nivel local y regional. En el corto plazo, se deben priorizar los temas de trabajo según las realidades de las áreas en estudio, para proyectar una serie de herramientas y marcos metodológicos validados en otros espacios geográficos.

Es necesario también, realizar ajustes en los procesos de elaboración para que las dimensiones del desarrollo sostenible puedan alcanzar los niveles de sostenibilidad adecuados. La estrategia de la sostenibilidad de los recursos naturales en el HNTS se debe fundamentar en tres puntos: primero contar con un sistema de información eficaz, que registre el funcionamiento poblacional, físico, territorial y monetario del sistema considerado y que permita comprobar si se avanza o no hacia la sostenibilidad. Segundo, establecer un núcleo administrativo que se encargue de gestionar el territorio, en términos de sostenibilidad desde una perspectiva

integrada y de promover la toma de información. Finalmente, la participación ciudadana, que sería el tercer punto de apoyo, imprescindible para un cambio de orientación hacia términos socioambientales.

También, se debe establecer un proceso de planificación integral, multidisciplinario y participativo que contemple aspectos como un marco de partida (diagnóstico con la capacidad de carga del territorio y el diálogo con el entorno), la preparación de programas y proyectos concretos y realizables. Además, de un proceso continuo de seguimiento y monitoreo que permita obtener datos para la posterior evaluación (construyendo indicadores según sea el caso), permitiendo la corrección del rumbo en función de los mismos.

Debe existir sensibilidad y responsabilidad ambiental, asumiendo que se ha de entregar a las generaciones futuras un territorio menos afectado del que se ha recibido y con potencial de desarrollo, por lo que un compromiso con la cohesión y el desarrollo social (integración de todos los ciudadanos) sería una estrategia de uso a corto plazo, además, de descubrir los valores y capacidades singulares de cada territorio en torno a los cuales articular su futuro, para que contribuya a la mejora del hábitat. La implementación de políticas de desarrollo sostenible acorde a los puntos expuestos en esta discusión, podrían convertirse en el eje orientador de la sostenibilidad de los sistemas productivos de las áreas de amortiguamiento del HNTS.

Finalmente, Clay y Zimmerer (2020) plantean que las políticas de desarrollo podrían promover mejorar los medios de vida resilientes a través de una gobernanza adecuada que permita la toma de decisiones sobre el uso de la tierra por parte de los agricultores, el apoyo a las estrategias agroecológicas de intensificación existentes de los productores de alimentos y trabajar en enfoques participativos para visualizar y corregir las desigualdades en los procesos locales. Todo esto juega un papel imperativo en el logro de los objetivos de desarrollo económico, seguridad alimentaria, reducción de la pobreza y mejora de los medios de vida de los productores, manteniendo el equilibrio ecológico del medio ambiente (Gebu, Ichoku y Phul, 2020).

## Literatura citada

Alana, T. Capa, L. Sotomayor, J. (2017). Desarrollo sostenible y evolución de la legislación ambiental en las Mipymes de Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 9(1), 91-99. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2218-36202017000100013&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202017000100013&lng=es&nrm=iso)

Ambientales UNA y Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). (2018). Humedales de Costa Rica: frágiles ecosistemas bajo amenaza. *Ambientico*, 2-3. Recuperado de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/266.pdf>

Aquino, V. Camarena, F. Julca, A. Jiménez, J. (2018). Caracterización multivariada de fincas productoras de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Valle del Mantaro, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 269-279. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.12>

Bongiorno, L. Nasi, F. Fiorentino, F. Auriemma, R. Rampazzo, F. Nordström, M. Berto, D. (2018). Contribution of deltaic wetland food sources to coastal macrobenthic consumers (Po River Delta, north Adriatic Sea). *Sci Total Environ*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.192>

Bonzanigo, L. Bojovic, D. Maziotis, A. Giupponi, C. (2016). Agricultural policy informed by farmers' adaptation experience to climate change in Veneto, Italy. *Regional Environmental Change*, 16(1), 245-258. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0750-5>

Brenes, R. (2005). Tutorial: Georeferenciación de imágenes HYMAPP Carta 2005. Programa Nacional de Investigaciones Aerotransportadas y Sensores Remotos (PRIAS) y Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT), San José, Costa Rica.

Camacho, V. Luna, R. (2011). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *BioCiencia*, 1 (4), 3-15. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/26222994.pdf>

CARTHY, R. W. (1995). Plan de Manejo del Humedal Nacional Terraba Sierpe. San José, Costa Rica: CATIE-UICN-ORMA.

Chivangulula, M. Torres, V. Varela, M. Morais, J. Mário, J. Sánchez, L. (2014). Caracterización de los sistemas cooperativos ganaderos del municipio Caála, provincia Huambo, República de Angola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(2), 97-103. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193031101001%0ACómomultivariado>.

Chuvieco, E. (2007). Teledetección ambiental, la observación de la tierra desde el espacio. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=630577>

Clay, N. Zimmerer, K. (2020). Who is resilient in Africa's Green Revolution? Sustainable intensification and Climate Smart Agriculture in Rwanda. *Land Use Policy*, 97. <https://doi.org/>

g/10.1016/j.landusepol.2020.104558

Conway, G. (1991). After the green revolution. Sustainable agriculture for development. *Agricultural Systems*, 36(1), 205. Recuperado de [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308-521X\(91\)90113-O](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308-521X(91)90113-O)

Cortés, G. (2014). Informe de investigación: Estudios en Economía Agrícola, Salud y Medio Ambiente. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Cortés, G. (2015). Informe de investigación: Estudios en Economía Agrícola, Salud y Medio Ambiente. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Da Silva, A. Escobar, M. Colmenares, O. Martínez, C. (2003). Aplicación de métodos multivariados en la clasificación de unidades de producción con vacunos doble propósito en el Norte del Estado Carabobo, Venezuela. *Revicyhluz*, 13(6), 471-479.

Decreto Ejecutivo N° 31849. (2004). Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). San José, Costa Rica. Diario Oficial La Gaceta.

Díaz, J. (2000). Monitoreo del avance del modelo de la ventana de la sostenibilidad en el cantón de Puriscal a través de indicadores. Universidad de Costa Rica, Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios, San José, Costa Rica.

Dirzo, E. Broadbent, A. Almeyda, L. Barquero, S. Almeyda, C. (2014). Ecosistemas terrestres de la región de Osa y Golfito, Costa Rica. Woods Institute for the Environment, Stanford University, San José, Costa Rica. Recuperado de [https://inogo.stanford.edu/sites/default/files/Ecosistemas%20Terrestres%20INOGO%20Final%202014\\_1.pdf](https://inogo.stanford.edu/sites/default/files/Ecosistemas%20Terrestres%20INOGO%20Final%202014_1.pdf)

Espinoza, A. (1992). Evaluación de la estructura y composición del bosque de manglar y lineamientos para su manejo silvícola en la reserva forestal Terraba Sierpe, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Recuperado de [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1942/Evaluacion\\_de\\_la\\_estructura.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1942/Evaluacion_de_la_estructura.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ferraté, L. (1998). Sustentabilidad, democracia y natura: pax natura. En Promoviendo un cambio de actitud hacia el desarrollo sostenible. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, San José, Costa Rica.

Figueroa, P. Gerritsen, P. Villalvazo, V. (2005). Articulando la sostenibilidad ecológica, económica y social: el caso del cacahuate orgánico. *Economía, Sociedad y Territorio*, 5(19), 477-497. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/28109519\\_Articulando\\_la\\_sostenibilidad\\_ecologica\\_economica\\_y\\_social\\_el\\_caso\\_del\\_cacahuate\\_organico](https://www.researchgate.net/publication/28109519_Articulando_la_sostenibilidad_ecologica_economica_y_social_el_caso_del_cacahuate_organico)

Fu, B. Pollino, C. Cuddy, S. Andrews, F. (2015). Assessing climate change impacts on wetlands in a flow regulated catchment: a case study in the Macquarie Marshes, Australia. *Journal of Environmental Management*, 157, 127–138.

Gebru, G. Ichoku, H. Phil-Eze, P. (2020). Determinants of smallholder farmers' adoption of adaptation strategies to climate change in Eastern Tigray National Regional State of Ethiopia. *Heliyon*, 6(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04356>

Gliessman, S. Rosado, F. Guadarrama-Zugastic, C. Jedlicka, J. Cohn, A. Mendez, V. Cohen, R. Trujillo, L. Bacon, C. Jffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1). Recuperado de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/134>

González, D. Cerezo, A. Solari, L. Zaccagnini, M. Gavier-Pizarro, G. (2014). Conservación en agroecosistemas: importancia de remanentes de vegetación de escala espacial fina para aves insectívoras de la región pampeana y espinal. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Guariguata, M. Kattan, G. (2002). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago, Costa Rica. Recuperado de <https://ebooks.tec.ac.cr/product/ecologa-y-conservacin-de-bosques-neotropicales>

Hao, J. Xu, G. Luo, L. Zhang, Z. Yang, H. Li, H. (2020). Quantifying the relative contribution of natural and human factors to vegetation coverage variation in coastal wetlands in China. *CATENA*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104429>

Iturralde, C. (2019). Los paradigmas del desarrollo y su evolución: Del enfoque económico al multidisciplinario. *Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 17. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.01>

Jamshidi, O. Asadi, A. Kalantari, K. Azadi, H. Scheffran, J. (2019). Vulnerability to climate change of smallholder farmers in the Hamadan province, Iran. *Climate Risk Management*, 23, 146–159. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.06.002>

Leos-Rodríguez, J. Serrano-Páez, A. Salas-González, J. Ramírez-Moreno, P. Sagarnaga-Villegas, M. (2008). Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 5, 213–230. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v5n2/v5n2a5.pdf>

Levidow, L. Zaccaria, D. Maia, R. Vivas, E. Todorovic, M. Scardigno, A. (2014). Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management*, 146, 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.07.012>

Lizano, O. (2014). La dinámica oceanográfica frente al Humedal Nacional Terraba Sierpe y su relación con la muerte del manglar. *Biología Tropical*, 63(1), 29-46.

Lobo, S. Alvarado, G. Duran, F. Ruiz, A. Quesada, A. (2014). Diversidad Biológica del Diquis II: Humedal Terraba Sierpe. Departamento de Historia Natural. San José: Museo Nacional de Costa Rica. Obtenido de <http://ecobiosis.museocostarica.go.cr/ecosistemas/sierpe%20terraba/publicaciones/Diversidad%20biologica%20del%20Diquis%20II%20Humedal%20Terraba-Sierpe.pdf>

Lopez-Ridaura, S. Frelat, R. van Wijk, M. Valbuena, D. Krupnik, T. Jat, M. (2018). Climate smart agriculture, farm household typologies and food security: An ex-ante assessment from Eastern India. *Agricultural Systems*, 159, 57-68. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.09.007>

Loreto, D. Esperón-Rodríguez, M. Barradas, V. (2017). La importancia climático-ambiental, el estatus y la perspectiva socioeconómica de los agroecosistemas de cafetales cultivados en la región montañosa central de Veracruz, México. *Investigaciones geográficas*. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112017000100008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112017000100008)

Marín, G. N. (2010). Teledetección en las ciencias de la tierra. *Asociación Geológica de Argentina*, 66(4), 555-556.

Mathios, M., Alegre, J. Aguilar, J. (2018). Caracterización de hatos ganaderos en la cuenca baja del río Shanusi Alto Amazonas – Loreto – Perú. *Aporte Santiaguino*, 11(2), 225-236. <https://doi.org/10.32911/as.2018.v11.n2.577>

McNunn, G. Karlen, D. Salas, W. Rice, C. Mueller, S. Muth, D. Seale, J. (2020). Climate smart agriculture opportunities for mitigating soil greenhouse gas emissions across the U.S. Corn-Belt. *Journal of Cleaner Production*, 268. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122240>

Melo, C. Campos, A. Brown-Brandl, T. Chiquitelli, M. Carvalho, V. (2018). Thermal equilibrium of Nellore cattle in tropical conditions: an investigation of circadian pattern. *Journal of Thermal Biology*, 74, 317-324. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.04.014>

Mitsch, W., & Gosselink, J. (2000). The value of wetlands: importance of scale and landscape. *Ecological Economics*, 35, 25-33.

Mitsch, W.J., Gosselink, J.G., (2007). *Wetlands*, fourth edition. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey. *Open Journal of Ecology*, 3.

Mojica, J. García, S. Tenorio, A. (2018). Policies in coastal wetlands: key challenges. *Environmental Science Police*, 88, 72-82. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2018.06.016>

Morales, M. Vilchez, B. Chazdon, R. Ortiz, E. Guevara, M. (2013). Estructura, composición y diversidad vegetal en bosques tropicales del Corredor Biológico Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 10(24). <https://doi.org/10.18845/rfmk.v10i24.1319>

Muller, S. (2019). ¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/9857>

Munda, G. N. (1994). Qualitative multicriterial evaluation for environmental management. *Ecological Economics*, 10(2), 97-112. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(94\)90002-7](https://doi.org/10.1016/0921-8009(94)90002-7)

Munyaneza, C. Kurwijila, L. Mdoe, N. Baltenweck, I. Twine, E. (2019). Identification of appropriate indicators for assessing sustainability of small-holder milk production systems in Tanzania. *Sustainable Production and Consumption*, 19, 141-160. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.03.009>

Parks, P., Kramer, R. (1995). A policy simulation of the wetland reserve program. *Journal of Environmental Economics and Management*, 28, 223-240.

Requejo-Castro, D. Giné-Garriga, R. Pérez-Foguet, A. (2019). Bayesian network modelling of hierarchical composite indicators. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.282>

Riestra, L. (2018). Las dimensiones del desarrollo sostenible como paradigma para la construcción de las políticas públicas en Venezuela. *tekhné*, 1. Recuperado de <http://revista-senlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/article/view/3543>

Rivera, C. Quiroga, E. Meza, V. Pastene, M. (2019). Evaluation of water quality and heavy metal concentrations in the RAMSAR Wetland El Yali (Central Chile, 33°45S). *Marine Pollution Bulletin*, 145, 499-507.

Rojas, M. Campos, M. Alpizar, E. Bravo, J. Córdoba, R. (2003). El cambio climático y los humedales en Centroamérica: implicaciones de la variación climática para los ecosistemas acuáticos y su manejo en la región. San José, Costa Rica. Recuperado de <https://www.iucn.org/node/23002>

Román, M. Rendal, S. Fernández, E. Méndez, G. (2018). Seasonal variability of the carbon and nitrogen isotopic signature in a *Zosteranoltetis* meadow at the NW Iberian Peninsula. *Wetlands* 38 (4), 739-753. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1019-4>

Sánchez, R. Reyes, V. Mora, R. Castro, R. Madrigal, P. Ovarés, C. Cascante, S. (2013). Valoración económica de usos alternativos de la Tierra del área de amortiguamiento y del Humedal Nacional Térraba-Sierpe (HNST). San José, Costa Rica: Programa Regional REDD. Obtenido

de [http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/informe\\_final\\_estudio\\_de\\_valoracion\\_hnts\\_17-6-13\\_0.pdf](http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/informe_final_estudio_de_valoracion_hnts_17-6-13_0.pdf)

Sánchez, S. (2014). Mujeres inmigrantes emprendedoras en el medio rural. Factor para la sostenibilidad económica y social de las áreas rurales de la comunidad de Valencia. *Ager*, 16, 69-109. doi: 10.4422/ager.2013.05

Shrestha, S. Farrelly, J. Eggleton, M. Chen, Y. (2017). Effects of conservation wetlands on stream habitat, water quality and fish communities in agricultural watersheds of the lower Mississippi River Basin. *Ecological Engineering*, 107, 99-109. <https://doi.org/10.1016/j.eco-leng.2017.06.054>

Singh, I. Grover, J. (2013). Role of extension agencies in climate change related adaptation strategies. *International Journal of Farm Sciences* 3(1), 144-155. Recuperado de <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijfs&volume=3&issue=1&article=020>

Song, F. Su, F. Zhu, D. Li, L. Li, H. Sun, D. (2020). Evaluation and driving factors of sustainable development of the wetland ecosystem in Northeast China: An emergy approach. *Journal of Cleaner Production*, 248. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119236>

Tromboni, F. Bortolini, L. Martello, M. (2014). The use of water in the agricultural sector: A procedure for the assessment of large-scale irrigation efficiency with gis. *Irrigation and Drainage*, 63(4), 440-450. <https://doi.org/10.1002/ird.1833>

Tuboi, C. Irengbam, M. Hussain, S. (2017). Seasonal variations in the water quality of a tropical wetland dominated by floating meadows and its implication for conservation of Ramsar wetlands. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 103, 107-114. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2017.09.001>

Van den Broeck, M. Waterkeyn, A. Rhazi, L. Grillas, P. Brendonck, L. (2015). Assessing the ecological integrity of endorheic wetlands, with focus on Mediterranean temporary ponds. *Ecological Economics*, 54, 1-11.

Van Dixhoorn, I. Mol, R. Van der Werf, J. Van Mourik, S. Van Reenen, C. (2018). Indicators of resilience during the transition period in dairy cows: A case study. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 1-12. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14779>

Van Lingen, H., Fadel, J. Bannink, A. Dijkstra, J. Tricarico, J. Pacheco, D. Casper, P. Kebreab, E. (2018). Multi-criteria evaluation of dairy cattle feed resources and animal characteristics for nutritive and environmental impacts. *Animal*, 12, 1-11. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001313>

Vargas, E. (2014). Capacidad de regeneración natural del bosque de manglar del Estero Tortuga, Osa, Puntarenas, Costa Rica. *Biología Tropical*, 63(1), 209-2018.

Walbridge, M.R., 1993. Functions and values of forested wetlands in the southern United States. *Journal of Forestry*, 91, 15–19.

Wu, W. Yang, Z. Tian, B. Huang, Y. Zhoua, Y. Zhan, T. (2018). Impacts of coastal reclamation on wetlands: loss, resilience, and sustainable management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 210, 153–161.

Yakubu, A. Hingir, A. Abdullah, A. (2018). Multivariate Analysis of Sexual Dimorphism in the Morphometric traits of muturu cattle in North Central Nigeria. *Nigerian Journal of Genetics*, 32. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/329538152\\_MULTIVARIATE\\_ANALYSIS\\_OF\\_SEXUAL\\_DIMORPHISM\\_IN\\_THE\\_MORPHOMETRIC\\_TRAITS\\_OF\\_MUTURU\\_CATTLE\\_IN\\_NORTH\\_CENTRAL\\_NIGERIA](https://www.researchgate.net/publication/329538152_MULTIVARIATE_ANALYSIS_OF_SEXUAL_DIMORPHISM_IN_THE_MORPHOMETRIC_TRAITS_OF_MUTURU_CATTLE_IN_NORTH_CENTRAL_NIGERIA)

Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad, 28(1), 409-423. doi:<https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

Zerda, H. (2004). Manual de Teledetección. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Ministeriod de Salud, Republica de Argentina.

Zhao, J. Wang, J. Hong, Q. Song, Q. Huang, L. Zhang, D. (2018). Investigation of natural ecological enviroment using remote sensing based integrated index at a city scale. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2018.8518182>